МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
ФИЛИАЛ РГУПС В ГОРОДЕ ВОРОНЕЖ

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Сборник статей IV международной студенческой конференции
20 мая 2022г.
г. Воронеж, Россия

2022

УДК 656.257

Редакционная коллегия:

Гордиенко Е.П. – к.т.н., доцент
Калачёва О.А. – д.б.н., профессор
Прицепова С.А. – к.т.н., доцент
Кожевников А.А. – к.т.н., доцент
Гостева С.Р. – к.ист.н., доцент

Сборник содержит материалы, представленные студентами различных вузов на научно-практической конференции «Современные технологии обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте», организованной филиалом РГУПС в городе Воронеж. Конференция проводится на регулярной основе. Тематика конференции отражает современные методы анализа состояния безопасности движения; способы оценки рисков; мониторинг состояния технических средств; внедрение новых механизмов управления перевозками, инновационные технологии развития автоматики на транспорте, экологические и правовые аспекты безопасности.

Материалы сборника будут интересны студентам и преподавателям организаций высшего и среднего профессионального образования, а также работникам железнодорожного транспорта.

Сборник статей IV международной студенческой конференции «Современные технологии обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте» (Воронеж, 20 мая 2022г.) – Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2022. – 452 с.

© Филиал РГУПС в г. Воронеж
© Кафедра социально-гуманитарные, естественно-научные и общепрофессиональные дисциплины

СОДЕРЖАНИЕ

СХЕМЫ КАНАЛОВ ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ С ПРОВОДНЫМ СОЕДИНЕНИЕМ УЧЕБНОГО СТЕНДА МПЦ И АБ 9

ИНТЕНСИВНОСТЬ ОТКАЗОВ КАНАЛОВ ТОКОВОЙ ПЕТЛИ УЧЕБНОГО СТЕНДА МПЦ И АБ 11

ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНЦИИ НОВОПРОЛЕТАРСКИЙ ПОСТ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМОЙ АПК-ДК 14

ПОДСИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МАКЕТОМ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА УЧЕБНОГО СТЕНДА МПЦ И АБ 16

ИЗМЕНЕНИЕ ИНТЕРФЕЙСНОЙ ЧАСТИ ТИПОВОГО ОБЕКТНОГО КОНТРОЛЛЕРА УЧЕБНОГО СТЕНДА МПЦ И АБ 18

РАЗВИТИЕ ОБУЧАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА «УЧЕБНЫЙ СТЕНД МПЦ И АБ» В НАПРАВЛЕНИИ ДИСЦИПЛИН ПО СТАНЦИОННЫМ СИСТЕМАМ 20

ПРОГОЗИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭТАПОВ РАЗВИТИЯ ОБУЧАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА «УЧЕБНЫЙ СТЕНД МПЦ И АБ» 22

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ ПО ДВИЖЕНИЮ НА ВЕТКЕ УГРЕШСКАЯ-БП 8КМ В СИСТЕМЕ ДЦ ДИАЛОГ 24

ФОРМИРОВАНАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ СТАНЦИИ ГРАФСКАЯ 27

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ЛОКОМОТИВНОГО УСТРОЙСТВА БЕЗОПАСНОСТИ НА ДОНЕЦКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ 29

РАЦИОНАЛИЗАТОРСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ УКСПС НА УЧАСТКЕ ГОЛОФЕЕВКА – НОВЫЙ ОСКОЛ 32

КОМПЛЕКС ЗАДАЧ ДОРОЖНОГО УРОВНЯ АСУ-Ш-2 «УЧЕТ ПРИБОРОВ И ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТЫ УЧАСТКОВ РТУ» 33

ТЕХНОЛОГИЯ ИСПЫТАНИЯ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ ПОВЫШЕННЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ В ООО «СВЯЗЬСТРОЙ ИНЖИНИРИНГ» 35

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ УКСПС НА УЧАСТКЕ РАНЕНБУРГ - УРУСОВО 37

СИСТЕМА СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ И ПРЕСКРИПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ХОЗЯЙСТВА АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ (АС АНПШ) 39

ЕДИНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РЕКЛАМАЦИОННО-ПРЕТЕНЗИОННОЙ РАБОТЫ ОАО «РЖД» 41

ВОЗМОЖНОСТИ МПЦ «ДИАЛОГ» 43

ПРИНЦИП РАБОТЫ КОМПЛЕКСА КЗТех Ос-Ц СИСТЕМЫ АСУ-Ш-2 45

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕРКИ ПАРАМЕТРОВ РЕЛЕ ДСШ 47

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЯ «ВЕДЕНИЕ ДАННЫХ ПО ЗАКРЕПЛЕНИЮ ОБЪЕКТОВ ЗА ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ» В СИСТЕМЕ АСУ-Ш2 49

ЗАИНТЕРЕСОВАННОСТЬ МОЛОДЕЖИ В СПОРТЕ 51

РАЗВИТИЕ «МЯГКИХ» И «ЖЕСТКИХ» НАВЫКОВ В РАМКАХ ПОДГОТОВКИ КИБЕРСПОРТИВНЫХ КОМАНД 54

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТУДЕНТОВ В СФЕРЕ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА 60

ПРОБЛЕМА ДОПИНГА В СПОРТЕ 63

ДВИГАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ В ЖИЗНИ СТУДЕНТА 67

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В СФЕРЕ СПОРТА И ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В РФ 70

ОЦЕНКА УРОВНЯ СФЕРЫ СПОРТА В ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ 73

К ВОПРОСУ О ГРАЖДАНСКОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ СРЕДИ МОЛОДЕЖИ В РОССИИ ... 77

ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА В РОССИИ И ПУТИ ЕЁ РЕШЕНИЯ 79

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС И ПУТИ ВЫХОДА ИЗ НЕГО 82

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ СКАТЫВАНИЯ ОТЦЕПОВ В СИСТЕМЕ АРС ЦНИИ 85

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ 88

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МАРШРУТАМИ СКАТЫВАНИЯ ОТЦЕПОВ 92

БЕЗОПАСНЫЕ СТРУКТУРЫ МПЦ 97

БЕССТЫКОВОЙ КОНТРОЛЬ ЗАПОЛНЕНИЯ ПУТЕЙ СИСТЕМЫ АРС ЦНИИ 102

ВЛИЯНИЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ГОРОЧНЫХ ДАТЧИКОВ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ ПЕРСОНАЛ 105

ГОРОЧНАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ С КОНТРОЛЕМ РОСПУСКА ГАЦ-КР 108

ГОРОЧНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ 112

ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ 116

ЗАДАЧИ ГАЦ-МН 120

ЗАДАЧИ РЕГУЛИРОВКИ СКОРОСТИ СКАТЫВАЮЩИХСЯ С ГОРКИ ОТЦЕПОВ 122

ЗОНЫ ДЕЙСТВИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОДСИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ 125

КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ЗАЩИТЫ СТРЕЛОК ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ПЕРЕВОДА 128

КОНТРОЛЛЕР ВЕРШИНЫ ГОРКИ КВГ 132

КОНТРОЛЬ ЗАПОЛНЕНИЯ ПУТЕЙ НА БАЗЕ ИНДУКТИВНЫХ ПУТЕВЫХ ДАТЧИКОВ 136

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРИЦЕЛЬНЫМ ТОРМОЖЕНИЕМ УУПТ 138

ОБЗОР СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКИХ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЙ 143

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ АБТЦ-М 145

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ ОТЦЕПОВ 148

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ С ПОДВИЖНЫМИ БЛОК-УЧАСТКАМИ 152

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЕЗДА ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СТРЕЛОК НА СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРКАХ 156

ПРИНЦИПЫ И АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ ПОДСИСТЕМ КОНТРОЛЯ ЗАПОЛНЕНИЯ ПУТЕЙ 160

ПРИЦЕЛЬНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ ОТЦЕПОВ НА БАЗЕ АДАПТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ 162

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ АРС ГТСС 165

СИСТЕМА АЗСР 168

СИСТЕМА ЭЦ-ЕМ 170

СТРУКТУРА ПОСТРОЕНИЯ УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ПРИЦЕЛЬНЫМ ТОРМОЖЕНИЕМ 173

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОЧНЫХ УСТРОЙСТВ 176

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МПЦ EBILOCK-950 179

СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ УКАЗАТЕЛЕМ КОЛИЧЕСТВА ВАГОНОВ 181

СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ СП-6МГ 184

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ САУТ-ЦМ 188

УВЯЗКА УСТРОЙСТВ ГАЦ С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЕЙ ПАРКА ПРИБЫТИЯ 192

УПРАВЛЕНИЕ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИЕЙ 195

УПРАВЛЕНИЕ СКОРОСТЬЮ НАДВИГА, РОСПУСКА И МАНЕВРОВЫХ ПЕРЕДВИЖЕНИЙ 198

УПРАВЛЕНИЕ ТОРМОЖЕНИЕМ ОТЦЕПОВ В ЗАМЕДЛИТЕЛЯХ 204

УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ 208

УСТРОЙСТВО КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЯ ГОЛОВНОЙ ЗОНЫ (УКГЗ) 211

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ГАЦ-МН 215

ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПЕРЕВОДА, ЗАМЫКАНИЯ И КОНТРОЛЯ ПОЛОЖЕНИЯ СТРЕЛОК 217

АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПАССАЖИРСКОЙ КОМПАНИИ 223

АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ 226

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ, ДЕЙСТВИЙ ЧЕЛОВЕКА 229

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА И НЕОБХОДИМОСТЬ ИХ УЛУЧШЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ 233

АНАЛИЗ ТОПЛИВО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЛОКОМОТИВНОМ ХОЗЯЙСТВЕ 237

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТЕЙ, ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ 241

ОЦЕНКА КАТЕГОРИИ ТЯЖЕСТИ ТРУДА 246

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «БЖД» 249

ОСНОВЫ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ» В ВОРОНЕЖСКОМ ФИЛИАЛЕ РОСТОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ 252

АНАЛИЗ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ УСЛОВИЙ ТРУДА 256

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА УЧАСТКЕ ЯРОСЛАВЛЬ – ДАНИЛОВ ТЕПЛОВОЗНОЙ ТЯГИ 258

АНАЛИЗ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ 262

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ» 265

СТРУКТУРА ПРИРОДООХРАННЫХ ОРГАНОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ 268

СНИЖЕНИЕ МАСШТАБОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА . 271

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ — САМЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ ВИД ТРАНСПОРТА 277

ВЛИЯНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ 279

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА 282

МЕРЫ ПО ЗАЩИТЕ ВОДНЫХ БАССЕЙНОВ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА 285

ВЛИЯНИЯ ТРАНСПОРТА НА ВНЕШНЮЮ СРЕДУ 288

СОБЛЮДЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ И ПРОВЕДЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ 291

ВОЗДЕЙСТВИЕ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ 295

ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ — СОВРЕМЕННЫЙ ТРЕНД 298

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ 301

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ 305

СТРУКТУРА ЭКОАНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА 309

ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА 314

ПРОГРАММА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКОАНАЛИТИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА С ПОМОЩЬЮ ВАГОНА-ЛАБОРАТОРИИ 318

ПРОГРАММЫ ОТБОРА ПРОБ 323

ОТБОР ПРОБ ВОДЫ 326

ВЫБОР МЕСТА ОТБОРА ПРОБ СТОЧНЫХ ВОД 330

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА 335

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ВОК ТОЧНОСТИ 338

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ И ПАСПОРТИЗАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА – НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ 342

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 345

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ 349

ПРИЧИНЫ ПОЖАРОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ 353

ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ ПОЖАРА. ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ ПОЖАРА И ПОЖАРНЫЕ СРЕДЫ 355

ИСТОЧНИКИ ЗАЖИГАНИЯ И ГОРЮЧИЕ СРЕДЫ. ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ ПОЖАРА И ПОЖАРНЫЕ СРЕДЫ 357

РАЗВИТИЕ ПОЖАРА. ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ ПОЖАРА И ПОЖАРНЫЕ СРЕДЫ 359

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН «О ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ». ОСНОВНЫЕ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ 362

ПРАВИЛА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. ОСНОВНЫЕ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ 364

ПРОФИЛАКТИКА ПОЖАРОВ. ПРОФИЛАКТИКА ПОЖАРОВ. ПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ 368

ОСНОВНЫЕ ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРОПРИБОРАМ, ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМ, ЭЛЕКТРОСЕТИ 371

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ МЕТОДАМИ ЭВОЛЮЦИОННЫХ УРАВНЕНИЙ 374

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ГРАФОВЫХ СТРУКТУР С ОСОБЕННОСТЯМИ 385

КОЛЕБАНИЕ СЕТКИ СТРУН С ТОЧЕЧНОЙ МАССОЙ 393

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРИИ КАТАСТРОФ 399

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КОНКУРЕНЦИИ 408

ОПИСАНИЕ БЭС ЭВОЛЮЦИОННЫМИ УРАВНЕНИЯМИ НА ОТКРЫТЫХ СВЯЗНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ГРАФАХ 413

ПОСТРОЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СХЕМЫ РЕШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ НА БАЗЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ 422

РАЗРАБОТКА ЧИСЛЕННОГО ПОДХОДА МОДЕЛИРОВАНИЯ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ 431

СИНГУЛЯРНОСТЬ В КОЛЕБАНИЯХ В ВИДЕ ТОЧЕЧНЫХ МАСС 440

ФУНДАМЕНТАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ, КАК СПОСОБ ОПИСАТЬ РЕШЕНИЕ НАЧАЛЬНО-КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ 447

УДК 656.257

СХЕМЫ КАНАЛОВ ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ С ПРОВОДНЫМ СОЕДИНЕНИЕМ УЧЕБНОГО СТЕНДА МПЦ И АБ

Федосов С.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Современные средства обеспечения движения поездов представляют сегодня собой сложные компьютеризированные системы, направленные на осуществление максимально надежного функционирования при минимизации влияния человеческого фактора. Микропроцессорная централизация (МПЦ) стрелок и сигналов, а также автоблокировка (АБ), представлены на российской железной дороге широким спектром номенклатуры. В процессе подготовки проекта лаборатории ЖАТ была осуществлена планировка, а также моделирование механической части АБ [1-3]. За основу разработки схем объектных контроллеров (ОК) был выбран электронный конструктор Arduino. Организация каналов удаленного управления напольным оборудованием претерпевает эволюцию в сторону повышения надежности функционирования. Описание технической стороны данного вопроса и является целью текущей публикации.

В первую очередь рассмотрим состояние учебного стенда в подсистемах с проводным соединением [4-6]. Как видно из общей схемы (рис. 1) последних набирается четыре штуки (ОК типа А и Б), при этом охватываются основные устройства напольного оборудования: стрелочный привод, светофор, рельсовая цепь и переездная сигнализация.

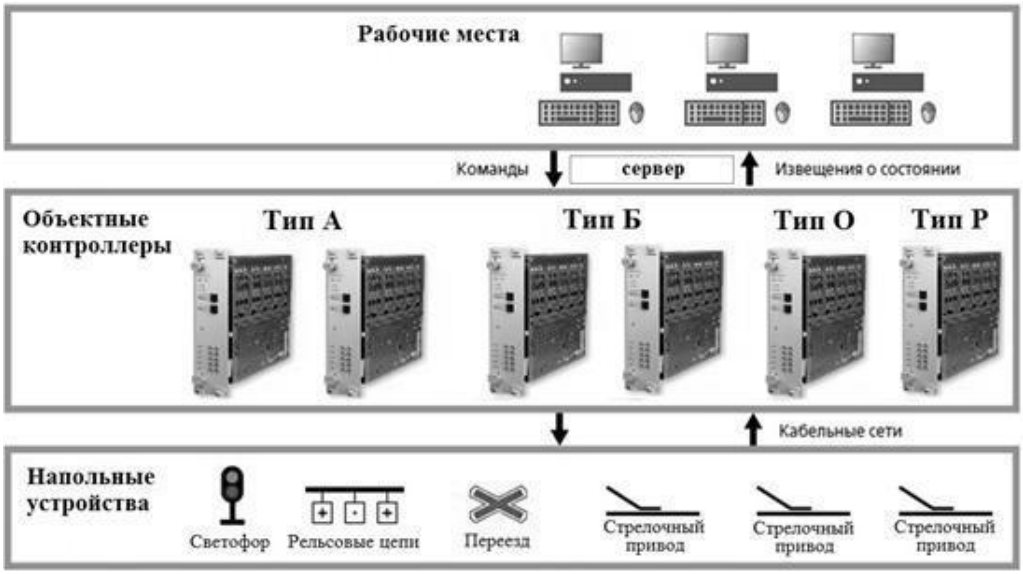


Рис. 1 - Схема учебного стенда

Организация телеуправления/телесигнализации в рамках решения задач учебного стенда подразумевает в первую очередь доступность используемых компонентов [7,8]. Данный подход реализуется двумя принципиально различными схемами каналов: через манипуляции с напряжением (рис. 2) или током (рис. 3).

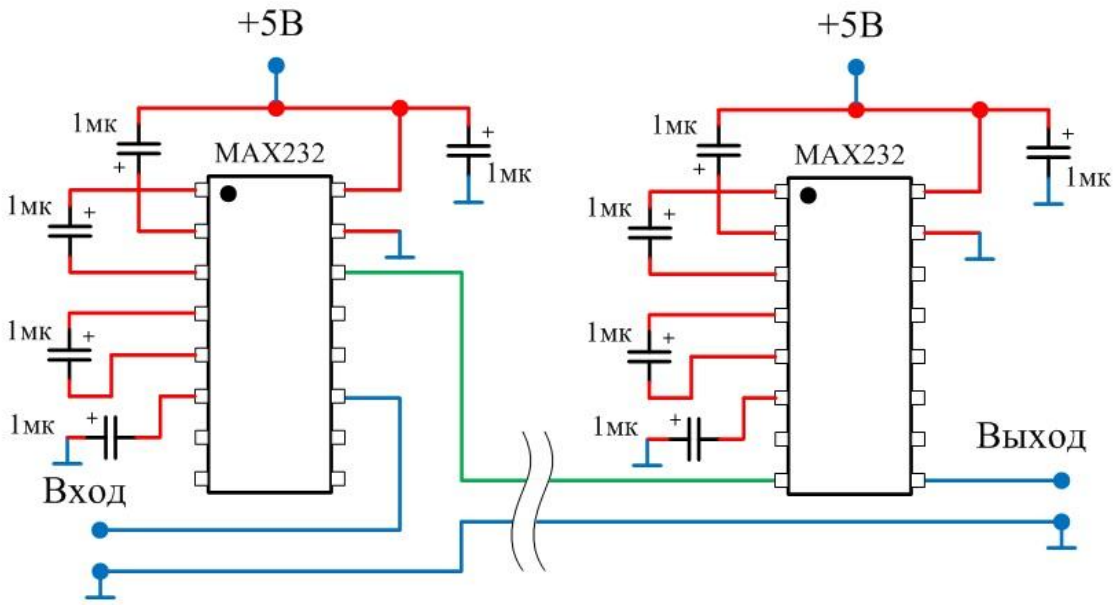


Рис. 2 - Канал телеуправления на основе элементов интерфейса RS232

В первом случае (рис. 2) микросхемы типа MAX232 осуществляют накачку заряда конденсаторов для получения выходных уровней интерфейса до ±12В и их согласование с ТТЛ входами и выходами. На основе рассмотренных узлов с корпусом 16 DIP можно одновременно реализовать по два канала телеуправления и телесигнализации [9,10].

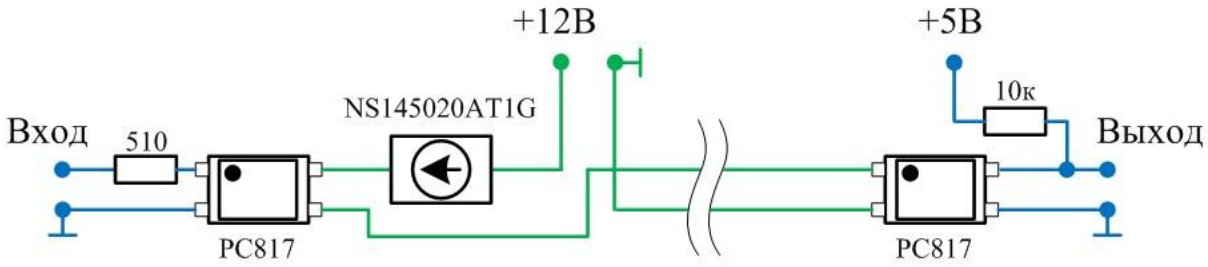


Рис. 3 - Канал телеуправления на основе токовой петли

Второй вариант слаботочной петли (рис. 3) реализуется на основе стабилизатора тока, пары резисторов и пары оптронов типа PC817. Такая схема позволяет реализовать канал на расстоянии даже до 100 м. Поскольку частота переключения управляющих уровней в учебном стенде низкая, то и здесь рассмотренный вариант оптимален. Также положительным эффектом при переходе к токовой петле является существенное повышение надежности, но данный аспект будет рассмотрен в другой статье.

Литература

1. Мерчалов С.В., Мерчалов А.С., Кожевников А.А., Федоринин Н.И. Исследование режимов работы станка резонансного типа для виброупрочнения крупногабаритных деталей сельскохозяйственной техники // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2014. № 1-2. С. 93-98.

2. Кожевников А.А. Методы контроля состояния поверхностного слоя для управления процессом виброударного упрочнения (обзор) // Упрочняющие технологии и покрытия. 2012. №10. С. 34-39.

3. Кожевников А.А. К вопросу контроля состояния поверхностного слоя детали в процессе виброударного упрочнения // Вестник ВГТУ. 2011. Т.7. №11.2. С. 23-25

4. Кожевников А.А., Артамонова А.А. Проектирование первичных элементов учебного стенда МПЦ и АБ // В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство

("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции: секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 55-58.

5. Кожевников А.А. Вариант модулярного ЦАП с тональными трактами // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 138-140.

6. Кожевников, А.А. Синтез модулярного АЦП с промежуточным преобразованием фазы / А.А. Кожевников // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. №3. С. 35-39

7. Кожевников, А.А. Цифроаналоговые преобразователи с тональными трактами / А.А. Кожевников // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. №2. С. 73-77

8. Кожевников А.А. Мультифункциональные арифметические устройства в остаточных классах / А.А. Кожевников // Доклады ТУСУР. 2018. №4. С. 59-62.

9. Кожевников А.А., Шведов Д.С. Методы построения устройств аналоговых и полуаналоговых вычислителей // В сборнике: Техника и безопасность объектов уголовно-исполнительной системы. сборник материалов Международной научно-практической межведомственной конференции. ФКОУ ВО "Воронежский институт ФСИН России". 2016. С. 258-260.

10. Щербаков О.Ю., Кожевников А.А. Виртуальные лабораторные работы для изучения средств обработки аналоговой информации // В сборнике: Актуальные вопросы науки и техники. Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. 2015. С. 166-170.

УДК 656.257

ИНТЕНСИВНОСТЬ ОТКАЗОВ КАНАЛОВ ТОКОВОЙ ПЕТЛИ УЧЕБНОГО СТЕНДА МПЦ И АБ

Федосов С.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Организация каналов удаленного управления напольным оборудованием учебного стенда МПЦ и АБ претерпевает эволюцию в сторону повышения качества функционирования. В одной из соседних статей этого же автора рассмотрены электрические схемы, на основе которых организуется связь с конечными устройствами. Целью же данной статьи является оценка роста надежности каналов телеуправления при переходе к токовой петле. Рассмотрим состояние учебного стенда с точки зрения проводного соединения [1-3]. Общая схема, приведенная в соседней статье, показывает наличие четырех подсистем, в которых первые две используют объектные контроллеры типа А и две других - Б. Первый тип опирается в канале одну пару микросхем MAX232 с соответствующей обвязкой, а тип Б - на две пары. Аналогичное построение нужного количества линий для управления соответствующими устройствами напольного оборудования подразумевает следующее: три для рельсовых цепей, две для светофора, четыре для стрелочного привода и шесть для переездной сигнализации [4-6]. Каждый канал здесь организуется парой резисторов, парой оптронов типа PC817 и стабилизатором тока. Сведем рассмотренный состав в таблицу, с указанием типа напольного оборудования, количества необходимого для управления им элементов схем в канале, и наработки на отказ (таблица 1).

Таблица 1 - Компоненты каналов телеуправления/телесигнализации стенда

Напольное устройство	Тип управления	Элемент	Интенсивность отказов, 1/ч	Количество
Три рельсовых цепи	Напряжение	MAX232	10^{-6}	6
		Конденсатор	$5 \cdot 10^{-4}$	30

		электролитический (1 мкФ)		
	Ток	Резисторы (510 и 10к)	10^{-8}	6
		PC817	10^{-6}	6
		Стабилизатор тока NS145020AT1G	$2 \cdot 10^{-7}$	3
Светофор (два фонаря)	Напряжение	MAX232	10^{-6}	2
		Конденсатор электролитический (1 мкФ)	$5 \cdot 10^{-4}$	10
	Ток	Резисторы (510 и 10к)	10^{-8}	4
		PC817	10^{-6}	4
		Стабилизатор тока NS145020AT1G	$2 \cdot 10^{-7}$	2
Стрелочный привод (СП-6)	Напряжение	MAX232	10^{-6}	4
		Конденсатор электролитический (1 мкФ)	$5 \cdot 10^{-4}$	20
	Ток	Резисторы (510 и 10к)	10^{-8}	8
		PC817	10^{-6}	8
		Стабилизатор тока NS145020AT1G	$2 \cdot 10^{-7}$	4
Переездная сигнализация	Напряжение	MAX232	10^{-6}	4
		Конденсатор электролитический (1 мкФ)	$5 \cdot 10^{-4}$	20
	Ток	Резисторы (510 и 10к)	10^{-8}	12
		PC817	10^{-6}	12
		Стабилизатор тока NS145020AT1G	$2 \cdot 10^{-7}$	6

В зависимости от источника параметр интенсивности отказов варьируется в нескольких порядках величины для аналогичных типов полупроводниковых приборов [7,8]. Тем не менее, можно однозначно констатировать наибольшую величину у электролитических конденсаторов, количество которых в схеме канала с управлением по напряжению существенно.

Рассчитаем интенсивность отказов [9,10] в каналах телеуправления напольным оборудованием стенда по формуле (1) и сведем в таблицу 2.

$$\lambda_C = \lambda_1 \cdot S_1 + \lambda_2 \cdot S_2 + \cdots + \lambda_n \cdot S_n \quad (1)$$

где n — число различных типов компонентов, шт;

$\lambda_1;\lambda_2,\ldots \lambda_п$ — средняя интенсивность отказов компонентов, шт;

$S_1, S_2,\ldots S_n$ — число элементов данного типа в приборе, шт.

Таблица 2 - Интенсивность отказов каналов телеуправления

Напольное устройство	Тип управления	Интенсивность отказов, 1/ч
Три рельсовых цепи	Напряжение	$1.5 \cdot 10^{-2}$
	Ток	$6.7 \cdot 10^{-6}$
Светофор (два фонаря)	Напряжение	$5 \cdot 10^{-3}$
	Ток	$4.4 \cdot 10^{-6}$
Стрелочный привод (СП-6)	Напряжение	$1 \cdot 10^{-2}$
	Ток	$8.9 \cdot 10^{-6}$
Переездная сигнализация	Напряжение	$1 \cdot 10^{-2}$
	Ток	$1.3 \cdot 10^{-5}$

Как видно из полученных расчетов отказы в каналах телеуправления с управлением по напряжению могут возникать чаще на три-четыре порядка.

Литература

1. Мерчалов С.В., Мерчалов А.С., Кожевников А.А., Федоринин Н.И. Исследование режимов работы станка резонансного типа для виброупрочнения крупногабаритных деталей сельскохозяйственной техники // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2014. № 1-2. С. 93-98.

2. Кожевников А.А. Методы контроля состояния поверхностного слоя для управления процессом виброударного упрочнения (обзор) // Упрочняющие технологии и покрытия. 2012. №10. С. 34-39.

3. Кожевников А.А. К вопросу контроля состояния поверхностного слоя детали в процессе виброударного упрочнения // Вестник ВГТУ. 2011. Т.7. №11.2. С. 23-25

4. Кожевников А.А., Артамонова А.А. Проектирование первичных элементов учебного стенда МПЦ и АБ // В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции: секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 55-58.

5. Кожевников А.А. Вариант модулярного ЦАП с тональными трактами // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 138-140.

6. Кожевников, А.А. Синтез модулярного АЦП с промежуточным преобразованием фазы / А.А. Кожевников // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. №3. С. 35-39

7. Кожевников, А.А. Цифроаналоговые преобразователи с тональными трактами / А.А. Кожевников // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. №2. С. 73-77

8. Кожевников А.А. Мультифункциональные арифметические устройства в остаточных классах / А.А. Кожевников // Доклады ТУСУР. 2018. №4. С. 59-62.

9. Кожевников А.А., Шведов Д.С. Методы построения устройств аналоговых и полуаналоговых вычислителей // В сборнике: Техника и безопасность объектов уголовно-исполнительной системы. сборник материалов Международной научно-практической межведомственной конференции. ФКОУ ВО "Воронежский институт ФСИН России". 2016. С. 258-260.

10. Щербаков О.Ю., Кожевников А.А. Виртуальные лабораторные работы для изучения средств обработки аналоговой информации // В сборнике: Актуальные вопросы науки и техники. Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. 2015. С. 166-170.

УДК 656.257

ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНЦИИ НОВОПРОЛЕТАРСКИЙ ПОСТ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМОЙ АПК-ДК

Косенков Д.С.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Для проектирования программы диспетчерского контроля АПК-ДК (рис. 1.) рассмотрим участок станции Новопролетарского поста Московской железной дороги. Общая протяжённость участка 4,5 км. Участок является однопутным с автономной тягой. Станция Новопролетарский пост имеет 25 стрелки и 32 рельсовых цепей. Все стрелки, с помощью изостыков разбиты на отдельные изолированные друг от друга участки (рельсовые цепи). Состояние занятости стрелочных и бесстрелочных секций в горловине станции, а так же на путях определяется при помощи рельсовых нитей. Все поездные и маневровые маршруты на станциях маршрутизированы. Перевод стрелок из одного положения в другое возможен как от раздельного управления так и местного. Стрелочные переводы оборудованы электроприводами СП-6М с двухпроводной схемой управления стрелкой при центральном питании [1-3].

Станционными устройствами аппаратно-программного группой системы АПК-ДК будет оборудоваться два линейных пункта (ЛП, с подключением к ним контроллеров съема дискретных и аналоговых данных) [4-6]. Линейный пункт будет устанавливаться устройствами приема, дешифрации и выведения на пульт-табло дежурного по станции получаемых от перегонных устройств СЦБ сигналов. Перегон будет оборудован аппаратурой съема данных с сигнальных точек.

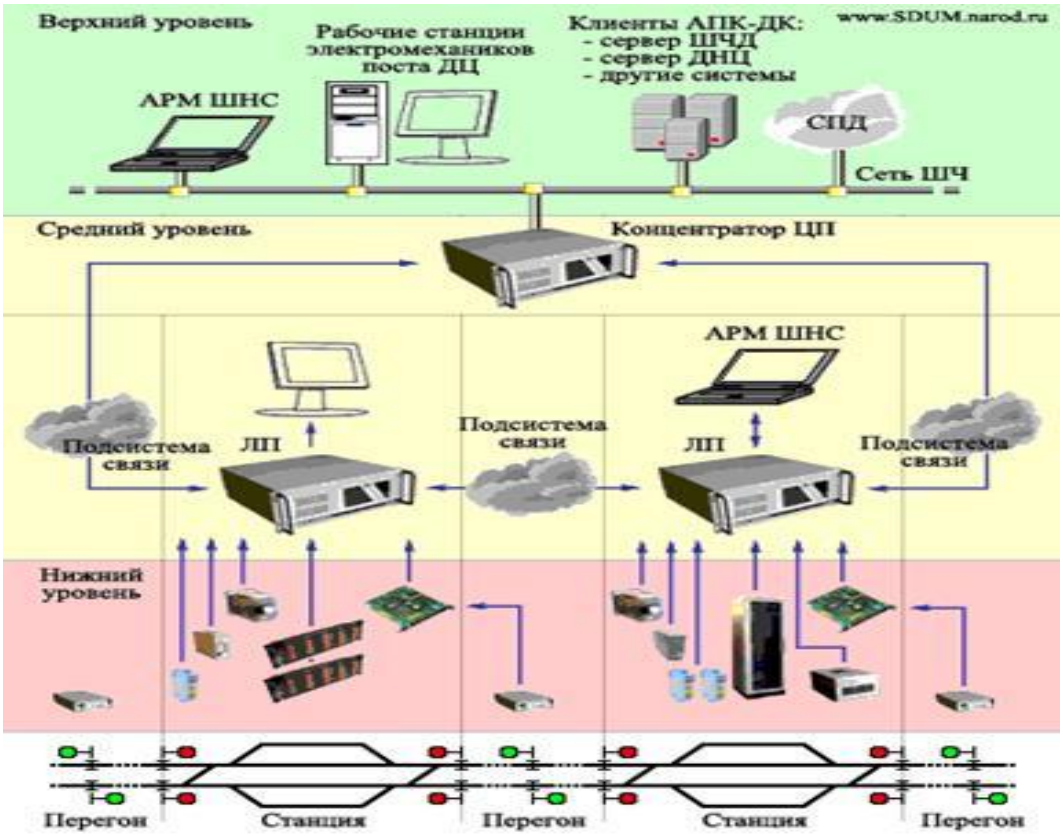


Рис. 1 - Подсистемы уровней АПК-ДК

На основе вышеперечисленных данных можем сделать вывод, аппаратно программный комплекс диспетчерского контроля АПК-ДК предназначен для централизованного контроля, диагностики и регистрации состояния устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, диагностики их технического состояния, а

так же организации управления движения поездов в пределах диспетчерского круга. АПК-ДК позволяет осуществить сбор, обработку, хранение и отображение информации о состоянии объектов контроля в реальном масштабе времени [7,8].

Комплекс образует вычислительную сеть для обеспечения оперативной информацией диспетчерского аппарата отделения дороги, управления дороги и линейных предприятий (например, дистанций сигнализации и связи).

Система АПК-ДК выполняет контроль и диагностику технического состояния СЖАТ на перегонах и станциях, в том числе позволяет собирать статистику, выявлять предотказные состояния, анализировать причины некачественной работы и автоматизировать поиск отказов устройств СЦБ, т.е. обеспечивает возможность перехода на ремонтно-восстановительную технологию обслуживания СЖАТ за счет диагностики и прогнозирования состояния устройств и учета ресурса приборов по их фактической наработке [9,10].

Литература

1. Мерчалов С.В., Мерчалов А.С., Кожевников А.А., Федоринин Н.И. Исследование режимов работы станка резонансного типа для виброупрочнения крупногабаритных деталей сельскохозяйственной техники // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2014. № 1-2. С. 93-98.

2. Кожевников А.А. Методы контроля состояния поверхностного слоя для управления процессом виброударного упрочнения (обзор) // Упрочняющие технологии и покрытия. 2012. №10. С. 34-39.

3. Кожевников А.А. К вопросу контроля состояния поверхностного слоя детали в процессе виброударного упрочнения // Вестник ВГТУ. 2011. Т.7. №11.2. С. 23-25

4. Кожевников А.А., Артамонова А.А. Проектирование первичных элементов учебного стенда МПЦ и АБ // В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции: секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 55-58.

5. Кожевников А.А. Вариант модулярного ЦАП с тональными трактами // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 138-140.

6. Кожевников, А.А. Синтез модулярного АЦП с промежуточным преобразованием фазы / А.А. Кожевников // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. №3. С. 35-39

7. Кожевников, А.А. Цифроаналоговые преобразователи с тональными трактами / А.А. Кожевников // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. №2. С. 73-77

8. Кожевников А.А. Мультифункциональные арифметические устройства в остаточных классах / А.А. Кожевников // Доклады ТУСУР. 2018. №4. С. 59-62.

9. Кожевников А.А., Шведов Д.С. Методы построения устройств аналоговых и полуаналоговых вычислителей // В сборнике: Техника и безопасность объектов уголовно-исполнительной системы. сборник материалов Международной научно-практической межведомственной конференции. ФКОУ ВО "Воронежский институт ФСИН России". 2016. С. 258-260.

10. Щербаков О.Ю., Кожевников А.А. Виртуальные лабораторные работы для изучения средств обработки аналоговой информации // В сборнике: Актуальные вопросы науки и техники. Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. 2015. С. 166-170.

УДК 656.259.1

ПОДСИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МАКЕТОМ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА УЧЕБНОГО СТЕНДА МПЦ И АБ

Нижегородский Л.Ю.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

В рамках разрабатываемого в лаборатории ЖАТ филиала РГУПС в г. Воронеж учебного стенда МПЦ и АБ осуществляется построение подсистемы управления положением тележки в качестве макета подвижного состава [1-3]. Целью работы является освещение вопроса об информационном обмене сообщениями между элементами данной структуры [4-6].

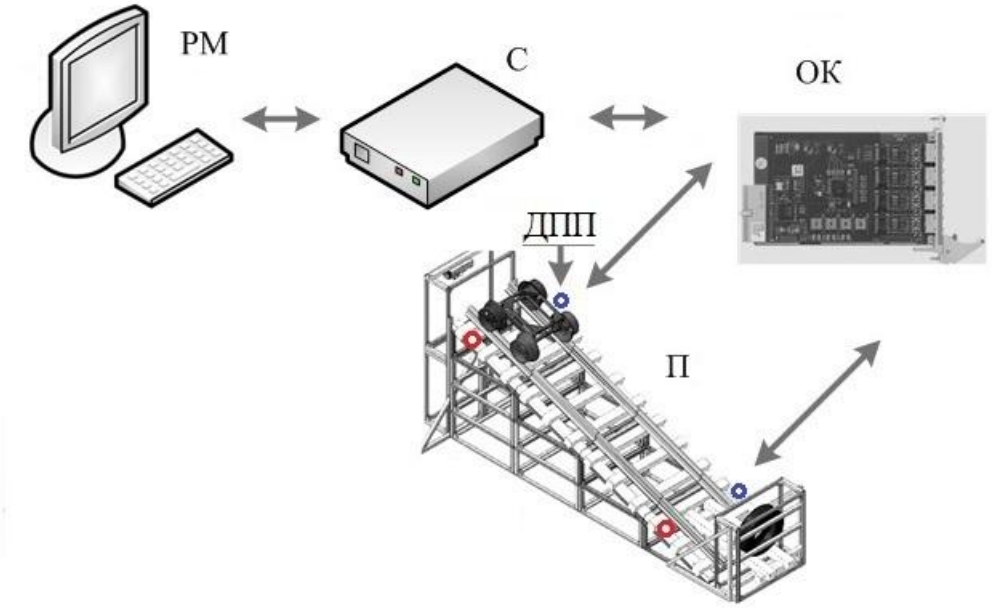


Рис. 1 - Информационное взаимодействие элементов подсистемы управления макетом подвижного состава

В основу информационной схемы подсистемы закладываются определенные правила взаимодействия, выраженные здесь в виде рис. 1 и протоколов обмена в табл. 1.

Таблица 1 - Протоколы обмена подсистемы

Код команды	Значение
01	Занять устройство
02	Освободить устройство
03	Запрос состояния
05	Тележку вверх
06	Тележку вниз
07	Остановить тележку
Код отклика	Значение
10	Устройство открыто
20	Устройство свободно (зс)
30	Устройство занято др. РМ (зс)
40	-
50	Тележка наверху (зс)
60	Тележка внизу (зс)

Программное обеспечение рабочего места (РМ) вначале подает запрос на сервер (С) о возможности работы с объектным контроллером (ОК) управления двигателем, расположенным в верхней части перегона (П), и датчиками пересечения периметра (ДПП). Если устройство не занято другим РМ или физически не отключено, то такой доступ разрешается.

В основу управления подсистемой заложен протокол обмена (табл. 1) [7,8]. Адрес ОК в учебном стенде: 22h. Первые две команды в таблице предназначены для общения с сервером на предмет подключения к требуемому устройству. Запрос состояния (зс) необходим для определения готовности ОК к работе или проверки текущего состояния объекта контроля. Команды 05-07 в таблице управляют движением тележки через активацию двигателя, к который тросом соединен с тележкой и имеет возможность ее перемещать. Крайние положения фиксируются ДПП, о чем сигнализируется в ОК и далее [9,10].

Литература

1. Мерчалов С.В., Мерчалов А.С., Кожевников А.А., Федоринин Н.И. Исследование режимов работы станка резонансного типа для виброупрочнения крупногабаритных деталей сельскохозяйственной техники // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2014. № 1-2. С. 93-98.

2. Кожевников А.А. Методы контроля состояния поверхностного слоя для управления процессом виброударного упрочнения (обзор) // Упрочняющие технологии и покрытия. 2012. №10. С. 34-39.

3. Кожевников А.А. К вопросу контроля состояния поверхностного слоя детали в процессе виброударного упрочнения // Вестник ВГТУ. 2011. Т.7. №11.2. С. 23-25

4. Кожевников А.А., Артамонова А.А. Проектирование первичных элементов учебного стенда МПЦ и АБ // В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции: секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 55-58.

5. Кожевников А.А. Вариант модулярного ЦАП с тональными трактами // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 138-140.

6. Кожевников, А.А. Синтез модулярного АЦП с промежуточным преобразованием фазы / А.А. Кожевников // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. №3. С. 35-39

7. Кожевников, А.А. Цифроаналоговые преобразователи с тональными трактами / А.А. Кожевников // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. №2. С. 73-77

8. Кожевников А.А. Мультифункциональные арифметические устройства в остаточных классах / А.А. Кожевников // Доклады ТУСУР. 2018. №4. С. 59-62.

9. Кожевников А.А., Шведов Д.С. Методы построения устройств аналоговых и полуаналоговых вычислителей // В сборнике: Техника и безопасность объектов уголовно-исполнительной системы. сборник материалов Международной научно-практической межведомственной конференции. ФКОУ ВО "Воронежский институт ФСИН России". 2016. С. 258-260.

10. Щербаков О.Ю., Кожевников А.А. Виртуальные лабораторные работы для изучения средств обработки аналоговой информации // В сборнике: Актуальные вопросы науки и техники. Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. 2015. С. 166-170.

УДК 656.257

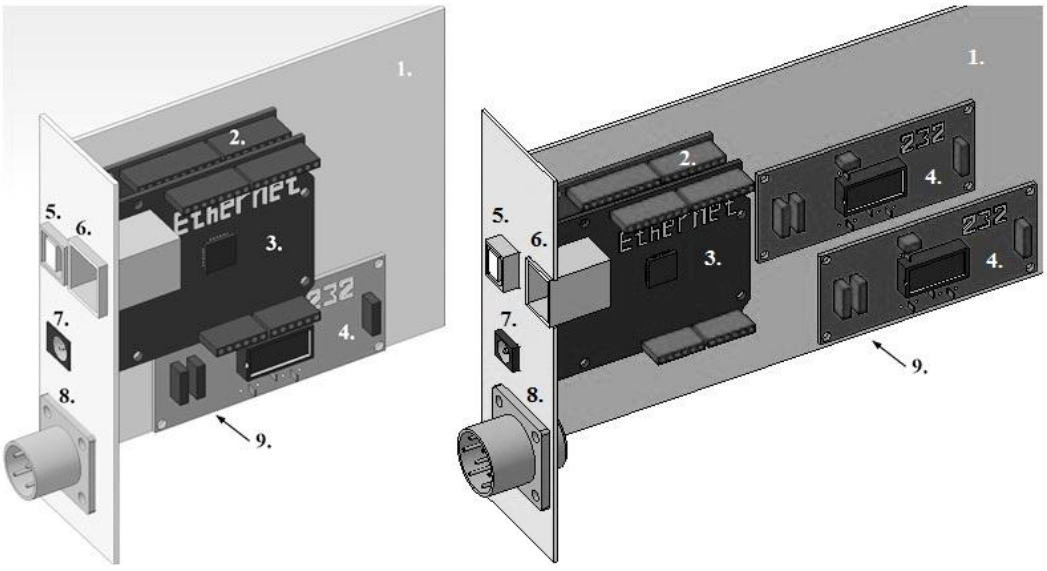
ИЗМЕНЕНИЕ ИНТЕРФЕЙСНОЙ ЧАСТИ ТИПОВОГО ОБЕКТНОГО КОНТРОЛЛЕРА УЧЕБНОГО СТЕНДА МПЦ И АБ

Нижегородский Л.Ю.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Современные средства обеспечения движения поездов представляют сегодня собой сложные компьютеризированные системы, направленные на осуществление максимально надежного функционирования при минимизации влияния человеческого фактора. Микропроцессорная централизация (МПЦ) стрелок и сигналов, а также автоблокировка (АБ), представлены на российской железной дороге широким спектром номенклатуры. В процессе подготовки проекта лаборатории ЖАТ была осуществлена планировка, а также моделирование механической части АБ [1-3]. За основу разработки схем непосредственного управления напольным оборудованием, а также объектных контроллеров (ОК), был выбран электронный конструктор Arduino.

Разработка узлов учебного стенда МПЦ и АБ выявила необходимость универсального подхода к построению объектных контроллеров (ОК) [4-6]. В рамках новой концепции текущий состав компонентов ОК должен быть скорректирован. Рассмотрим для начала предыдущее поколение цифровых интерфейсов.

Малое количество сигнальных линий между ОК и светофором или рельсовой цепью (РЦ), позволяет реализовать для обеих подсистем одинаковый по составу элементов объектный контроллер (рис. 1, а). Здесь на текстолитовой основе 1 закрепляется Arduino UNO 2, к которой, в свою очередь, монтируется сетевая плата расширения 3. Ниже располагается блок 4 с микросхемой для интерфейса RS-232. Предложенное местоположение устройств внутри ОК позволяет использовать все их доступные стандартные разъемы через лицевую панель объектного контроллера: 5 - мини-USB - для прошивки программного кода в Arduino UNO, 6 - RJ-45 - для соединения с локальной сетью, через которую осуществляется связь с ПК, 7 - питание +12В, 8 - для подачи/приема сигналов телеуправления/телесигнализации. Интерфейсная микросхема для RS-232 содержит два канала для передачи и столько же для приема. Это позволяет сразу реализовать различия функций сигнальных линий светофора и РЦ [7,8] соответствующей распайкой внутренних разъемов 9, к одному из которых в зависимости от типа подсистемы подключается внутренним шлейфом розетка соединителя 8.



(а) (б)

Рис. 1 - Макет типовой платы контроллера а) светофора и рельсовой цепи, б) стрелочного привода СП-6 и переездной сигнализации

Стрелочный привод и переездная сигнализация требуют большего количества линий телеуправления и телесигнализации [9,10], поэтому разъем 8 увеличен до семи контактов, а сам контроллер расширен дополнительной интерфейсной платой RS-232 (рис. 1, б).

В первую очередь замене подвергнется интерфейсная часть телеуправления и телесигнализации, поскольку она должна обеспечивать повышенную надежность без потери качества передачи сигналов. Для этого в макет вместо плат с элементами RS-232 вводится схема на основе токовой петли (рис. 2, плата №4). Такой подход позволяет реализовать восемь линий в любом направлении, но потребует у разъема 8 увеличения до десяти контактов.

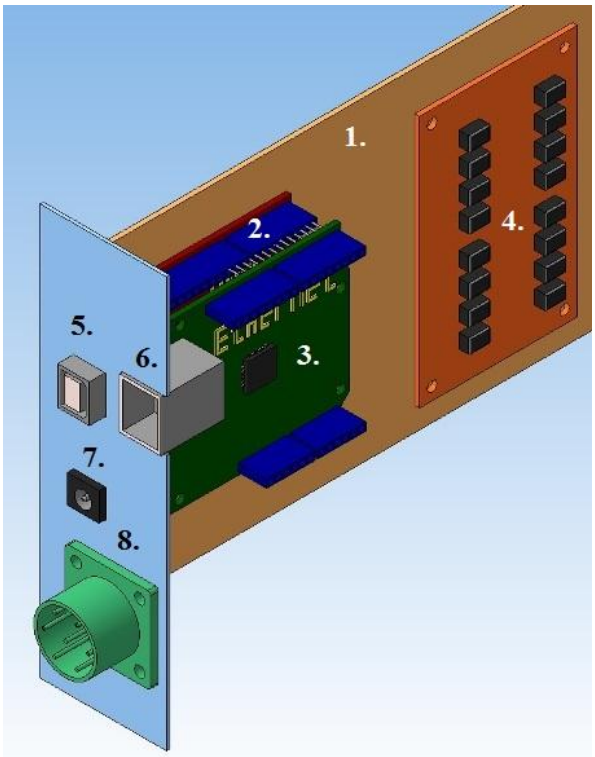


Рис. 2 - Макет универсальной типовой платы контроллера

Новый универсальный объектный контроллер позволит реализовать управление всеми типами напольного оборудования учебного стенда.

Литература

1. Мерчалов С.В., Мерчалов А.С., Кожевников А.А., Федоринин Н.И. Исследование режимов работы станка резонансного типа для виброупрочнения крупногабаритных деталей сельскохозяйственной техники // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2014. № 1-2. С. 93-98.

2. Кожевников А.А. Методы контроля состояния поверхностного слоя для управления процессом виброударного упрочнения (обзор) // Упрочняющие технологии и покрытия. 2012. №10. С. 34-39.

3. Кожевников А.А. К вопросу контроля состояния поверхностного слоя детали в процессе виброударного упрочнения // Вестник ВГТУ. 2011. Т.7. №11.2. С. 23-25

4. Кожевников А.А., Артамонова А.А. Проектирование первичных элементов учебного стенда МПЦ и АБ // В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции: секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 55-58.

5. Кожевников А.А. Вариант модулярного ЦАП с тональными трактами // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики

России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 138-140.

6. Кожевников, А.А. Синтез модулярного АЦП с промежуточным преобразованием фазы / А.А. Кожевников // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. №3. С. 35-39

7. Кожевников, А.А. Цифроаналоговые преобразователи с тональными трактами / А.А. Кожевников // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. №2. С. 73-77

8. Кожевников А.А. Мультифункциональные арифметические устройства в остаточных классах / А.А. Кожевников // Доклады ТУСУР. 2018. №4. С. 59-62.

9. Кожевников А.А., Шведов Д.С. Методы построения устройств аналоговых и полуаналоговых вычислителей // В сборнике: Техника и безопасность объектов уголовно-исполнительной системы. сборник материалов Международной научно-практической межведомственной конференции. ФКОУ ВО "Воронежский институт ФСИН России". 2016. С. 258-260.

10. Щербаков О.Ю., Кожевников А.А. Виртуальные лабораторные работы для изучения средств обработки аналоговой информации // В сборнике: Актуальные вопросы науки и техники. Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. 2015. С. 166-170.

УДК 681.5

РАЗВИТИЕ ОБУЧАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА «УЧЕБНЫЙ СТЕНД МПЦ И АБ» В НАПРАВЛЕНИИ ДИСЦИПЛИН ПО СТАНЦИОННЫМ СИСТЕМАМ

Стрельник В.К.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Сегодня силами студентов филиала РГУПС в г. Воронеж ведется поэтапное развертывание элементов обучающей системы [1-3] «Учебный стенд МПЦ и АБ».

Обучающая система является совокупностью элементов стенда, а также методического обеспечения, которое позволит студентам не только ознакомиться с возможностями механики и электроники, но и самим поучаствовать в разработке посредством воспроизводства некоторых ключевых компонентов. В качестве основы привлекается оборудование железнодорожной автоматики и телемеханики, такое как: сигналы, приводы, рельсовые цепи и переездная сигнализация. Там где в силу каких-либо технических или физических ограничений невозможно применение реальных устройств ЖАТ, необходимо их замещение подходящими аналогами [4-6]. Всё напольное оборудование совместно с объектными контроллерами, разработанными в согласии с принципами МПЦ и АБ, сформирует аппаратное обеспечение обучающей системы. Для управления этими устройствами студент должен быть снабжен соответствующим набором прикладных программ. В первую очередь необходимо решение задачи манипуляции элементами стенда через пользовательский интерфейс персонального компьютера. Соответствующее обеспечение обязательно включает в себя приложение для ПК, а также программы объектных контроллеров [7,8]. Очевидно, что дальнейшее развитие обучающей системы должно привести к задачам более высокого - технологического - уровня, что может быть осуществлено через моделирование поездных ситуаций.

Как видно из рис. 1 аппаратная часть выполнена в части подсистем управления переездной сигнализацией, стрелочным приводом и светофором. Готовое программное обеспечение (ПО) позволяет осуществлять функционирование ПК из состава стенда, а также объектным контроллерам. Дальнейшие шаги здесь связаны с доработкой аппаратуры рельсовых цепей, цифровых интерфейсов в достаточном объеме, а также ПО «Моделирования ситуаций».

На роль основного информационного ресурса системы предлагается набор электронных учебников, которые необходимо разработать в соответствии с программами ряда учебных дисциплин. Как видно из рис. 1 готово обеспечение «Микропроцессорных информационно-управляющих систем», концепция которых заключается в получении студентами знаний, умений и навыков в области телемеханического управления и организации цифровых интерфейсов (объектных контроллеров) [9,10], как промежуточных элементов между исполнительным (напольным) и выдающим команды (компьютер) оборудованием. Следующим шагом является разработка учебника для «Станционных систем автоматики и телемеханики», суть которой сводится к получению знаний, навыков и умений в части проектирования и оборудования ж/д станций соответствующей аппаратурой и целыми системами обеспечения движения поездов.

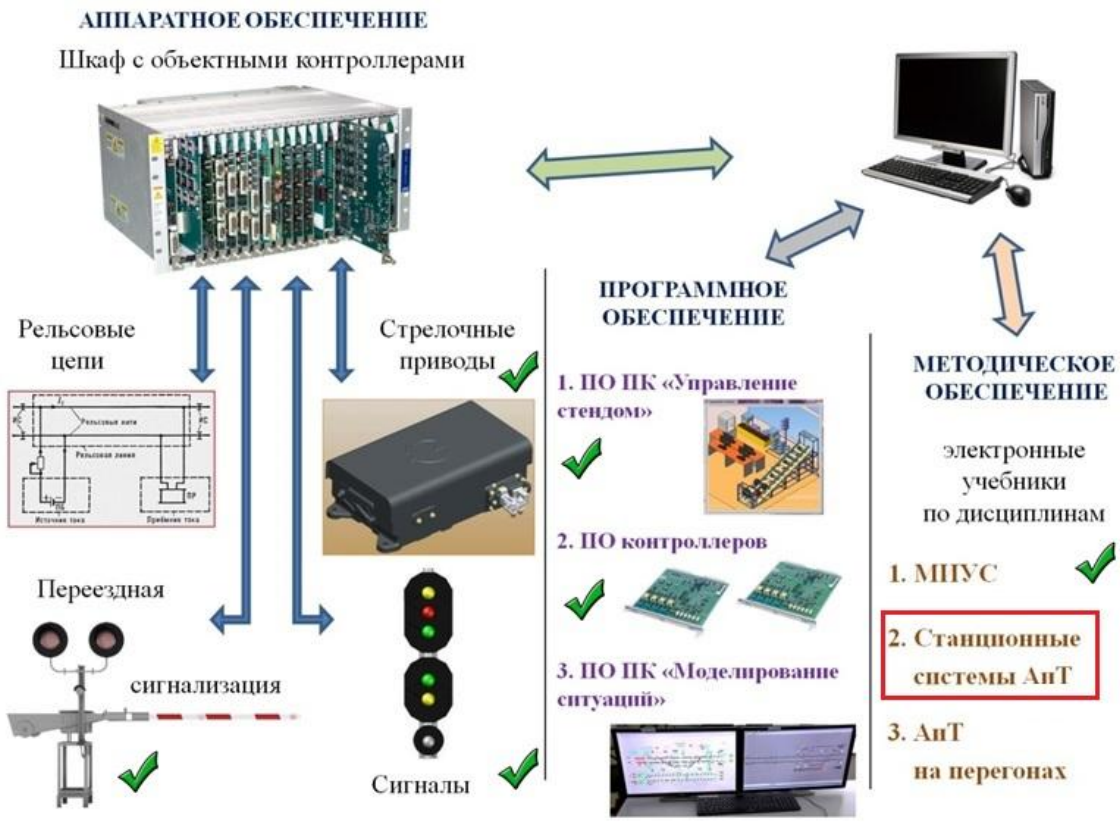


Рис. 1 - Схема обучающей системы «Учебный стенд МПЦ и АБ»

Литература

1. Мерчалов С.В., Мерчалов А.С., Кожевников А.А., Федоринин Н.И. Исследование режимов работы станка резонансного типа для виброупрочнения крупногабаритных деталей сельскохозяйственной техники // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2014. № 1-2. С. 93-98.

2. Кожевников А.А. Методы контроля состояния поверхностного слоя для управления процессом виброударного упрочнения (обзор) // Упрочняющие технологии и покрытия. 2012. №10. С. 34-39.

3. Кожевников А.А. К вопросу контроля состояния поверхностного слоя детали в процессе виброударного упрочнения // Вестник ВГТУ. 2011. Т.7. №11.2. С. 23-25

4. Кожевников А.А., Артамонова А.А. Проектирование первичных элементов учебного стенда МПЦ и АБ // В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции: секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 55-58.

5. Кожевников А.А. Вариант модулярного ЦАП с тональными трактами // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 138-140.

6. Кожевников, А.А. Синтез модулярного АЦП с промежуточным преобразованием фазы / А.А. Кожевников // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. №3. С. 35-39

7. Кожевников, А.А. Цифроаналоговые преобразователи с тональными трактами / А.А. Кожевников // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. №2. С. 73-77

8. Кожевников А.А. Мультифункциональные арифметические устройства в остаточных классах / А.А. Кожевников // Доклады ТУСУР. 2018. №4. С. 59-62.

9. Кожевников А.А., Шведов Д.С. Методы построения устройств аналоговых и полуаналоговых вычислителей // В сборнике: Техника и безопасность объектов уголовно-исполнительной системы. сборник материалов Международной научно-практической межведомственной конференции. ФКОУ ВО "Воронежский институт ФСИН России". 2016. С. 258-260.

10. Щербаков О.Ю., Кожевников А.А. Виртуальные лабораторные работы для изучения средств обработки аналоговой информации // В сборнике: Актуальные вопросы науки и техники. Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. 2015. С. 166-170.

УДК 681.5

ПРОГОЗИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭТАПОВ РАЗВИТИЯ ОБУЧАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА «УЧЕБНЫЙ СТЕНД МПЦ И АБ»

Стрельник В.К.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Сегодня параллельно с текущими разработками «Учебного стенда МПЦ и АБ» осуществляется прогнозирование необходимых этапов работ, дающих понимание развития соответствующего методического обеспечения в рамках существующих учебных дисциплин.

На сегодняшний день построение стенда [1-3] идет хоть и в неспешном но ритмичном режиме, поэтому может быть спрогнозирован некоторый «горизонт событий» развития подсистем учебного стенда и соответствующего ему формирования методического обеспечения. Последнее должно двигаться относительно синхронно процессу наращивания аппаратных и программных средств. Как видно из рис. 1 в строй в первую очередь была введена аппаратная часть подсистем управления светофором, стрелочным приводом и переездной сигнализацией на основе проводного соединения [4-6]. На данном этапе разработаны базовые образцы программного обеспечения управления стендом ряда объектных контроллеров. Также львиная доля материалов для понимания принципов функционирования микропроцессорных систем и разработки на их основе цифровых интерфейсов в рамках дисциплины «Микропроцессорные информационно-управляющие системы» была собрана в виде электронного учебника, что и следует из предложенной схемы (рис. 1).

Текущий - второй - этап развития выражается в приращении стенда в аппаратной части за счет подсистемы управления макетом подвижного состава (тележкой) [7,8]. Появление последней здесь становится реальным, т.к. в качестве элемента контроля за перемещением будут задействованы датчики пересечения периметра. Этому также способствует полномасштабный ввод программного обеспечения, как пользовательского интерфейса на ПК, так и объектных контроллеров [9,10]. В этой ситуации планируется развитие методического обеспечения за счет электронного учебника по дисциплине «Станционные системы автоматики и телемеханики» через формулирование решения задач

по технологическим вопросам проектирования и эмулирования систем обеспечения движения (рис. 1).

Третий этап отражает тот набор проблем, который необходимо будет преодолеть для придания окончательного соответствия названия «Учебный стенд МПЦ и АБ» своему содержанию. Моделирование поездных ситуаций потребует не только программного обеспечения, но и аппаратной эмуляции работы стрелок и сигналов. Это позволит воссоздать практически всю технологическую цепочку, где задействована железнодорожная автоматика и телемеханика: начиная от задач поиска физических неисправностей отдельных устройств, через проектирование и разработку элементов ЖАТ МПЦ и АБ, к влиянию всего перечисленного на движение виртуальных поездов. Весь описанный комплекс мероприятий потребует серьезной проработки методического обеспечения. Модернизации подвергнется, в первую очередь, электронный учебник по «Микропроцессорным информационно-управляющим системам», а также исходные материалы по дисциплине «Автоматика и телемеханика на перегонах», на основе которых будут реализованы аналогичные обучающие элементы (рис. 1).

ЭТАПЫ	АППАРАТУРА	ПО	РАЗРАБОТКА элементов МО	МОДЕРН. элементов МО
I.	1. Подсистема светофора 2. Подсистема СП 3. Подсистема ПС	1. Управление стендом 2. Объектные контроллеры	ЭУ МИУС	–
II.	Подсистема управления макетом подвижного состава (тележкой)	–	ЭУ ССАиТ	–
III.	1. Подсистема аппаратной эмуляции СП и сигналов 2. Подсистемы управления СП по оптоволокну и радиоканалу	1. Моделирование ситуаций 2. Контроллеры эмуляции СП и сигналов	ЭУ АиТ на перегонах	ЭУ МИУС

Рис. 1 - Прогноз развития обучающей системы

Литература

1. Мерчалов С.В., Мерчалов А.С., Кожевников А.А., Федоринин Н.И. Исследование режимов работы станка резонансного типа для виброупрочнения крупногабаритных деталей сельскохозяйственной техники // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2014. № 1-2. С. 93-98.

2. Кожевников А.А. Методы контроля состояния поверхностного слоя для управления процессом виброударного упрочнения (обзор) // Упрочняющие технологии и покрытия. 2012. №10. С. 34-39.

3. Кожевников А.А. К вопросу контроля состояния поверхностного слоя детали в процессе виброударного упрочнения // Вестник ВГТУ. 2011. Т.7. №11.2. С. 23-25

4. Кожевников А.А., Артамонова А.А. Проектирование первичных элементов учебного стенда МПЦ и АБ // В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство

("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции: секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 55-58.

5. Кожевников А.А. Вариант модулярного ЦАП с тональными трактами // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 138-140.

6. Кожевников, А.А. Синтез модулярного АЦП с промежуточным преобразованием фазы / А.А. Кожевников // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. №3. С. 35-39

7. Кожевников, А.А. Цифроаналоговые преобразователи с тональными трактами / А.А. Кожевников // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. №2. С. 73-77

8. Кожевников А.А. Мультифункциональные арифметические устройства в остаточных классах / А.А. Кожевников // Доклады ТУСУР. 2018. №4. С. 59-62.

9. Кожевников А.А., Шведов Д.С. Методы построения устройств аналоговых и полуаналоговых вычислителей // В сборнике: Техника и безопасность объектов уголовно-исполнительной системы. сборник материалов Международной научно-практической межведомственной конференции. ФКОУ ВО "Воронежский институт ФСИН России". 2016. С. 258-260.

10. Щербаков О.Ю., Кожевников А.А. Виртуальные лабораторные работы для изучения средств обработки аналоговой информации // В сборнике: Актуальные вопросы науки и техники. Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. 2015. С. 166-170.

УДК 656.257

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ ПО ДВИЖЕНИЮ НА ВЕТКЕ УГРЕШСКАЯ-БП 8КМ В СИСТЕМЕ ДЦ ДИАЛОГ

Тугачев Е.О.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Типовой базовый элемент АРМ ДНЦ состоит из 5-ти мониторов. Монитора №1, 2, 3 представляют схему участка управления. Монитор №4 дает возможность просматривать конкретный участок в крупномасштабном разрешении. Монитор №5 представляет выполненный график движения. Мнемосхема системы для станции Угрешская представлена на рис. 1.

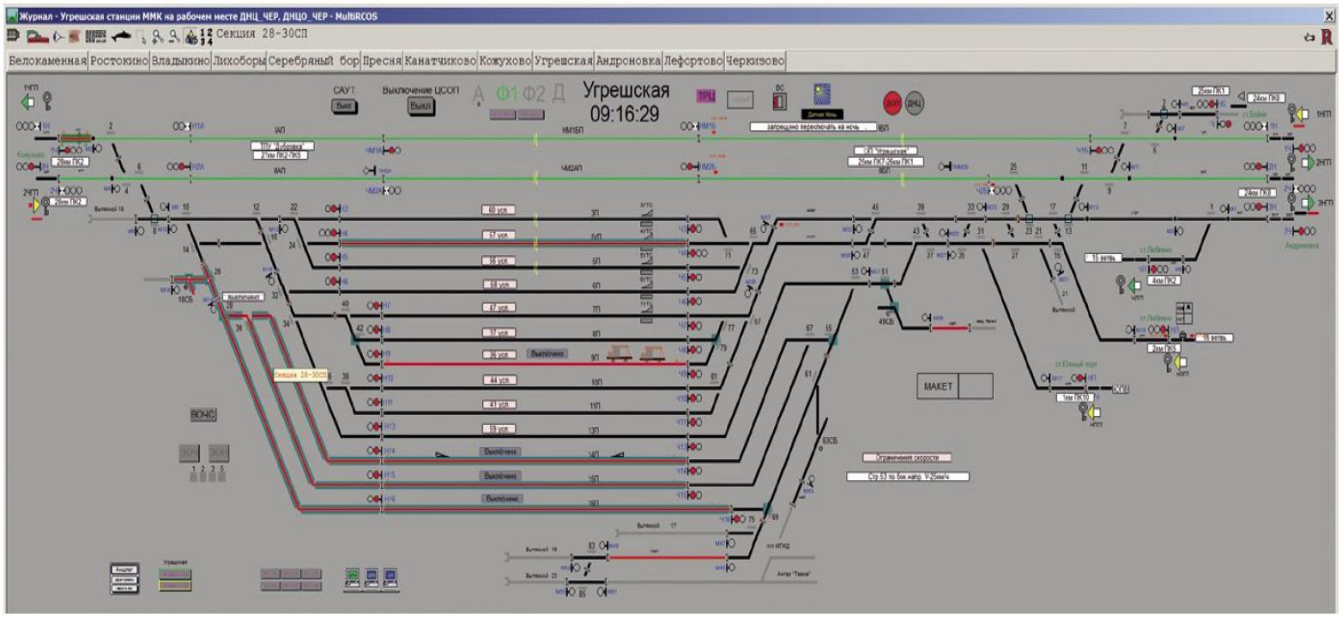


Рис. 1 - Мнемосхема системы станции Угрешская

Представление данных происходит путем выведения путевого плана на монитор [1-3]. Путевой план представлен черным цветом (рис. 1). Строка контекстной помощи, расположенная над дополнительным меню, предназначено для вывода названия выбранной для управления станции, информации о режиме работы программного обеспечения и служебной информации [4-6].

При занятии подвижной единицей пути (например, участка пути, стрелки и пр.), его мнемосхема высвечивается красным. При наличии на участке ограничения скорости, его мнемосхема высвечивается голубым, при наличии на участке автоблокировки – синим, при наличии технологического окна – желтым, при закрытии движения – малиновым. При закрытии пути на станции, его мнемосхема высвечивается синим, как и при закрытии стрелки в месте примыкания расположения стрелки [7,8].

Светофоры отображаются в установленном виде (на мониторе станции), а на мониторах участка – в виде треугольника, станционные светофоры отмечаются в линии, а проходные светофоры – над путем. Закрытый светофор высвечивается красным, открытый – зеленым, пригласительный огонь контролируется белым цветом. Закрытый маневровый светофор высвечивается, синим (красным) цветом, открытый – белым.

Рис. 2 - Пример расположения оборудования в операторской

Стрелочные переводы на станциях представляются в виде их реального положения на данный момент [9,10]. На мониторе станции, при положительном расположении стрелки, ее номер высвечивается зеленым, при отрицательном – желтым, при отсутствии контроля – красным, а при закрытии стрелки или съезда фон соответствующей стрелки горит синим цветом. На мониторах участка состояние стрелок высвечивается в форме зеленого, желтого или красного ромбика.

График движения поездов выводится на монитор в координатах расстояния (вертикальная ось) и времени (горизонтальная ось). В верхней части экрана отображается наименование типа графика движения поездов (исполненный, нормативный или плановый) и наименование участка. На основном поле экрана отображаются часовые, получасовые и десятиминутные линии. Над часовыми линиями проставляются значения часов. Слева вертикально расположены наименования станций участка (все), а внизу логотип «Диалог» в цветах (красный, зеленый, голубой). На графике движения поездов при выводе всех станций отображаются линии хода поездов и их номера, а при выводе станций дополнительно отображается время проследования, прибытия или отправления поездов. Цвета линий поездов определяются автоматически, в зависимости от присвоенного поезду номера (красным – пассажирский, синим – грузовой, малиновым – пригородный и т.д., а присвоенные автоматически – черным цветом). Пример расположения оборудования представлен на рис. 2 и 3.

Рис. 3 - АРМ ДСП

Литература

1. Мерчалов С.В., Мерчалов А.С., Кожевников А.А., Федоринин Н.И. Исследование режимов работы станка резонансного типа для виброупрочнения крупногабаритных деталей сельскохозяйственной техники // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2014. № 1-2. С. 93-98.

2. Кожевников А.А. Методы контроля состояния поверхностного слоя для управления процессом виброударного упрочнения (обзор) // Упрочняющие технологии и покрытия. 2012. №10. С. 34-39.

3. Кожевников А.А. К вопросу контроля состояния поверхностного слоя детали в процессе виброударного упрочнения // Вестник ВГТУ. 2011. Т.7. №11.2. С. 23-25

4. Кожевников А.А., Артамонова А.А. Проектирование первичных элементов учебного стенда МПЦ и АБ // В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции: секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 55-58.

5. Кожевников А.А. Вариант модулярного ЦАП с тональными трактами // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 138-140.

6. Кожевников, А.А. Синтез модулярного АЦП с промежуточным преобразованием фазы / А.А. Кожевников // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. №3. С. 35-39

7. Кожевников, А.А. Цифроаналоговые преобразователи с тональными трактами / А.А. Кожевников // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. №2. С. 73-77

8. Кожевников А.А. Мультифункциональные арифметические устройства в остаточных классах / А.А. Кожевников // Доклады ТУСУР. 2018. №4. С. 59-62.

9. Кожевников А.А., Шведов Д.С. Методы построения устройств аналоговых и полуаналоговых вычислителей // В сборнике: Техника и безопасность объектов уголовно-исполнительной системы. сборник материалов Международной научно-практической

межведомственной конференции. ФКОУ ВО "Воронежский институт ФСИН России". 2016. С. 258-260.

10. Щербаков О.Ю., Кожевников А.А. Виртуальные лабораторные работы для изучения средств обработки аналоговой информации // В сборнике: Актуальные вопросы науки и техники. Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. 2015. С. 166-170.

УДК 656.257

ФОРМИРОВАНАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ СТАНЦИИ ГРАФСКАЯ

Ушакова К.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

На основании схематического плана определяют эксплуатационно-технические требования к электрической централизации, а также объем работ и требуемое финансирование по ее строительству. На схематическом плане станции Графская (рис. 1) показаны нумерация и расположение стрелок и светофоров, а также их ординаты (расстояния) от оси пассажирского здания (ПЗ), специализация путей, разметка изолирующих стыков [1-3] из условий габаритных границ каждого пути и максимально полезных длин приемоотправочных путей.

Ординаты стрелок, светофоров, предельных столбиков и изолирующих стыков находят по специальным установочным таблицам [4-6]. Расчет следует начинать с определения приемоотправочного пути с самой короткой полезной длиной. Полезная длина приемоотправочных путей определяется от выходного светофора одной горловины до предельного столбика (изолирующего стыка) другой горловины для четного и нечетного направлений отдельно.

Для передачи команд машинисту о разрешении или запрещении движения, на станции применяются светофоры со светодиодными светооптическими системами (ССС) [7,8]. На станции применяются следующие типы светофоров:

− входные (для разрешения или запрещения движения поезда с перегона на станцию);

− выходные (для разрешения или запрещения движения поездов со станции на перегон);

− маневровые (для разрешения или запрещения маневровых передвижений).

Входному светофору присвоен литер «Ч» (1Н, 2Н). Входной светофор установлен на расстояние не менее 300 м от первого стрелочного перевода, и обязательно является мачтовым. Светофор Ч (1Н, 2Н) имеет сигнальные показания: красный, зеленый, два желтых и лунно-белый.

Выходной светофор обозначают буквой «Н»(Ч) и дополняют номером пути отправления (НI, НII и т. д.). Они разрешают отправление поездов на перегон с приёмоотправочных путей станции, и, как правило, являются карликовыми, за исключением главного пути, где для улучшения видимости, устанавливается мачтовый выходной светофор. На данной станции все приемоотправочные пути обезличены, поэтому выходные светофоры установлены с обеих сторон приемоотправочных путей.

Маневровые светофоры используют для подачи разрешения или запрещения производства маневров. Они имеют литер «М» с индексом, зависящим от горловины станции, в которой находится светофор, и от его ординаты относительно поста ЭЦ (М2, М4 и т. д. – четная горловина; М1, М3 и т. д. - нечетная горловина).

На одном светофоре могут совмещаться поездные и маневровые сигналы (например, на выходном). Такие светофоры называются совмещенными. Маневровые светофоры должны позволять подвижной единице выехать из любой точки станции и максимально эффективно обеспечивать маневровые передвижения. Светофоры устанавливают по условиям габарита с учетом получения максимальных длин приемоотправочных путей.

Для отправления поездов в четном направлении сигнализация выходных светофоров недостаточна, так как к станции примыкает два однопутных перегона. Решением данной проблемы является установка маршрутных указателей.

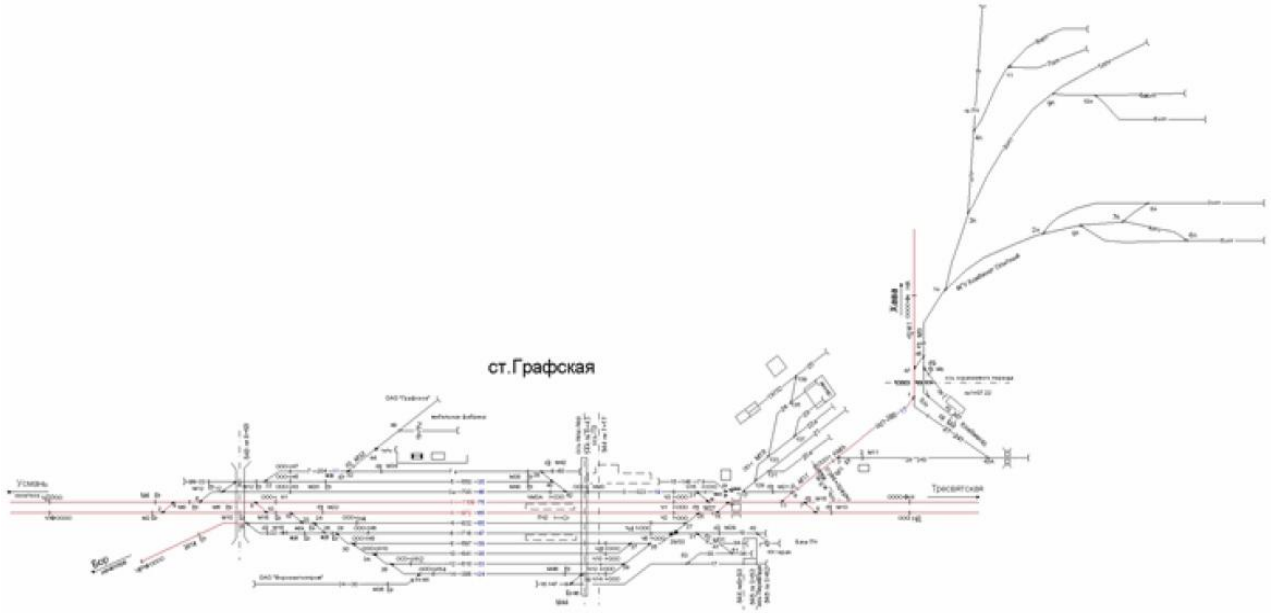


Рис. 1 - План станции Графская

Нормальное показание станционных светофоров – запрещающее.

Системы светодиодные светооптические используются для подачи сигналов различных цветов с целью организации бесперебойного и безопасного движения поездов и маневровой работы. ССС предназначены для замены традиционных светофорных линзовых комплектов на лампах накаливания. По сравнению с лампами накаливания ССС имеют увеличенный срок службы, что позволит уменьшить эксплуатационные расходы на обслуживание светофоров.

Осигнализование станции выполняется в соответствие с РУ-55-2012 и дополнений, и соответствует «Инструкции по сигнализации и связи, железных дорог Российской Федерации».

Расстановка изолирующих стыков выполнена с учётом следующих требований:

− изолируются все приемоотправочные пути от горловин станции;

− изолирующие стыки в горловинах станции располагаются во всех местах разделения секций, по которым возможна организация одновременных параллельных передвижений;

− в одну стрелочную рельсовую цепь входят не более трех одиночных стрелок;

− изолирующие стыки ограничивают также бесстрелочные участки.

Для исключения столкновения подвижных единиц, на стрелке необходимо проверить ее свободность с учетом требования габарита. При правильном размещении изолирующих стыков такую проверку выполняет стрелочная рельсовая цепь. По существующим нормам изолирующие стыки располагаются на расстоянии 3,5 м от предельного столбика, чтобы свешивающаяся часть подвижной единицы, колеса которой расположены за изолирующими стыками, не выходила за пределы габарита и не мешала движению по стрелке на соседний путь.

Изолирующие стыки, не удовлетворяющие этому требованию, считаются негабаритными и на схематическом плане условно показаны в кружке, а рядом указывается их ордината. При этом невозможность столкновения подвижных единиц, движущихся по смежным рельсовым цепям, обеспечивается специальными схемными решениями.

Участки, разделенные негабаритными стыками, являются негабаритными по отношению друг к другу [9,10]. Стрелки, участвующие в маршруте, называются ходовыми, а не участвующие, но устанавливаемые и контролируемые в строго определенном для данного маршрута положении – охранными.

Литература

1. Мерчалов С.В., Мерчалов А.С., Кожевников А.А., Федоринин Н.И. Исследование режимов работы станка резонансного типа для виброупрочнения крупногабаритных деталей сельскохозяйственной техники // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2014. № 1-2. С. 93-98.

2. Кожевников А.А. Методы контроля состояния поверхностного слоя для управления процессом виброударного упрочнения (обзор) // Упрочняющие технологии и покрытия. 2012. №10. С. 34-39.

3. Кожевников А.А. К вопросу контроля состояния поверхностного слоя детали в процессе виброударного упрочнения // Вестник ВГТУ. 2011. Т.7. №11.2. С. 23-25

4. Кожевников А.А., Артамонова А.А. Проектирование первичных элементов учебного стенда МПЦ и АБ // В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции: секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 55-58.

5. Кожевников А.А. Вариант модулярного ЦАП с тональными трактами // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 138-140.

6. Кожевников, А.А. Синтез модулярного АЦП с промежуточным преобразованием фазы / А.А. Кожевников // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. №3. С. 35-39

7. Кожевников, А.А. Цифроаналоговые преобразователи с тональными трактами / А.А. Кожевников // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. №2. С. 73-77

8. Кожевников А.А. Мультифункциональные арифметические устройства в остаточных классах / А.А. Кожевников // Доклады ТУСУР. 2018. №4. С. 59-62.

9. Кожевников А.А., Шведов Д.С. Методы построения устройств аналоговых и полуаналоговых вычислителей // В сборнике: Техника и безопасность объектов уголовно-исполнительной системы. сборник материалов Международной научно-практической межведомственной конференции. ФКОУ ВО "Воронежский институт ФСИН России". 2016. С. 258-260.

10. Щербаков О.Ю., Кожевников А.А. Виртуальные лабораторные работы для изучения средств обработки аналоговой информации // В сборнике: Актуальные вопросы науки и техники. Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. 2015. С. 166-170.

УДК 656.2

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ЛОКОМОТИВНОГО УСТРОЙСТВА БЕЗОПАСНОСТИ НА ДОНЕЦКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

Гольберг В. В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

На Донецкой железной дороге на подвижном составе применяется комплексное локомотивное устройство безопасности (КЛУБ-У), которое отвечает за безопасность движения. Внешний вид аппаратуры КЛУБ-У приведён на рисунке 1.

Рис. 1 Комплексное локомотивное устройство безопасности КЛУБ-У

Безопасность движения на транспорте является основным фактором, обеспечивающим эффективность работы перевозочного процесса. Проблемы безопасности движения возникли одновременно с появлением первых транспортных средств. Для их решения сегодня требуется более высокий уровень организационной работы и современных технических средств [1, 2].

Основным источником информации о поездной ситуации на перегонах и станциях являются системы электрической централизации (ЭЦ) и системы интервального регулирования движения поездов (автоблокировки (АБ) и полуавтоматической блокировки (ПАБ)). Системы АБ дополняются устройствами автоматической локомотивной сигнализации (АЛС). При любых погодных условиях в кабине машиниста горит огонь локомотивного светофора, оповещающий машиниста о свободности или занятости пути впереди идущим поездом, и если машинист потеряет способность управлять локомотивом, то АЛСН сама остановит поезд, приведя в действие автостоп [3, 4, 5]. За эти годы устройства локомотивной сигнализации многократно модернизировались, с целью улучшения технических свойств и повышения надёжности.

В 1994 году в г. Ижевске было разработано комплексное локомотивное устройство безопасности КЛУБ, а в 1998 году – КЛУБ-У, работа которого обеспечивается микропроцессорной техникой и имеет активное резервирование функциональных модулей для повышения надёжности. Это устройство позволяет контролировать как действия машиниста, так и параметры локомотива.

В состав устройства входят: блок электроники БЭЛ-У; блок индикации БИЛ-УВ; БИЛ-В, БИЛ-ПОМ; блок коммутации и регистрации БКР-У-1М (БКР-У-2М); антенна спутниковой навигации; приёмопередающее устройство цифровой радиосвязи; блок питания ИП-ЛЭ; блок ввода и диагностики БВД-У; датчики пути и скорости ДПС-У; блок согласования интерфейсов БСИ; комплект кабелей, стационарное устройство дешифрации регистрируемых параметров СУД (в депо с использованием компьютера) [6].

Функциями КЛУБ-У являются: автоматическое включение экстренного торможения при возникновении опасных ситуаций; обеспечение экстренного торможения по приказу дежурного по станции независимо от действий машиниста; исключение прохождения участка с запрещающим сигналом светофора без передаваемого по радиоканалу разрешения дежурного по станции; исключение самопроизвольного движения локомотива (скатывания); исключение несанкционированного выключения электропневматического клапана ЭПК; приём и дешифрация сигналов АЛСН, АЛС-ЕН; непрерывный контроль тормозной магистрали; регулярный контроль бодрствования машиниста; учёт категории поезда, типа тяги, длины блок-участков; регистрация параметров движения в электронной памяти кассеты регистрации; информирование машиниста о показаниях светофоров, числе свободных блок-участков фактической скорости с точностью до 1 км/ч и допустимой на данном участке пути

скорости движения, кривой торможения, координатах местоположения локомотива с точностью до 30 м при помощи спутниковой навигации, соблюдении графика движения, названиях станций, номерах стрелок, светофоров, перегонов и т.д., расстояниях до контрольных точек (станции, светофора, моста, тоннеля, стрелки, токораздела, опасного места и т.п.), хранящихся в электронной карте блока электроники БЭЛ-У.

Техническое обслуживание, ремонт и проведение профилактических регламентных работ в АО «Укрзализныця» регионального филиала «Донецкая железная дорога» производится работниками Славянского локомотивного депо (ТЧ-2) и Славянской дистанции сигнализации, централизации и блокировки (ШЧ-1).

Контрольные пункты (КП) в локомотивных депо должны быть оборудованы испытательными шлейфами, иметь стационарные устройства формирования и подачи сигналов АЛСН, а также блок ввода данных БВД-У.

В контрольно-ремонтных пунктах (КРП) назначаются специалисты, работающие в должности не ниже электромеханика, прошедшие обучение на заводе-изготовителе (ОАО «Ижевский радиозавод»), сдавшие экзамен и получившие свидетельство на право производства работ по эксплуатации и ремонту устройств КЛУБ-У.

Применение на подвижном составе устройств КЛУБ-У уменьшает случаи превышения допустимой скорости движения поездов, исключает проезд запрещающего показания светофора, что в свою очередь предотвращает столкновение подвижного состава, повышая безопасность движения на сети железных дорог [7].

Библиографический список

1. Шерстюков О. С. Системы технической диагностики и мониторинга и их роль в системах обеспечения безопасности движения поездов / О.С. Шерстюков // Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. - Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2018. – С. 64-67.

2. Шерстюков О. С. Современные системы технической диагностики и их роль в решении задач по обеспечению безопасности движения поездов / О.С. Шерстюков // Наука и образование: проблемы, идеи, инновации. Материалы VI Международной научно-практической конференции «Наука и образование: проблемы и тенденции развития», Уфа: Научно-издательский центр «Ника», 2018. - №9(12). – С. 41-43.

3. Шерстюков О. С. Основные направления развития систем интервального регулирования движения поездов на железных дорогах России / О.С. Шерстюков // Транспорт: Наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). Труды международной Научно-практической конференции. Секция "Теоретические и практические вопросы транспорта", Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2019. – С. 162-165.

4. Шерстюков О. С. Оценка показателей работы службы автоматики и телемеханики железной дороги / Актуальные проблемы современного транспорта. 2020. № 2. С. 19-27.

5. Шерстюков О. С. Направления развития систем интервального регулирования движения поездов / О.С. Шерстюков // Естественные и технические науки: проблемы трансдисциплинарного синтеза. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 25 декабря 2020 г. - Белгород: ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2020. – С. 62-65.

6. Руководство по эксплуатации «Устройство безопасности комплексное локомотивное КЛУБ-У» 36911-00-00 РЭ. – ОАО «Ижевский радиозавод», 2020. – 336 с.

7. Шерстюков О. С. Применение систем технической диагностики и мониторинга на железных дорогах России / О.С. Шерстюков // Труды международной Научно-практической конференции «Транспорт: наука, образование, производство» («Транспорт-2021»). Секция «Теоретические и практические вопросы транспорта» (Воронеж, 19-24 апреля 2021г.) - Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2021. – С. 247-251.

УДК 656.2

РАЦИОНАЛИЗАТОРСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ УКСПС НА УЧАСТКЕ ГОЛОФЕЕВКА – НОВЫЙ ОСКОЛ

Зайцев С. Ю.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

УКСПС – устройство контроля схода и волочения деталей подвижного состава, контролирующее нижний габарит подвижного состава [1]. Состоит из специальной металлической рамки, которая сбивается при нарушении габарита, и схемы, фиксирующей размыкание контура рамки. Устройства УКСПС являются дополнительными средствами, обеспечивающими безопасность движения поездов и предназначены для автоматического обнаружения и остановки поезда перед станцией или искусственным сооружением при наличии в составе сошедших колесных пар или свисающих частей, выходящих за пределы габарита по низу и способных повредить стрелочные переводы [2, 3, 4].

К устройствам контроля схода подвижного состава относятся датчики, токопроводящие планки и перемычки, контрольные приборы и кабели СЦБ. Датчики УКСПС устанавливаются перед станцией на расстоянии, обеспечивающем остановку поезда у входного светофора при нарушении их работы, как правило, служебным торможением. На двухпутных линиях датчики УКСПС устанавливаются только для движения по правильному пути. Вариант места установки датчиков УКСПС определяется комиссией в зависимости от средств сигнализации и связи при движении поездов (автоматическая или полуавтоматическая блокировка), типа сигнализации (трёхзначная или четырёхзначная) и максимальной длины обращающихся поездов. При автоматической блокировке с трёхзначной сигнализацией датчики УКСПС должны устанавливаться на втором участке приближения к станции на расстоянии от предупредительного светофора, обеспечивающем восприятие машинистом изменения показания предупредительного светофора при нарушении датчика УКСПС последним скатом хвостового вагона или выступающими за пределы габарита подвижного состава по низу свисающими частями хвостового вагона. Это расстояние должно быть не менее максимальной длины обращающегося на участке подвижного состава с добавлением 200 м с учётом времени переключения показания предупредительного светофора и времени его восприятия машинистом.

В целях исключения ложного срабатывания и повышения надёжности работы устройств УКСПС Управлением автоматики и телемеханики утверждены технические решения «Установка дублирующих датчиков контроля схода подвижного состава (УКСПС). В качестве организационно-технического мероприятия принято решение об установке дублирующих датчиков УКСПС на участке Голофеевка – Новый Оскол, оборудованного устройствами АБТЦ-2000 с центральным размещением оборудования в транспортабельном модуле ЭЦ-ТМ (при данной системе отсутствуют релейные шкафы на перегоне) [5]. Ввиду отсутствия свободных кабельных жил магистрального кабеля установка датчиков осуществляется по схеме с центральным питанием. Недостатком такой схемы является необходимость размещения напольного оборудования в релейном шкафу (РШ). Для повышения производительности труда и сокращении затрат на приобретение и установку РШ предлагается разместить напольное оборудование в модернизированном трансформаторном ящике. Для этого, в условиях дистанционных мастерских в трансформаторный ящик устанавливается полка для двух реле типа НМШ4-3,4 (АНШ2-2), выпрямительного блока типа БВ, двух диодов КД-210, также размещаются два резистора по 100 Ом, конденсатный блок и трансформатор ПОБС-2Г [6].

Библиографический список

1. Включение устройств контроля схода и волочения деталей подвижного состава (УКСПС) на подходах к станциям / Технические решения 419716-СЦБ.ТР. – М.: МПС РФ, 1998. – 20 с.

2. Шерстюков О. С. Системы технической диагностики и мониторинга и их роль в системах обеспечения безопасности движения поездов / О.С. Шерстюков // Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. - Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2018. – С. 64-67.

3. Шерстюков О. С. Современные системы технической диагностики и их роль в решении задач по обеспечению безопасности движения поездов / О.С. Шерстюков // Наука и образование: проблемы, идеи, инновации. Материалы VI Международной научно-практической конференции «Наука и образование: проблемы и тенденции развития», Уфа: Научно-издательский центр «Ника», 2018. - №9(12). – С. 41-43.

4. Шерстюков О. С. Основные направления развития систем интервального регулирования движения поездов на железных дорогах России / О.С. Шерстюков // Транспорт: Наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). Труды международной Научно-практической конференции. Секция "Теоретические и практические вопросы транспорта", Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2019. – С. 162-165.

5. Шерстюков О. С. Оценка показателей работы службы автоматики и телемеханики железной дороги / Актуальные проблемы современного транспорта. 2020. № 2. С. 19-27.

6. Рационализаторское предложение главного инженера Старооскольской дистанции СЦБ «Установка дублирующих датчиков УКСПС с размещением аппаратуры в трансформаторном ящике». – Ст. Оскол.: ШЧ-11, 2020. – 3 с.

УДК 656.075

КОМПЛЕКС ЗАДАЧ ДОРОЖНОГО УРОВНЯ АСУ-Ш-2 «УЧЕТ ПРИБОРОВ И ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТЫ УЧАСТКОВ РТУ»

Косенков Д.С.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

В ОАО «РЖД» значительное число технологических процессов охвачены информационными ресурсами, которые помогают грамотно и эффективно управлять производством [1, 2, 3, 4].

Комплекс задач дорожного уровня АСУ-Ш-2 «Учет приборов и планирование работы участков РТУ» (КЗ УП-РТУ) предназначается для старших механиков ремонтно-технологических участков (РТУ), руководства дистанции сигнализации, централизации и блокировки (ШЧ) и службы автоматики и телемеханики (Ш), линейных механиков, бригады комплексной замены приборов. Основным назначением КЗ УП-РТУ является планирование, оптимизация и фиксация исполнения хода работ по замене и ремонту устройств СЦБ [5].

Программа КЗ УП-РТУ позволяет в короткие сроки сделать годовой план замены приборов, выгрузку каких-либо отчетов (форм) в электронном виде.

Информацию по приборам можно выгрузить из программы в Excel. Так же программа позволяет видеть информацию о конкретном приборе, месте его установки, вести контроль выполнения планов замены, анализ отказов приборов (время, место отказа, причина отказа устройства, техническое заключение из Технического центра автоматики и телемеханики (ШТЦ)).

Для выполнения всех возможностей КЗ УП-РТУ необходимо создать базу приборов. Ввод информации по приборам происходит путем введения в программу следующих данных: заводского номера прибора, даты выпуска, даты последней проверки в РТУ, завода-изготовителя, подразделения к которому относится данный прибор (релейное или бесконтактное). Всю информацию предоставляют линейные электромеханики и старшие

электромеханики участков. Каждый год производится выверка журнала ШЛ-13 с фактически установленными приборами и с программой КЗ УП-РТУ, выверка и пополнение аварийно-восстановительного запаса (АВЗ).

Замена приборов производится согласно распоряжения о периодичности проверки приборов в РТУ, которая утверждается каждый год в службе Ш. В распоряжении указана периодичность проверки каждого типа прибора в зависимости от класса линий. Приборы имеют свой срок службы, в случае превышения назначенного срока службы или полуторного назначенного или двойного назначенного срока службы, срок периодической проверки в РТУ может быть снижен, и в РТУ при проверке клеят на прибор так называемую «желтую бирку», где собственноручно указывают дату следующей проверки.

По выполнению плана по замене приборов ежемесячно в службу Ш предоставляется отчет, где указывается, имеются ли на конец текущего месяца в дистанции просроченные приборы или нет. При наличии таковых указывается причина. Чаще всего в таких случаях, электромеханик по учету аппаратуры делает «хитрость», меняя в программе дату последней проверки в РТУ у прибора на один месяц, тем самым срок замены прибора в программе переносится на следующий месяц, хотя по факту прибор уже является просроченным.

При выдаче приборов по плану замены на линию, электромеханик по учету составляет сопроводительную ведомость, где указаны адреса установки приборов, их типы, заводские номера, даты последней проверки в РТУ и даты выпуска приборов. После фактической замены линейный механик расписывается в ведомости напротив каждого замененного прибора, внизу ставит подпись ШНС и ведомость передается в КИП и механику по учету аппаратуры, который производит замену приборов в программе согласно этой ведомости.

При замене прибора в программе ШН по учету нажимает «перемещение приборов» далее «замена приборов», нажимает Enter на приборе, который необходимо заменить и снизу него появляется строка для заполнения информации по новому устанавливаемому прибору. После ввода всех данных по новому прибору снова нажимается Enter (два раза) и прибор который заменили, автоматически отправляется в КИП. У каждого прибора так же есть так называемая «история прибора», где можно посмотреть все перемещения данного прибора, где стоял, где находится сейчас.

Программа КЗ УП-РТУ в системе АСУ Ш-2 так же взаимодействует с программой КЗ ТехОС-Ц (техническая оснащенность). Если в оснащенности имеются ошибки, такие как вместо путевого ящика (ПЯ) стоит дроссель-трансформатор, неверное название рельсовой цепи, вместо двух ПЯ стоит один, все это интегрируется в программу КЗ УП-РТУ и, следовательно там так же будут несоответствия, что приведет к невозможности внесения приборов в ПЯ или рельсовую цепь, где они стоят по факту, тем самым будет неполноценный учет приборов СЦБ, а следовательно, и возможность нахождения просроченного прибора на линии, так как данный прибор не будет учтен в программе и своевременно заменен по истечению срока периодической проверки в РТУ.

В программе возможна выгрузка приборов с истекшим назначенным сроком службы, полуторным назначенным и двойным назначенным сроком службы, для вывода из эксплуатации данных приборов. Чаще всего вывод из эксплуатации этих приборов производится на 1-2 классах линий, так как на 3,4 и 5 классах линий вывод этих приборов экономически нецелесообразен.

При формировании планов по ремонту и проверке приборов в РТУ в программе будет показана загруженность работников КИПа. На каждый тип прибора установлено свое время на проверку этого прибора и на ремонт (чел.-ч.).

Эффективное принятие управленческих решений на основе данных автоматизированных информационных систем зависит от правильности их работы, отсутствии искаженной информации, ошибок персонала, работающего в них. Важным способом борьбы с искажением информации в РТУ является автоматизация процесса

передачи данных по учету приборов [6]. КЗ УП-РТУ справляется с поставленными перед комплексом задачей.

Библиографический список

1. Шерстюков О.С. Применение комплексной автоматизированной системы учета, контроля, устранения отказов технических средств и анализа их надежности (КАС АНТ) / О.С. Шерстюков // Труды международной Научно-практической конференции «Транспорт: наука, образование, производство» («Транспорт-2021»). Секция «Теоретические и практические вопросы транспорта» (Воронеж, 19-24 апреля 2021г.) - Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2021. – С. 240-244.

2. Шерстюков О.С. Применение систем технической диагностики и мониторинга на железных дорогах России / О.С. Шерстюков // Труды международной Научно-практической конференции «Транспорт: наука, образование, производство» («Транспорт-2021»). Секция «Теоретические и практические вопросы транспорта» (Воронеж, 19-24 апреля 2021г.) - Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2021. – С. 247-251.

3. Шерстюков О.С. Автоматизированная система учёта, контроля устранения отказов устройств и анализа их надёжности / О.С. Шерстюков // Мировые тенденции развития науки, образования, технологий. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 11 июня 2021 г. / Под общ.ред. Е.П. Ткачевой. - Белгород: ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2021. – С. 42-46.

4. Горелик, А. В., Орлов А. В., Шерстюков О. С. Методика автоматизированного сбора и обработки информации о предотказных состояниях отдельных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / А. В. Горелик // Современные наукоёмкие технологии. – Москва: ООО ИД «Академия Естествознания». – 2021. – №10. – С. 28-34.

5. Комплекс задач дорожного уровня АСУ-Ш-2 «Учет приборов и планирование работы участков РТУ» (КЗ УП-РТУ) / Руководство пользователя 01115840.29003.002.И3.6. – С-Пб.: АО «Росжелдорпроект», 2006. – 75 с.

6. Шерстюков О.С. Способы передачи информации о работе технических средств в автоматизированные информационные системы / Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2021. №1(81). С. 80-87.

УДК 621.315.2

ТЕХНОЛОГИЯ ИСПЫТАНИЯ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ ПОВЫШЕННЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ В ООО «СВЯЗЬСТРОЙ ИНЖИНИРИНГ»

Леднев А.Р.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

В ходе эксплуатации или электромонтажа в кабельных линиях зачастую возникает ряд повреждений, требующих их устранения в кратчайшие сроки:

1. Обрыв жил.
2. Короткое замыкание между жил или на землю.
3. Утечка масла (в маслонаполненных кабелях).
4. Механические повреждения.

После устранения данных повреждений для ввода кабеля в эксплуатацию необходимо провести высоковольтные испытания. Во время испытаний выявляются слабые места изоляции кабеля и не редко наблюдаются дефекты и ошибки монтажа муфт. Так же испытания силовых кабелей необходимо проводить периодически в соответствии с нормативно технической документацией, Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) и Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП).

Характеристики, снятые в процессе испытаний кабельных линий, должны заноситься в протокол установленной формы.

Кабельные линии до 1 кВ испытанию повышенным напряжением не подвергаются. Кабельные линии от 1-10 кВ испытываются по следующей методике.

В первую очередь выполняется фазировка и проверка целостности жил кабеля. Данная операция заключается в проверке соответствия фаз на шинах источника питания, жилам кабеля на электроустановке потребителя. Фазировка кабеля 6 или 10 кВ выполняется с использованием указателя напряжения с фазировочной трубкой. Далее проверяется целостность жил кабеля при помощи мегаомметра, путем парного закорачивания жил кабеля и измерения сопротивления на их концах.

После проведения фазировки кабеля и проверки его целостности необходимо измерить сопротивления изоляции. Измерение сопротивления изоляции кабеля, согласно методике проводятся мегаомметром напряжением 2500 В в течение 60 секунд [1]. Величина сопротивления изоляции для кабельных линий до 1 кВ не должна быть ниже 0,5 МОм, а для кабельных линий выше 1 кВ не нормируется, но рекомендуется, что сопротивление изоляции должно быть в пределах 10 МОм и выше. Данная операция производится путем соединения всех жил и оболочки кабеля (кроме испытуемой жилы) между собой и контуром заземления, таким образом, мы одновременно проверяем сопротивление изоляции испытуемой жилы относительно остальных жил и контура заземления. По окончанию замера необходимо снять заряд с кабеля, заземлив весь кабель.

Следующим действием является испытание кабельной линии повышенным напряжением постоянного тока. Испытание повышенным напряжением согласно методике производится индивидуально для каждой жилы проверяемого кабеля [2]. На время испытаний, не испытываемые жилы кабеля и металлические оболочки должны быть заземлены. При такой схеме испытывается изоляция между жилой и землей, а также относительно других фаз.

Процесс испытания выглядит следующим образом. Силовой кабель полностью отключается от электроустановки или ошиновки, и разводятся жилы на расстояние не менее 15 см друг от друга. К испытываемой жиле подключается испытательная установка АИД-70Ц и при помощи регулятора на блоке управления постепенно наращивается напряжение до величины, прописанной в инструкции. Время прикладывания повышенного напряжения к кабельной линий напряжением до 10 кВ с бумажной и пластмассовой изоляцией после монтажа составляет 10 минут, а во время эксплуатации – 5 минут. Время прикладывания повышенного напряжения к кабельным линиям напряжением до 10кВ с резиновой изоляцией составляет 5 минут. Кабельная линия считается прошедшей испытания, если токи утечки во время испытаний не превышают максимально допустимых, указанных в нормативно технической документации [3,4].

На железных дорогах России к энергоснабжению устройств (а также к кабельной продукции), отвечающих за организацию перевозочного процесса и безопасность движения, предъявляются высокие требования [5]. Поэтому от правильной организации испытания электрических кабелей и ввода их в эксплуатацию напрямую зависит бесперебойность движения поездов.

Библиографический список

1. Методические указания по проведению измерения сопротивления изоляции обесточенных электрических цепей МУ04-2019. – Тула: ООО «Связьстрой Инжиниринг», 2019. – 7 с.

2. Методические указания по проведению испытания изоляции повышенным напряжением МУ08-2019. – Тула: ООО «Связьстрой Инжиниринг», 2019. – 16 с.

3. Правила устройства электроустановок: 7-е издание Главгосэнергонадзор России. – М.: ЗАО «Энергосервис», 2007. – 504 с.

4. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Дизайн ПРО, 2008. – 162 с.

5. Шерстюков О.С., Аксенов Д.А. Анализ существующих систем питания устройств электрической централизации // Современная наука: диалог естественно-научной и социально-гуманитарной субкультур: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 12 октября 2020 г. / Под общ. ред. Е. П. Ткачевой. - Белгород: ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2020. С. 25-28.

УДК 656.2

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ УКСПС НА УЧАСТКЕ РАНЕНБУРГ - УРУСОВО

Лыков Г. В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Железная дорога – место повышенной опасности. Устройство контроля схода подвижного состава (УКСПС) является дополнительным средством обеспечения безопасности движения поездов. УКСПС используется для автоматического обнаружения деталей, которые выступают за пределы нижнего габарита в железнодорожном составе. Поезда, при следовании которых сработало УКСПС, должны останавливаться локомотивной бригадой, как правило, по запрещающему показанию входного, проходного светофора или светофора прикрытия, с автоматически формируемой информацией о нарушении габарита по поездной радиосвязи [1].

В Мичуринской дистанции СЦБ в процессе эксплуатации УКСПС выявлены недостатки имеющейся конструкции устройства:

- образование микротрещин в металлических планках, сварных соединениях, а также потеря электрического контакта в разных болтовых соединениях вследствие незащищённости электрической цепи от климатических и динамических воздействий;
- разрушение датчиков в зимний период, от падения наледи с проходящих поездов;
- крепление основания датчиков к деревянной шпале, которая со временем приходила в негодность. Работа по проверке УКСКС в данном случае требовала участия работников дистанции пути (ПЧ), которые отвечали за содержание шпалы в удовлетворительном состоянии. В случае необходимости замены основания УКСПС, требовалось участие работников ПЧ, так как только у них есть специальный ключ строгого учёта для откручивания шурупов [2,3,4].

На основании всех этих факторов, для исключения остановок поездов из-за ложного срабатывания УКСПС, данное устройство прошло модернизацию с использованием современных технологий и материалов и в эксплуатацию поступило УКСПС модификации ПМ (УКСПС-ПМ). Данные образцы поступили в Мичуринскую дистанцию сигнализации, централизации и блокировки для установки на участках (рисунок 1) [5].

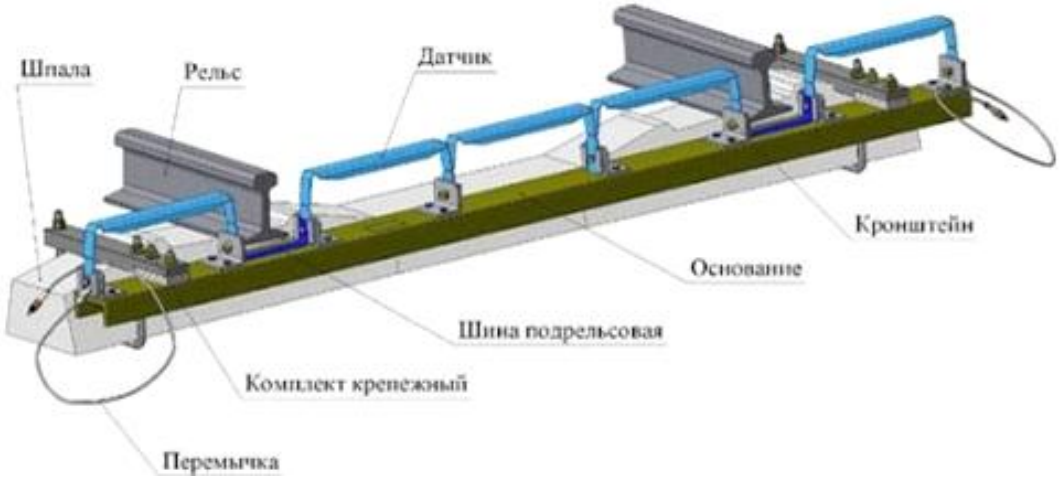


Рис. 1 Внешний вид УКСПС-ПМ

Несущей частью УКСПС-ПМ является основание, выполненное из диэлектрического материала (пултрузионный армированный стеклопластик), на котором смонтированы все элементы устройства.

Устройство имеет пять датчиков соединенных последовательно. Три датчика, находящиеся внутри рельсовой колеи, соединены с двумя датчиками снаружи колеи подрельсовыми шинами. По концам устройства имеются две перемычки для подключения к кабельным концевым муфтам. Контрольная электрическая цепь включает в себя – датчики, шины подрельсовые и перемычки. Срабатывание устройства происходит при разрушении датчика в местах уменьшенного сечения профиля, в зависимости от направления силового воздействия.

Разрушаемыми элементами устройства являются датчики, изготовленные из стального листа методом штамповки с последующей термообработкой. Датчики снабжены сминаемыми элементами - индикаторами соударения, для распознавания и подтверждения факта удара.

Преимущества и высокая надёжность данной конструкции достигается благодаря:

- минимальному количеству элементов изделия включаемых в контрольную электрическую цепь;
- соединение датчиков между собой, а также с шинами подрельсовыми и перемычками осуществляется резьбовыми виброустойчивыми соединениями;
- отсутствие составляющих деталей датчика и дополнительных элементов связей датчиков, находящихся внутри рельсовой колеи, обеспечено цельнометаллической конструкцией датчиков, что сокращает количество источников переходного сопротивления;
- контактные поверхности элементов электрической цепи лужены и обладают повышенной коррозионной защищённостью, обеспечивающей надёжный электрический контакт;
- основание выполнено из диэлектрического высокопрочного композиционного материала, обеспечивающего простоту сборки и надёжность изоляции относительно рельса [6,7].

УКСПС-ПМ были установлены на участке Раненбург – Урусово в 2014 году. За все время эксплуатации не было ни одного ложного срабатывания. Устройство просто в эксплуатации и быстром демонтаже в случае необходимости.

За весь период эксплуатации была произведена одна доработка – установка дублирующих перемычек от крайних датчиков до муфты.

Применение УКСПС-ПМ на участках дистанции повышает надёжность работы данных устройств.

Библиографический список

1. Шерстюков О. С. Системы технической диагностики и мониторинга и их роль в системах обеспечения безопасности движения поездов / О.С. Шерстюков // Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. - Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2018. – С. 64-67.

2. Шерстюков О. С. Современные системы технической диагностики и их роль в решении задач по обеспечению безопасности движения поездов / О.С. Шерстюков // Наука и образование: проблемы, идеи, инновации. Материалы VI Международной научно-практической конференции «Наука и образование: проблемы и тенденции развития», Уфа: Научно-издательский центр «Ника», 2018. - №9(12). – С. 41-43.

3. Шерстюков О. С. Основные направления развития систем интервального регулирования движения поездов на железных дорогах России / О.С. Шерстюков // Транспорт: Наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). Труды международной

Научно-практической конференции. Секция "Теоретические и практические вопросы транспорта", Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2019. – С. 162-165.

4. Шерстюков О. С. Оценка показателей работы службы автоматики и телемеханики железной дороги / Актуальные проблемы современного транспорта. 2020. № 2. С. 19-27.

5. Устройства контроля схода подвижного состава УКСПС-П / Руководство по эксплуатации НФТХ.30.007.000.000.РЭ. – М.: ООО «НТЦ Информационные Технологии», 2009. – 12 с.

6. Распоряжение ОАО «РЖД» от 05.12.2018 № 2586/р «Об утверждении Правил оборудования железнодорожных линий устройствами контроля схода железнодорожного подвижного состава. – М.: ОАО «РЖД», 2018. – 14 с.

7. Технические требования к УКСПС ЭТТ.000.00.1. – М.: ОАО «РЖД», 2016. – 18 с.

УДК 656.075

СИСТЕМА СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ И ПРЕСКРИПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ХОЗЯЙСТВА АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ (АС АНПШ)

Негодяева К.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

АС АНПШ основана на системе принятия управленческих решений в соответствии с положениями риск-менеджмента (риск нельзя исключить полностью, его можно только снизить) [1]. Управление надежностью систем ЖАТ осуществляется на основе методологий УРРАН в части оценки влияния рисков на перевозочный процесс [2]. Данная программа ведет учет параметров надежности объектов железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ). АС АНПШ способствует повышению надежности тех объектов ЖАТ, которые влияют на снижение перевозочного процесса.

В АС АНПШ реализован статистический анализ данных, ведение которых осуществляется в автоматизированных системах, эксплуатируемых в хозяйстве автоматики и телемеханики:

- АСУ-Ш-2 (повышает эффективность функционирования хозяйства СЦБ за счет обеспечения полноты и достоверности оперативной информации о состоянии хозяйства);
- ЕКАСУИ (обеспечивает и упрощает планирование работ, оптимизацию экономических расходов (ресурсосбережение), обеспечение контроля аппаратуры ЖАТ в исправном состоянии);
- КЗ «Мониторинг» (мониторинг предотказных состояний аппаратуры ЖАТ);
- КАС АНТ (формирование анализа отказов в работе технических средств);
- ЕКАСУФР (контроль всех ключевых показателей деятельности дистанции в области финансов, имущества, материально-технического снабжения).

В дальнейшем, при анализе статистических данных в автоматизированных информационных системах хозяйства автоматики и телемеханики возникает необходимость в нахождении связи между факторными и результативными переменными (например, средней величиной фактического времени до восстановления и регламентным временем устранения отказов, количество пар поездов в сутки и количеством задержанных поездов и др.) [3, 4, 5, 6].

Данные о технических параметрах объектов ЖАТ и об инцидентах на объектах автоматически обрабатываются по методологии УРРАН [2]. На основе полученных результатов осуществляется оценка риска влияния технических средств на перевозочный процесс, и формируются управленческие решения по распределению финансовых ресурсов на те объекты, вложение средств в которые принесет максимальную эффективность для обеспечения перевозочного процесса.

На основе результатов статистической обработки данных от смежных систем в АС АНПШ автоматически формируются:

- адресные мероприятия по повышению надежности технических средств ЖАТ;

- списки основных средств систем автоматической блокировки (АБ) и электрической централизации (ЭЦ) для включения в титульные списки капитального ремонта;

- плановые показатели деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики.

АС АНПШ функционирует в каждой дистанции СЦБ и ИЧ, службах автоматики и телемеханики дирекций инфраструктуры, в центральной дирекции инфраструктуры службы автоматики и телемеханики (ЦШ ЦДИ) и проектно-конструкторском бюро (ПКБ И).

Запуск системы АС АНПШ осуществляется с web-ресурса. Вызов сайта АС АНПШ на рабочем месте пользователя осуществляется с помощью web-браузера по адресу http://10.248.85.41/anpsh/ (указана ссылка на АС АНПШ на момент выпуска документа).

В состав АС АНПШ входят следующие подсистемы:

- подсистема «Формирование адресных планов повышения надежной работы технических средств» (АНПШ-ППН);

- подсистема «Назначение капитального ремонта систем ЖАТ» (АНПШ-Капремонт);

- подсистема «Мониторинг уровня риска» (АНПШ-Мониторинг уровня риска);

- подсистема «Планирование показателей деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики» (АНПШ-Балльная оценка деятельности).

Функциональность всех подсистем в составе АС АНПШ реализована на результатах автоматических расчетов показателей надежности и уровней рисков объектов ЖАТ на основе методологии УРРАН.

Для расчета показателей надежности и уровней риска из внешних систем в АС АНПШ поступают следующие данные:

- данные об отказах технических средств (КАС АНТ);

- данные о предотказах (КЗ «Мониторинг»);

- данные об отступлениях в содержании устройств ЖАТ (ЕКАСУИ);

- данные о технической оснащенности объектов ЖАТ (АСУ-Ш-2);

- данные перевозочного процесса объектов инфраструктуры (АСУ-Ш-2 – планируется реализация получения информации из АС НПС).

Результатом обработки данных от внешних систем являются:

- показатели надежности объектов ЖАТ (нормативные и фактические);

- прогнозные уровни рисков объектов ЖАТ.

Функциональность подсистемы «АНПШ-Капремонт» реализована в соответствии с методикой управления ресурсами и рисками при назначении капитального ремонта систем ЖАТ на основе методологии УРРАН от 30.11.2017 и инструкции «Виды и характеристики ремонтов, межремонтные сроки объектов основных средств железнодорожной автоматики и телемеханики» от 27.10.2016 №2157р.

Функциональность подсистемы «АНПШ-Балльная оценка деятельности» реализована в соответствии с методикой планирования показателей деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики на основе методологии УРРАН от 28.02.2019 г.

АС АНПШ позволяет организовать процесс управления хозяйством автоматики и телемеханики более эффективно.

Библиографический список

1. Система статистического анализа показателей надежности и прескриптивного управления процессами хозяйства Автоматики и телемеханики / Руководство пользователя 01095505.19003.070.ИЗ.2. – С-Пб.: Гипротранссигналсвязь, 2020. – 72 с.

2. Методическое руководство по управлению ресурсами и рисками в хозяйстве автоматики и телемеханики на основе методологии УРРАН. – М.: ОАО «РЖД», 2015. – 49 с.

3. Орлов А.В., Шерстюков О.С. Взаимозависимость статистических данных в автоматизированных информационных системах хозяйства автоматики и телемеханики на основе метода корреляции // Траектория научно-технологического развития России с учетом глобальных трендов: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 29 ноября 2019 г. / Под общ. ред. Е. П. Ткачевой. - Белгород: ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2019. С. 129-132.

4. Шерстюков О.С. Определение ошибок в автоматизированных информационных системах хозяйства автоматики и телемеханики / О.С. Шерстюков // Транспорт: Наука, образование, производство ("Транспорт-2020"). Труды международной Научно-практической конференции. Секция "Теоретические и практические вопросы транспорта", Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2020. – С. 85-89.

5. Горелик, А.В., Дорохов В.С., Орлов А.В., Скрипниченко И.Г., Шерстюков О.С. Особенности применения информационных систем для управления инфраструктурным комплексом железнодорожного транспорта / А. В. Горелик // Современные наукоёмкие технологии. – Москва: ООО ИД "Академия Естествознания". – 2020. – №6 (часть 2). – С. 228-233.

6. Шерстюков О. С. Оценка показателей работы службы автоматики и телемеханики железной дороги / Актуальные проблемы современного транспорта. 2020. № 2. С. 19-27.

УДК 656.075

ЕДИНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РЕКЛАМАЦИОННО-ПРЕТЕНЗИОННОЙ РАБОТЫ ОАО «РЖД»

Стручалина С.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

В настоящее время в ОАО «РЖД» распределёнными информационными ресурсами охвачены различные технологические процессы. Соответственно, можно говорить о феномене «цифровой трансформации железной дороги» [1, 2, 3, 4].

Одной из таких систем является Единая автоматизированная система рекламационно-претензионной работы ОАО «РЖД» (ЕАСАПР РЖД), которая предназначена для автоматизации ведения, учета и оформления исходящих рекламационных и претензионных событий, а также исходящих и входящих претензионных событий не связанных с рекламациями аппаратуры железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ).

ЕАСАПР РЖД предоставляет следующие функциональные возможности:

- регистрация входного контроля товаров;
- оформление акта приемки М-7, акта об отсутствии документов;
- контроль наличия гарантийных обязательств;
- регистрация сведений об обнаруженном дефекте и объекте, по которому выявлен дефект [5];
- оформление вызова представителя поставщика (завода-изготовителя) для составления рекламационного акта и отправка его по электронной почте при наличии такого условия в договоре;
- оформление приказа об образовании комиссии для оставления рекламационного акта;
- оформление рекламационного акта;
- оформление акта исследования в случае проведения исследования товара;
- оформление акта о восстановлении или замене товара;
- регистрация результатов рекламационной работы;
- ведение отчетности по рекламационной работе и полному циклу работы с выявленным дефектом в зоне видимости пользователя;
- контроль сроков выполнения работ по рекламационной работе;
- оформление претензии;

- регистрация результатов претензионной работы;

- ведение отчетности по претензионной работе и полному циклу работы с выявленным дефектом в зоне видимости пользователя;

- контроль сроков выполнения работ по претензионной работе;

- подготовка комплекта документов для формирования исков;

- выявление недобросовестных поставщиков, изготовителей, объектов по результатам рекламационно-претензионной работы [6].

В соответствии с функциональными возможностями в системе ЕАСАПР РЖД предусмотрены следующие режимы:

1 Регистрация:

1.1 Приемка товаров и регистрация дефектов:

- входной контроль;
- объект;
- дефект.

1.2 Рекламационная работа:

- вызов поставщика;
- рекламация;
- акт исследования;
- акт восстановления.

1.3 Претензионная работа:

- рекламационные;
- исходящие;
- входящие.

1.4 Подготовка материалов к исковой работе:

- рекламационные;
- исходящие;
- входящие.

1.5 Вагонный парк центральной дирекции закупок и снабжения (ЦДЗС).

2 Справки:

- результаты рекламационной работы;
- результаты претензионной работы;
- результаты исковой работы;
- количество возникших дефектов по категориям;
- количество возникших дефектов по моменту обнаружения;

- аналитика соблюдения нормативных сроков всех этапов рекламационно-претензионной работы;

- накопительная ведомость отказов и дефектов гарантийных сборочных единиц и деталей;

- журнал ведения учета рекламационно-претензионной работы;
- стадии рекламационно-претензионной работы;
- стадии исходящей и входящей претензионной и исковой работы;
- анализ работы поставщиков;
- анализ дефектных узлов;
- анализ качества поставляемых товаров;
- сводный отчет по претензионной работе;
- мониторинг задержек парка вагонов ЦДЗС;

- отчет своевременности предоставления ДМТО качественного комплекта документов для ведения претензионной работы;

- журнал входного контроля;

3 Помощь.

Применение системы ЕАСАПР РЖД позволяет ускорить процесс рекламационно-претензионной работы в части решения вопросов по отказам аппаратуры ЖАТ, что будет

способствовать в определённой мере выработке решений по эффективному управлению хозяйством автоматики и телемеханики [7].

Библиографический список

1. Шерстюков О.С. Применение комплексной автоматизированной системы учёта, контроля, устранения отказов технических средств и анализа их надёжности (КАС АНТ) / О.С. Шерстюков // Труды международной Научно-практической конференции «Транспорт: наука, образование, производство» («Транспорт-2021»). Секция «Теоретические и практические вопросы транспорта» (Воронеж, 19-24 апреля 2021г.) - Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2021. – С. 240-244.

2. Горелик, А. В., Орлов А. В., Шерстюков О. С. Методика автоматизированного сбора и обработки информации о предотказных состояниях отдельных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / А. В. Горелик // Современные наукоёмкие технологии. – Москва: ООО ИД «Академия Естествознания». – 2021. – №10. – С. 28-34.

3. Шерстюков О.С. Применение систем технической диагностики и мониторинга на железных дорогах России / О.С. Шерстюков // Труды международной Научно-практической конференции «Транспорт: наука, образование, производство» («Транспорт-2021»). Секция «Теоретические и практические вопросы транспорта» (Воронеж, 19-24 апреля 2021г.) - Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2021. – С. 247-251.

4. Шерстюков О.С. Автоматизированная система учёта, контроля устранения отказов устройств и анализа их надёжности / О.С. Шерстюков // Мировые тенденции развития науки, образования, технологий. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 11 июня 2021 г. / Под общ.ред. Е.П. Ткачевой. - Белгород: ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2021. – С. 42-46.

5. Стандарт ОАО «РЖД» СТО РЖД 05.007-2019 «Рекламационно-претензионная работа в ОАО «РЖД». Общий порядок проведения». – М.: ОАО «РЖД», 2019. – 49 с.

6. Руководство пользователя ЕАСАПР РЖД. – М.: ОАО «РЖД», 2019. – 126 с.

7. Шерстюков О.С. Способы передачи информации о работе технических средств в автоматизированные информационные системы / Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2021. №1(81). С. 80-87.

УДК 656.2

ВОЗМОЖНОСТИ МПЦ «ДИАЛОГ»

Тугачев Е. О.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

МПЦ «Диалог» предназначена для оборудования станций устройствами управления стрелками и светофорами при новом строительстве, при полной или частичной реконструкции. МПЦ «Диалог» представляет собой комплекс микропроцессорных устройств, обеспечивающих установку, замыкание и размыкание маршрутов на станции, при соблюдении требований безопасности движения поездов, путём проверки выполнения требуемых взаимозависимостей микропроцессорными устройствами, в соответствии с принципами, принятыми в существующих устройствах ЭЦ [1, 2].

МПЦ «Диалог» обеспечивает выполнение следующих функций:

- контроль положения и режим работы стрелок, включая передачу их на местное управление, состояние путей, стрелочных и путевых участков, контроль состояния светофоров, перегонов и участков приближения, контроль состояния других устройств СЦБ и устройств электроснабжения;
- отображение на экранах мониторов состояния объектов контроля и управления;
- задание и отмену маршрутов, включая их искусственное размыкание;
- управление стрелками, светофорами и другими устройствами СЦБ;

- выключение и обратное включение стрелок и путевых участков, как с сохранением, так и без сохранения пользования сигналами;

- блокировку управления стрелками и открытие светофоров;

- автовозврат охранных стрелок в соответствии с проектом (с защитой от потери шунта);

- управление устройствами переездной сигнализации, расположенными в пределах станционной зоны извещения в соответствии с проектом ввода команд ДСП, а также протоколирование и хранение на жёстком диске информации о состояние объектов контроля, команд управления и действий ДСП, взаимодействие с системами САУТ, МАЛС, КГУ, УКСПС, УТС, устройствами обдувки и электрообогрева стрелок [3].

МПЦ «Диалог» обеспечивает управление стрелками, светофорами и задание маршрутов в режимах: телеуправления (диспетчерское при ДЦ или телеуправления с соседней станции) и управления с АРМ ДСП, в одном из режимов: маршрутном режиме, режиме раздельного управления. В маршрутном режиме управления МПЦ «Диалог» обеспечивает установку поездных и маневровых маршрутов, открытие светофора, ограждающего данный маршрут при обеспечении всех условий безопасности путём проверки необходимых взаимозависимостей и взаимного замыкания стрелок и светофоров. Маршрутный режим управления является основным. В режиме раздельного управления МПЦ «Диалог» обеспечивает индивидуальное управление объектами (перевод стрелок, замыкание маршрута с последующим открытием светофора и т.д.) с проверкой всех зависимостей, относящихся к данному объекту. Режим раздельного управления применяется, как правило, при наличии ограничений, связанных с выполнением профилактических и ремонтных работ: выключение стрелок и участков из зависимостей, закрытии путей и участков для движения и др. При управление стрелками в раздельном или маршрутном режиме исключается перевод стрелок при занятом изолированном участке, а также перевод замкнутых в маршруте стрелок (в том числе и охранных). Автовозврат охранных стрелок осуществляется с применением защиты от потери шунта.

МПЦ «Диалог» осуществляет логический контроль:

- несанкционированной потери контроля стрелки;

- ложной свободности и занятости рельсовых цепей;

- изменения положения только одной заданной стрелки в режиме вспомогательного перевода;

- отсутствия отклонений от последовательности занятия и освобождения путевых участков при маршрутизированных передвижениях на станциях и перегонах;

- правильности сигнализации светофора путём сопоставления сигнального показания с поездным положением;

- перекрытия светофора, разрешающего движения по установленному маршруту, при занятии любого стрелочного или путевого участка;

- фактической выдержки времени при реализации отмены или искусственной разделки маршрута, управления переездной сигнализацией и в других случаях.

МПЦ «Диалог» содержит:

- автоматизированное рабочее место дежурного по станции (АРМ ДСП), включая пульт ответственных команд;

- автоматизированное рабочее место электромеханика (АРМ ШН);

- управляющий вычислительный комплекс;

- исполнительные устройства;

- напольные устройства;

- устройства электроснабжения;

- устройства увязки с системами ДЦ и ДК.

В АРМ ДСП осуществляется протоколирование на жёстком диске информации о состояние объектов управления и контроля, командах управления и действиях ДСП.

Оборудование железнодорожных станций современными системами управления на микропроцессорной элементной базе позволит улучшить процесс организации движения поездов, а также повысить показатели надёжности и безопасности систем железнодорожной автоматики [4, 5 , 6, 7].

Библиографический список

1. Шерстюков О. С. Преимущества микропроцессорных централизаций перед релейными системами управления движением поездов на станциях / О.С. Шерстюков // Человек и общество в системе современных научных парадигм. Материалы V Международной научно-практической конференции, Уфа: Научно-издательский центр «Ника», 2019.– С. 32-35.

2. Шерстюков О. С. Организация проектирования системы электрической централизации / О.С. Шерстюков // Исследование в сфере естествознания и технических наук: Экспериментальный и технический поиск. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. - Белгород: ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2019. – С. 37-40.

3. Крылов, А.Ю., Шалягин Д.В. Системы «ДИАЛОГ»: унификация и системный подход / А.Ю. Крылов // Автоматика, связь, информатика. – 2006. – № 11. – С. 29-31.

4. Шерстюков О. С. Системы технической диагностики и мониторинга и их роль в системах обеспечения безопасности движения поездов / О.С. Шерстюков // Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. - Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2018. – С. 64-67.

5. Шерстюков О. С. Современные системы технической диагностики и их роль в решении задач по обеспечению безопасности движения поездов / О.С. Шерстюков // Наука и образование: проблемы, идеи, инновации. Материалы VI Международной научно-практической конференции «Наука и образование: проблемы и тенденции развития», Уфа: Научно-издательский центр «Ника», 2018. - №9(12). – С. 41-43.

6. Шерстюков О. С. Основные направления развития систем интервального регулирования движения поездов на железных дорогах России / О.С. Шерстюков // Транспорт: Наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). Труды международной Научно-практической конференции. Секция "Теоретические и практические вопросы транспорта", Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2019. – С. 162-165.

7. Шерстюков О. С. Оценка показателей работы службы автоматики и телемеханики железной дороги / Актуальные проблемы современного транспорта. 2020. № 2. С. 19-27.

УДК 656.075

ПРИНЦИП РАБОТЫ КОМПЛЕКСА КЗТех Ос-Ц СИСТЕМЫ АСУ-Ш-2

Ушакова К.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

На техническую эксплуатацию инфраструктурного комплекса железных дорог России уходят значительные средства, задача рационализации связанных с ней расходов является особенно актуальной. В настоящее время ОАО «РЖД» рассматривается возможность адресного распределения ресурсов и оптимизация затрат по различным критериям. Современные автоматизированные информационные системы выполняют в этом процессе одну из главных ролей [1, 2].

Комплексная автоматизированная система управления хозяйством сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) АСУ-Ш-2 включает в себя ряд программ, которые взаимосвязаны между собой. Одной из них является программа КЗТех Ос-Ц, предназначенная для учета и анализа технической оснащенности железных дорог устройствами железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ).

В ОАО «РЖД» образовалась потребность в сборе, группировке, накоплении и последующем отражении информации по оснащенности техническими средствами дистанций СЦБ. Программа КЗТех Ос-Ц позволила осуществить не только сбор и анализ введенной информации, но и расчет технических единиц. Собранная база данных предназначена для анализа технической оснащенности дистанции с выдачей отчетных и справочных форм, а также для использования ряда других задач АСУ Ш-2.

В системе КЗТех Ос-Ц организована передача данных с интеграцией по вертикали ШЧ-Ш-ЦШ.

Программа имеет современный и понятный пользовательский интерфейс, помощь в исправлении ошибок и обеспечивает следующие возможности:

- анализ технической оснащенности;
- ведение отчетности по технической оснащенности;
- формирование и введение данных технической оснащенности устройствами СЦБ.

Введение данных осуществляется с помощью ряда разделов программы:

- напольное оборудование;
- паспорт рельсовых цепей;
- паспорт станций и перегонов;
- системы на участках и кругах.

Рабочее место системы представлено на рисунке 1.

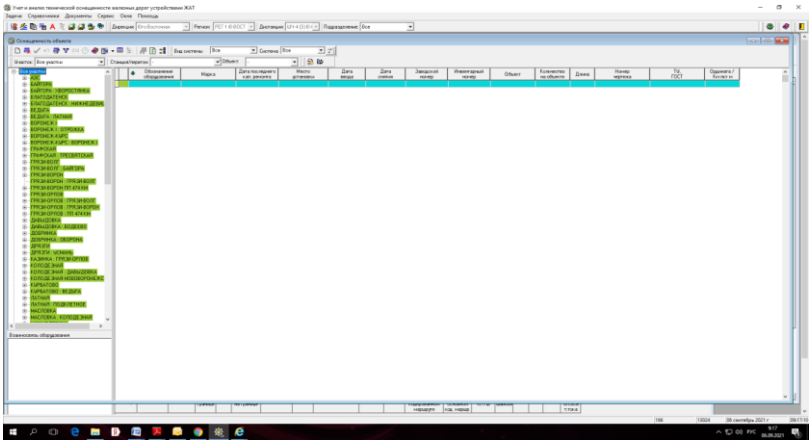


Рис. 1 Рабочее место системы КЗТех Ос-Ц

Для выявления ошибок ввода, в систему заложен алгоритм расчета эксплуатационных длин пути, рельсовых цепей, светофоров, паспорта станций и перегонов, основанный на типовом решении «Методы ввода блок–участков и рельсовых цепей на перегоне».

При некорректном вводе информации программа КЗТех Ос-Ц информирует пользователя с помощью выделения в соответствующий цвет об ошибке. При наведении мышью на выделенную область появляется подсказка, позволяющая за короткое время произвести исправление.

На основе полноты заполнения всех разделов программы, каждый месяц формируются технические единицы дистанции, обусловленные расчетом количества штатных работников.

Главным выходным документом КЗТех Ос-Ц является «Отчет о технических средствах хозяйства СЦБ» по форме АГО-5, который составляется ежегодно по состоянию на 1 января, а также табличные формы к отчету, сгруппированные в 8 разделов, общие показатели, пояснительная записка и титульный лист.

Отчет АГО-5 представлен на рисунке 2.

Порядок работы в системе КЗТех Ос-Ц приведен в документе 01095505.09003.ПГ.3 «Технология автоматизированного учета и анализа технической оснащенности железных дорог устройствами СЦБ».

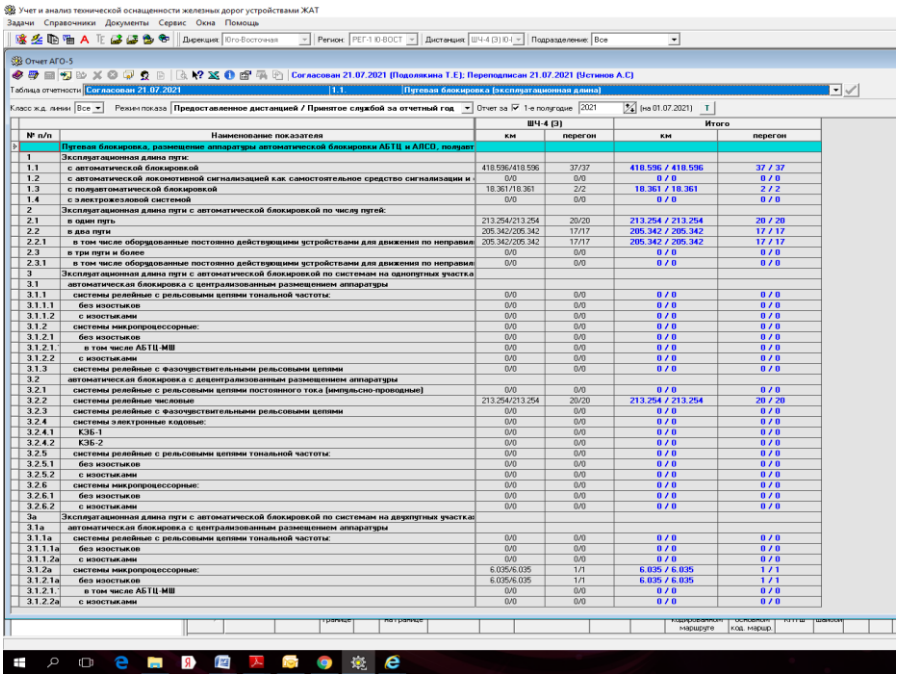


Рис. 2 Отчет АГО-5

Основной целью программы КЗТех Ос-Ц является повышение эффективности функционирования хозяйства СЦБ за счет обеспечения полноты и достоверности оперативной информации о состоянии хозяйства автоматики и телемеханики [3].

Библиографический список

1. Горелик, А.В., Дорохов В.С., Орлов А.В., Скрипниченко И.Г., Шерстюков О.С. Особенности применения информационных систем для управления инфраструктурным комплексом железнодорожного транспорта / А.В. Горелик // Современные наукоемкие технологии. – 2020. – №6 (часть 2). – С. 228-233.

2. Горелик, А. В., Орлов А. В., Шерстюков О. С. Методика автоматизированного сбора и обработки информации о предотказных состояниях отдельных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / А. В. Горелик // Современные наукоемкие технологии. – Москва: ООО ИД «Академия Естествознания». – 2021. – №10. – С. 28-34.

3. Комплексная автоматизированная система управления хозяйством сигнализации, централизации и блокировки второго поколения. Комплекс задач «Учет и анализ технической оснащенности железных дорог устройствами ЖАТ» (КЗ ТехОс-Ц) / Руководство пользователя 01095505.09003.007.ИЗ.02.11. – С.-Пб.: Гипротранссигналсвязь, 2020. – 184 с.

УДК 656.2

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕРКИ ПАРАМЕТРОВ РЕЛЕ ДСШ

Филиппова В.С.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Станционные рельсовые цепи играют важную роль в организации перевозочного процесса и обеспечении безопасности движения на железнодорожных станциях. От надежной работы путевых реле напрямую зависят показатели надежности рельсовых цепей.

Добиться сокращения числа отказов, связанных с неисправностью устройств ЖАТ и рельсовых цепей, возможно путем внедрения на участках железных дорог современных систем автоматики на микропроцессорной элементной базе, а также выполняя все требования и правила по проверке параметров работы устройств [1, 2, 3, 4].

Для проверки параметров двухэлементных секторных реле в Грязинской дистанции СЦБ Юго-Восточной железной дороги применяется специализированный стенд ДСШК.

Стенды проверки параметров реле ДСШ предназначены для измерений электрических временных параметров двухэлементных секторных штепсельных реле:

1. Напряжения на обмотках проверяемого реле.
2. Силы переменного тока в обмотках проверяемого реле.
3. Переходного сопротивления контактов реле.
4. Угла разности фаз между напряжениями (токами) на обмотках реле.
5. Времени срабатывания проверяемого реле.

Стенд обеспечивает проверку одного реле. Проверяются такие реле, как ДСШ-12, ДСШ-13, ДСШ-13А.

Стенд состоит из следующих основных элементов:

1. Измерительного блока.
2. Правого и левого манипуляторов.
3. Релейной стойки и светового экрана.

В измерительном блоке размещены:

1. Два управляемых источника переменного напряжения 25 и 50 Гц.
2. Амплитудно-независимый фазовращатель.
3. Пять цифровых индикаторов, являющихся выходными устройствами измерительных каналов:

- канал измерения значений напряжения переменного тока в обмотках проверяемого реле;
- канал измерения значений силы переменного тока в обмотках проверяемого реле;
- канал измерения значений переходного сопротивления контактов проверяемого реле;
- канал измерения значений угла разности фаз между напряжениями (токами) на обмотках проверяемого реле;
- канал контроля значений временных параметров проверяемых реле.

Весь технологический процесс проверки параметров ДСШ разбит на 6 режимов измерения. С 1 по 4 режим производится проверка напряжений и токов срабатывания и отпускания, переходного сопротивления контактов в соответствующих тройниках. Пятый режим – производится проверка на неодновременность замыкания контактов. Шестой режим – контроль времени срабатывания реле.

Переключение режимов производится переключателем, расположенным на левом манипуляторе. При этом автоматически собирается схема измерения, идентифицируется световыми сигналами состояние контактов реле.

Измерение напряжений токов в обмотках проверяемых реле и переходных сопротивлений контактов осуществляется цифровыми каналами стенда. Ток измеряется при помощи встроенного шунта.

Измеритель разности фаз имеет встроенный контроль калибровки.

Переходное сопротивление контактов измеряется по четырехпроводной схеме, по падению напряжения на измерительном контакте при силе тока в цепи 0,5 А.

На передней панели измерительного блока расположены разъемы для подключения сети питания, манипуляторов, релейной стойки, рабочей или измерительной заглушки.

Проверяемое реле устанавливается в релейную стойку и затем производится измерение его параметров в соответствии с утвержденными технологическими картами [5].

От правильности регулировки параметров реле ДСШ напрямую зависят показатели надежности и безопасности станционных рельсовых цепей. Рассмотренный стенд для регулировки позволяет добиться необходимых результатов.

Библиографический список

1. Шерстюков О.С. Оценка показателей работы службы автоматики и телемеханики железной дороги / Актуальные проблемы современного транспорта. 2020. № 2. С. 19-27.

2. Шерстюков О. С. Системы технической диагностики и мониторинга и их роль в системах обеспечения безопасности движения поездов / О.С. Шерстюков // Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. - Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2018. – С. 64-67.

3. Шерстюков О. С. Современные системы технической диагностики и их роль в решении задач по обеспечению безопасности движения поездов / О.С. Шерстюков // Наука и образование: проблемы, идеи, инновации. Материалы VI Международной научно-практической конференции «Наука и образование: проблемы и тенденции развития», Уфа: Научно-издательский центр «Ника», 2018. - №9(12). – С. 41-43.

4. Шерстюков О. С. Основные направления развития систем интервального регулирования движения поездов на железных дорогах России / О.С. Шерстюков // Транспорт: Наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). Труды международной Научно-практической конференции. Секция "Теоретические и практические вопросы транспорта", Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2019. – С. 162-165.

5. Технологическая карта по проверке параметров реле ДСШ. – Грязинская дистанция СЦБ, 2019. – 26 с.

УДК 656.075

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЯ «ВЕДЕНИЕ ДАННЫХ ПО ЗАКРЕПЛЕНИЮ ОБЪЕКТОВ ЗА ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ» В СИСТЕМЕ АСУ-Ш2

Шамрицкая О.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Основным назначением модуля «Ведение данных по закреплению объектов за подразделениями» (М-закр) является ведение закрепления объектов всех видов за подразделениями дистанции сигнализации, централизации и блокировки (ШЧ) [1].

Модуль обеспечивает пользователю возможность ведения данных по закреплению объектов железнодорожного транспорта за подразделениями ШЧ. При этом за подразделениями в модуле можно закреплять:

- все станции и перегоны на участке одной операцией;
- станцию или перегон в целом;
- отдельные объекты на станции и перегоне, подлежащие закреплению – парки, горки, посты, переезды и др.;
- часть перегона, указывая в качестве границы его пограничный объект (сигнальную точку) или прямо указывая километр, пикет, метры границы.

Модуль обеспечивает закрепление объектов железнодорожного транспорта за подразделениями дистанций независимо по каждому виду деятельности.

Модуль работает в клиент - серверной технологии, рассчитан на опытных пользователей персональных компьютеров, имеет современный интерфейс, подробную помощь.

Основным назначением модуля является ведение базы данных АСУ-Ш-2 в части следующей распределенной нормативно-справочной информации (НСИ) о закреплении за подразделениями ШЧ обслуживаемых объектов:

- основных объектов (станций и перегонов),
- прочих объектов (сигнальных точек, парков, переездов, постов и других), которая используется в дальнейшем всеми функциональными задачами АСУ-Ш-2.

Модуль предназначен для администраторов АСУ-Ш-2 дистанций сигнализации, централизации и блокировки, а также для администраторов АСУ-Ш-2 дорог.

Кроме того, модуль может быть использован работниками регионов железных дорог, службы Ш и ЦШ для просмотра данных о закреплении объектов за подразделениями ШЧ.

Источниками информации для модуля являются организационно-технические документы дистанции по вопросу закрепления за подразделениями дистанций различных объектов обслуживания.

Для выполнения работ в модуле по закреплению объектов за подразделениями необходима следующая подготовительная работа:

1. Ввод данных об объектах дистанции – участках дистанции, станциях, перегонах и объектах на них. Информация должна быть предварительно введена в модуле «Ведение данных по объектам инфраструктуры» (М-Об),

2. Ввод данных об организационной структуре дистанции (подразделениях). Информация должна быть предварительно введена в модуле «Ведение данных по оргструктуре и кадрам» (М-Кадр), или загружена из АС Кадры с помощью конвертора.

Первичный ввод основной информации о закреплении объектов дистанции за подразделениями должен выполнять администратор АСУ-Ш-2 дистанции. Первоисточником информации является диспетчер дистанции. При отсутствии администратора информацию в модуле вводит диспетчер ШЧ.

После запуска модуля автоматически стартует задача «Закрепление объектов за подразделениями». В ней пользователь имеет возможность:

1. Найти интересующие его данные по закреплениям:

- станцию, перегон, объекты на станциях и перегонах и просмотреть все ранее связанные с ним подразделения (в нижнем окне);

- подразделение и просмотреть все закрепленные за ним объекты (в правом окне).

2. Просмотреть все данные в карточке закрепления;

3. Закрепить за подразделением новые объекты и указать параметры закрепления;

4. Убрать из списка закрепленных за подразделением объектов требуемый объект.

С помощью М-Закр можно закрепить за подразделением:

- станцию в целом;

- перегон в целом;

- отдельные объекты на станции (парки, горки, посты, переезды и другое) и отдельные объекты на перегоне (переезды и другое), которые подлежат самостоятельному закреплению;

- часть перегона, от (до) станции до (от) границы закреплений данного подразделения, которой может быть стык с другим подразделением, другой дистанцией, другой дорогой, другой страной.

При закреплении отдельных объектов сама станция (перегон), на котором они располагаются, также может быть закреплена. Например, горка закреплена за горочной бригадой, а сама станция – за бригадой СЦБ.

Границу закрепления на перегоне можно указать через граничный объект (сигнальную точку), если они были введены в модуле «Объекты», или прямым указанием границы по километру, пикету, метру. Перегон может быть закреплен только за двумя подразделениями одного вида деятельности (разбить перегон на три части нельзя).

Закрепления объектов ведутся независимо по каждому виду деятельности дистанции (Ш).

Основной функцией дорожного администратора АСУ-Ш-2 является анализ и устранение ошибок закреплений объектов дистанции за подразделениями [2, 3, 4].

Основной ошибкой является закрепление в программе граничного перегона целиком за какой-либо одной дистанцией, когда по факту его обслуживает два ШЧ. В этом случае дорожный администратор должен снять закрепление перегона и проследить, чтобы дистанционные администраторы правильно закрепили объекты, расположенные на данном перегоне, за своими подразделениями. Источником информации по ошибочным закреплениям являются администраторы АСУ-Ш дистанций. Данная информация от

дистанций должна направляться в адрес дорожного администратора по электронной почте и подтверждаться по телефону.

Модуль «Закрепление» обеспечивает распределение устройств и объектов ЖАТ между подразделениями в границах дистанции в части расчета объема работ и распределения поступающих инцидентов по ответственным подразделениям. Следовательно, рассмотренный модуль участвует в общем процессе по выработке решений по эффективному управлению хозяйством автоматики и телемеханики [5].

Библиографический список

1. Модуль «Ведение данных по закреплению объектов за подразделениями» (М-Закр) / Руководство пользователя 01095505.29003.030.ИЗ. – С-Пб.: Гипротранссигналсвязь, 2005. – 37 с.

2. Горелик, А.В., Дорохов В.С., Орлов А.В., Скрипниченко И.Г., Шерстюков О.С. Особенности применения информационных систем для управления инфраструктурным комплексом железнодорожного транспорта / А. В. Горелик // Современные наукоёмкие технологии. – Москва: ООО ИД "Академия Естествознания". – 2020. – №6 (часть 2). – С. 228-233.

3. Шерстюков О. С. Оценка показателей работы службы автоматики и телемеханики железной дороги / Актуальные проблемы современного транспорта. 2020. № 2. С. 19-27.

4. Горелик, А. В., Орлов А. В., Шерстюков О. С. Методика автоматизированного сбора и обработки информации о предотказных состояниях отдельных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / А. В. Горелик // Современные наукоёмкие технологии. – Москва: ООО ИД «Академия Естествознания». – 2021. – №10. – С. 28-34.

5. Шерстюков О.С. Способы передачи информации о работе технических средств в автоматизированные информационные системы / Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2021. №1(81). С. 80-87.

УДК 796

ЗАИНТЕРЕСОВАННОСТЬ МОЛОДЕЖИ В СПОРТЕ

Аскеров Р.А., Крупин Д.Е.
ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова»

В настоящее время по мере того, как развивается физическая культура и спортивная деятельность, возникает проблема возрастания социальных противоречий. В данной ситуации важную роль играет социология физической культуры. Она нацелена на исследования связанных проблем, по мере их возникновения и обоснование основных способов их преодоления. Нынешние условия жизни ставят перед человеком высокий уровень, требуемый для здорового поддержания организма человека. Причиной этому служат не только экологические проблемы, определяющие экологическую обстановку, но и социальные, психологические и экономические факторы. Ежедневно в крупных городах большинство людей переживают крупный объем вредящих здоровью воздействий разного характера, что, в свою очередь, пагубно отражается на физическом и психологическом здоровье человека. Данное пагубное воздействие на человека отражают статистические данные о количестве острых и хронических заболеваний среди разных слоев населения. Среди данных пагубных воздействий среди населения можно проследить различия из-за социального и материального статуса и уровня доходов. Данная проблема сложилась из-за высокозатратных требований для физической деятельности человека. Однако наиболее актуальным и позитивным в данной сложившейся ситуации научно-практических знаний является широкое распространение видов физической культуры для различных слоев населения. Систематические занятия спортом любого направления в самых разнообразных формах способны оказать повышение общей резистентности здоровья, особенно

подрастающего поколения к неблагоприятным воздействиям. Также на сегодня прослеживается существенное падение уровня физической подготовки у людей, в частности у подрастающего поколения. Данной снижение можно проследить уменьшением времени, которое затрачивается на занятия спортом. Это может быть вызвано по множеству причин. Одной из них может быть падение престижности здорового образа жизни, систематических занятий спортом. По данной и другому ряду причин можно обозначить проблему исследования, а именно – проблема вовлеченности и заинтересованности молодежи к физической культуре и спорту.

Основная цель статьи – исследовать нынешнею проблему занятия спортом среди населения, в частности у подрастающего поколения в современных реалиях.

Методы исследование: абстрагирование, сравнение, индукция.

Историческое развития физической культуры является актуальным вопросом для разных слоев общества. Сегодня внимание к спорту уделяется колоссальное. Спорт необходим не только для поддержания здоровья молодого человека, но и для его социального становления. Он представляет собой важнейшее средство для всестороннего развития в жизни каждого человека. Однако, в настоящее время вовлеченность молодежи в спорт находится весьма не на первостепенном уровне важности. Несмотря на широкий спектр возможностей занятия физической культурой в образовательных организациях (школы, университеты и т.д.), молодые люди достаточно мало уделяют времени данному развитию. Среди основных причин, из-за которых интерес к спорту находится на низком уровне, являются: пониженное желание, недостаток свободного времени для занятий, отсутствие денежных средств. У более старшей молодежи, в частности у студентов выделяются несколько основных причин, препятствующие занятию спортом. Одна из них - у студентов все упирается в коммерческий характер спортивных учреждений. В основном, студенты, живущие в общежитиях или в съемном жилье стараются совмещать учебной деятельность с работой. Поэтому основные причины отказа от занятий физической культурой у них служат: нехватка сил, времени и денежных средств.

Также можно выделить такую причину, как разнообразие учреждений отвлекающего или развлекательного характера от здорового образа жизни, к примеру: клубы, кафе, парки, кинотеатры и т.д. Соблазн у молодежи имеет больший наклон в сторону отдыха и развлечений, особенно после учебной или трудовой деятельности. Однако, чаще всего после посещений таких заведений, организм человека также истощается или даже получает пагубное воздействие из вне, будь то громкий шум в кинотеатрах, нездоровая пища, алкоголь или никотин в клубных заведениях. Но большинство молодежи уверено, что развлекательное времяпрепровождение намного лучше и интереснее, чем поход в спортзал или другое иное спортивно учреждение. В конечном итоге, мы имеем то, что большая часть молодежи предпочитает развлекательный образ жизни, поддержание здоровья и совершенствование своих физических направленностей.

Следует также отметить, что проблемы, связанные с уменьшением молодежи, занимающейся спортом, возникают в связи с экономическими факторами. Это вызвано из-за того, что в настоящее время интенсивно расширяются возможности досуга, появляется все больше альтернатив для провождения своего досуга. Если раньше спорт выступал некоем стимулом для роста в какой-либо социальной структуре, способом отвлечения и отдыха от умственных нагрузок и даже развлечением, где человек могу показать себя, то сейчас данным досугом выступают развлекательный образ жизни.

Также одним из пагубных воздействий на вовлеченность молодежи к спорту оказал интернет. Коммуникативные функции, работа и те же самые развлечения заменил досуг в интернете. Люди часами, а то и дня могут вести сидячий или лежачий образ жизни, не подвергая каким-либо силовым нагрузкам свой организм. Из чего развилась лень, в большей степени также у молодежи. Данный образ жизни не только ограждает людей от занятий спортом, он ведет к деградации физический и умственных показателей человека. Под данным образом жизни здоровье человека попадает под сильное пагубное воздействие.

Существует и множество иных факторов, воздействующих на низкую вовлеченность молодежи в спорте. К большому сожалению, в 90-тые года прошлого века из-за плохой спланированной политики, недостатка требуемых финансов и отсутствия внимания со стороны государства когда-то масштабный спортивный и оздоровительный потенциал в стране по большей части был сдвинут на второй план. И даже учитывая, что на сегодняшний день физическая культура и спорт набирают обороты, инфраструктура спорта имеет небольшие перспективы для привлечения новых спортсменов. Причиной этому служат плохо обустроенные места для занятий спортом, особенно на периферии, небольшое количество спортивной инфраструктуры, нехватка специалистов в данной области. Все это оказывает колоссальное влияние на вовлеченность молодежи к занятиям спорту в настоящее время.

Российский спорт не достиг европейского уровня развития, тем не менее он продолжает интенсивно развиваться. Физическая культура – важный фактор формирования молодого поколения страны, потому чрезвычайно важно налаживать подобающую спортивную инфраструктуру в стране. Также уровень развития спорта в нашей стране является одной из причин тенденции роста смертности над рождаемостью.

Благоприятный режим инвестирования в сферу оздоровительного спорта потенциально может привлечь молодежь. В последнее время правительства городов, Москвы в особенности, стали привлекать немало средств из бюджетов на поддержание и развитие спортивной инфраструктуры районов и муниципалитетов. Также многие коммерческие организации начали принимать активное участие в поддержке организации муниципальных физкульт мероприятий и спортивных школ.

Мы выяснили, что молодёжный спорт является необходимым условием успешного развития современного российского общества. Знания о значительном влиянии здорового образа жизни у большинства молодых людей еще не стали их убеждениями, а огромная ценность здоровья - достаточной мотивацией для его сохранения. Многие воспринимают здоровье на уровне физического благополучия и считают главным условием его сохранения отказ от вредных привычек, двигательный режим и правильное питание. Но в их сознании еще не сформировалось отношение к здоровью как к одной из главных ценностей.

В целом, количество тех, кто занимающихся спортом, низкое. Здесь сказывается влияние различных факторов. Для многих это отсутствие условий, недостаточно развитая инфраструктура, нехватка профессионалов в данной сфере. Другие причины слабой ориентации людей на здоровье и недостаточной ориентации на высокий уровень физического развития это - недостаточная мотивация, неразвитость культурно-исторических традиций, стимулирующих здоровый образ жизни и физическое совершенство.

Молодежь, как будущее любого общества, должна получить физическое воспитание и приобрести основные спортивные навыки. Таким образом, она должна быть вовлечена - в рамках или за рамками школьной программы - в занятия спортом и ежедневные физические упражнения. Как это давно уже делается во многих странах Европы, где молодёжный спорт развит достаточно хорошо.

В России спортивная инфраструктура недостаточно развита. Но она совершенствуется. Правительство выделяет всё больше финансовых для создания оптимальных условий развития спорта и привлечения к нему молодёжи.

Список литературы

1. Бариев, М. М. Нормативные основы развития студенческого спорта в Российской Федерации / М. М. Бариев, С. Р. Гостева, Н. Г. Саттаров // Спорт: экономика, право, управление. – 2019. – № 1. – С. 7-15. – EDN ZABHET.
2. Гостева, С. Р. Сохранение здоровья нации как важнейший фактор национальной безопасности России / С. Р. Гостева, Г. Г. Провадкин // Социальная политика и социология. – 2010. – № 9(63). – С. 14-37. – EDN OJOXYP.

3. Гостева, С. Р. Формирование здорового образа жизни студента в культурно-образовательной среде (КОС) провинции / С. Р. Гостева // Культура физическая и здоровье. – 2016. – № 4(59). – С. 111-116. – EDN XHUULD.
4. Гостева, С. Р. Влияние физической культуры студентов на их образ жизни / С. Р. Гостева // Транспорт: наука, образование, производство (транспорт-2021) : ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 19–21 апреля 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 66-68. – EDN HSHIKZ.
5. Гостева, С. Р. Состояние и перспективы развития физической культуры и спорта в Российской Федерации / С. Р. Гостева, Г. Р. Гостев // Берегиня. 777. Сова: Общество. Политика. Экономика. – 2019. – № 1(40). – С. 177-196. – EDN DSIGTW.
6. Гостева, С. С. Физическая культура и спорт - динамично развивающаяся отрасль / С. С. Гостева, С. Р. Гостева // Культура физическая и здоровье. – 2014. – № 1(48). – С. 5-9. – EDN RZWQSL.
7. Гришина, Т. С. Правовые основы студенческого спорта в России / Т. С. Гришина, С. Р. Гостева // Физическая культура, спорт и здоровье в современном обществе : сборник научных статей международной научно-практической конференции, Воронеж, 08–09 октября 2020 года / Воронежский государственный институт физической культуры. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2020. – С. 49-53. – EDN JYYKKF.
8. Гришина, Т. С. Роль физкультурной деятельности в понимании преимущества здорового образа жизни / Т. С. Гришина, С. Р. Гостева // Физическая культура, спорт и здоровье в современном обществе : сборник научных статей международной научно-практической конференции, Воронеж, 08–09 октября 2020 года / Воронежский государственный институт физической культуры. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2020. – С. 131-134. – EDN RNIBJM.
9. Программно-целевой метод развития физической культуры и спорта в Российской Федерации / С. В. Алексеев, С. Р. Гостева, Г. Р. Гостев, А. А. Лотоненко // Культура физическая и здоровье. – 2018. – № 1(65). – С. 8-11. – EDN YWFAGD.
10. Филимонова, С. И. Экономическое поле - "черная дыра" в пространстве физической культуры и спорта / С. И. Филимонова, С. Р. Гостева // Культура физическая и здоровье. – 2010. – № 4. – С. 25-28. – EDN OZPWVH.

УДК 796

РАЗВИТИЕ «МЯГКИХ» И «ЖЕСТКИХ» НАВЫКОВ В РАМКАХ ПОДГОТОВКИ КИБЕРСПОРТИВНЫХ КОМАНД

Федосов С. А., Гулин Н. А.
Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова

Актуальность темы статьи обусловлена быстрым развитием киберспортивной индустрии и ее выходом на один уровень с традиционными видами спорта. Одним из существенных доказательств этого факта является то, что за последние годы аудитория киберспорта увеличилась в разы, появляется всё больше новых киберспортивных дисциплин и проводится множество соревнований международного уровня. В связи с этим, авторами настоящей статьи было принято решение рассмотреть процесс подготовки киберспортивных команд и изучить ключевые «мягкие» и «жесткие» навыки, которые необходимо развивать игрокам для повышения своей игровой эффективности как индивидуальной, так и в рамках командного взаимодействия. В целях раскрытия обозначенной темы настоящей статьи авторами были использованы такие методы, как обобщение, классификация информации, библиографический анализ, метод экспертных оценок.

Соревновательная игра в различные цифровые игры (киберспорт) приобрела значительную популярность. Если в 2015 году аудитория киберспорта оценивалась в 235 миллионов, то в 2018 году она уже достигла 395 миллионов человек. В ближайшие

несколько лет ожидается дальнейший рост популярности [1,2]. Киберспорт получает все большее признание в спорте. В Китае киберспорт считается видом спорта с 2003 года. Киберспорт был включен в программу Азиатских игр по боевым искусствам в закрытых помещениях в 2017 году и станет официальным соревновательным видом спорта на 19-х Азиатских играх в Ханчжоу в 2022 году [3]. В США киберспортивные игроки считаются профессиональными спортсменами с 2013 года [4]. Однако до сих пор нет общего согласия в том, как киберспорт относится к спорту. В киберспорте есть определенные элементы, которые похожи на традиционные виды спорта [5]. Инфраструктуру киберспорта можно сравнить с традиционными командными видами спорта, такими как футбол, хоккей или баскетбол. Профессиональные киберспортивные игроки не только получают деньги от спонсоров, но и подписываются профессиональными киберспортивными организациями и клубами. Наличие контрактов с игроками, периодов торговли и выкупов указывает на явления, которые очень хорошо известны в традиционных видах спорта. Поэтому неудивительно, что профессиональные спортивные клубы, такие как "Пари Сен-Жермен", "Манчестер Сити", "Аякс Амстердам", "Голден Стэйт Уорриорз" и "Филадельфия 76ers", все чаще вовлекаются в киберспорт, чтобы расширить свое признание.

Киберспорт можно разделить на определенные жанры, такие как многопользовательская онлайн-арена Battlefield (MOBA), Шутеры от первого лица (FPS), Стратегии в реальном времени (RTS) и спортивные симуляторы [5]. В каждом жанре существуют разные цифровые игры с разной механикой и правилами соревнований, которые должны быть освоены игроками. Чтобы достичь и поддерживать максимальный уровень производительности, игроки должны постоянно тренироваться и улучшать или поддерживать свои навыки и способности. Особенно в области тренировок и повышения производительности существует отличительная разница между профессиональным спортом и профессиональным киберспортом. В то время как подготовка профессиональных спортсменов основана на хорошо зарекомендовавших себя научных исследованиях, киберспортивное обучение еще не вошло в полный объем спортивной науки. За некоторыми исключениями [6], существует мало исследований, посвященных повышению квалификации и производительности в киберспорте. Что касается подготовки киберспортсменов, есть несколько ключевых вопросов: Какие навыки и способности требуются для успеха в киберспорте? Какие навыки в киберспорте сравниваются с навыками, необходимыми в традиционных видах спорта? Необходимы ли разные навыки для разных киберспортивных дисциплин/игр? Как в настоящее время тренируются киберспортивные спортсмены?

Учитывая отсутствие теории и эмпирических исследований, цель этой статьи - создать базовую основу для будущих исследований в области обучения в киберспорте и дать представление о результатах киберспорта, объединяющее спортивную науку и (цифровую) науку об играх. Это даст представление о структуре киберспортивных результатов, а также о современных методах подготовки киберспортивных спортсменов и определяет наиболее важные компоненты в репрезентативных киберспортивных дисциплинах и жанрах.

В современной науке об играх модели игровой компетентности часто используются для описания определенных компетенций или навыков, имеющих отношение к цифровым играм. Эти модели компетенций также могут быть использованы в качестве основы для определения подходящих методов повышения производительности игроков в видеоиграх и киберспорте. В науке об играх существует несколько моделей, концепций и теорий, а также отдельные исследования, посвященные компетенциям игроков в видеоигры.

Комплексные модели игровой компетентности представлены Краамом-Ауленбахом [7,8] и Вимейером и Харди [9]. Данная модель описывает игру как процесс решения проблем. Она определяет умение решать проблемы, индуктивные навыки, пространственное воображение, координацию глаз и рук и социальные компетенции как центральные компетенции игр. Как видно на Рис. 1, выделяются шесть аспектов компетенций: сенсомоторный контроль, когнитивные способности, личностные компетенции, эмоции и воля, социальные компетенции и медиаграмотность. Этим измерениям можно присвоить

несколько компетенций. В то время как сенсомоторные, когнитивные, эмоционально-волевые и личностные компетенции в основном описывают физические и психические способности, необходимые для игры в видеоигры, социальные компетенции сосредоточены на человеческом взаимодействии и общении. Медиаграмотность описывает способность обращаться с электронными устройствами, необходимыми для установки, настройки, обслуживания и воспроизведения игр. Все компетенции, упомянутые в моделях, потенциально актуальны и в конкурентной среде профессионалов киберспорта.

Сенсорно-моторное управление: ● Мышь и клавиатура ● Координация глаз-рук (ног) ● Восприятие пространства ● Гибкость, сила и выносливость ● Баланс ● Реакция и подготовленность ● Ритм ● Моторные и спортивные навыки	Персональные компетенции: ● Самонаблюдение ● Самокритика ● Самоэффективность ● Идентичность ● Концепция “себя”
Сознательность: ● Восприятие и внимание ● Понимание структур и их назначений ● Стратегическое мышление ● Решение проблем ● Память и тайм-менеджмент	Социальные компетенции: ● Кооперация ● Взаимодействие и коммуникация ● Взаимоподдержка ● Эмпатия ● Моральные и этические суждения
Эмоции, мотивация и сила воли: ● Эмоциональный контроль ● Стресс-контроль ● Причинно-следственный анализ	Медиа-грамотность: ● Знание медиа ● Активная коммуникация ● Подготовка и кастомизация ● Уход ● Трабл-шутинг ● Медиа-дизайн

Рис. 1 Основные игровые компетенции

Существуют эмпирические исследования, подтверждающие влияние цифровых игр на компетенции, заявленные вышеупомянутыми моделями. Например, 5-10 часов участия в экшн-видеоиграх оказывают значительное влияние на зрительно-моторную координацию игрока. Грин и Бавелье [13] обнаружили улучшения в пространственном восприятии после игры в эго-шутер в течение 30 дней. Лагер и Бремберг [14] отмечают положительное влияние на пространственное восприятие и время реакции в нескольких исследованиях. Экспериментальные группы играли в игры в общей сложности от 14 до 33 часов в течение нескольких месяцев.

В спорте существуют различные модели производительности. В частности, общие модели производительности человека играют важную роль в науке о тренировках, поскольку эта дисциплина спортивной науки направлена на систематическое и устойчивое влияние на спортивные результаты с помощью тренировочных вмешательств. Прототипная модель состоит их шести основных “строительных блоков” производительности:

- Координационные навыки
- Состояние
- Когнитивно-тактические навыки
- Экстрасенсорные способности
- Социальные способности

- Предрасположенность, конституция, возраст, пол и гены

Координационные навыки

Сенсомоторная координация в первую очередь касается особенностей обработки информации при выполнении движений. Эта концепция включает в себя два важных подкомпонента, то есть специфические сенсомоторные навыки, такие как техника бега, прыжков или метания, которые типичны для конкретных видов спорта, и общие координационные способности, то есть не зависящие от навыков компетенции, такие как равновесие, пространственная ориентация и сенсорная дискриминация, а также точность и скорость.

Что касается сенсомоторных навыков, то различают различные типы в зависимости от ситуационных требований к выполнению навыков. Что касается ситуаций, то можно выделить три типа: статические ситуации и ситуации, изменяющиеся ожидаемым или неожиданным образом. При реагировании на эти различные ситуации соответствующее выполнение должно оставаться постоянным или должно быть адаптировано.

Что касается общих координационных способностей, предлагаются многочисленные способности, которые влияют на контроль, адаптацию и обучение двигательным навыкам: двигательные образы, двигательная память, равновесие, предвосхищение/реакция, пространственная ориентация, ритм, ловкость, ловкость, управление с открытым и замкнутым контуром, координация глаз-рук и глаз-ног [16].

Состояние

Категория состояния включает в себя четыре компонента, касающиеся энергетики движений человека: выносливость, сила, скорость и гибкость [18,19].

Выносливость означает способность выполнять физические нагрузки определенной продолжительности без потери работоспособности и быстро восстанавливаться после физической нагрузки (напряжения). Различают различные категории выносливости в зависимости от метаболизма (аэробный, анаэробно-лактацидный, анаэробно-алактацидный), доли активированной мышечной массы (локальная, региональная, глобальная), типа мышечной работы (статическая, динамическая) и продолжительности (краткосрочная, среднесрочная и долгосрочная).

Сила определяется как способность прилагать как можно больше усилий, чтобы преодолеть сопротивление (концентрическая или положительная работа), удерживать положение сустава (изометрическая или статическая работа) или уступать супрамаксимальной нагрузке (эксцентрическая или отрицательная работа). Помимо типа мышечного действия максимальная сила отличается от силы и силовой выносливости.

Скорость означает способность сенсомоторной системы реагировать на определенные события и выполнять движения как можно быстрее. Скоростные способности можно разделить на циклические и дискретные действия, а также реакции. Скорость может быть специфической или элементарной.

Гибкость определяется как способность сенсомоторной системы выполнять движения с требуемым, то есть оптимальным, диапазоном движения (ROM).

Когнитивно-тактические способности

Во многих видах спорта требуются когнитивно-тактические навыки. Например, в спортивных играх важно воспринимать и оценивать текущую ситуацию как можно раньше и быстрее, чтобы принимать и реализовывать адекватные решения. Тактические способности подразделяются на индивидуальную, групповую и командную тактику. Тактические способности в значительной степени зависят от восприятия, принятия решений и креативности, а также от исполнительных функций, таких как рабочая память, внимание и многозадачность [20-22].

Психические способности

Когда дело доходит до психические способностей, помимо когнитивных факторов, упомянутых в предыдущем разделе, наука о тренировках рассматривает другие факторы, такие как мотивация, эмоции и воля, а также личность (например, Большая пятерка).

Например, мотивация достижения, то есть мотивация соответствовать сложным стандартам, эмоциональная стабильность и способы контроля (например, ориентация на состояние в сравнении с ориентацией на действие; [23]) оказывают существенное влияние на производительность.

Кроме того, личностные особенности могут быть связаны с успешной работой. Существуют серьезные научные доказательства того, что "личностные черты связаны с долгосрочным спортивным успехом, межличностными отношениями и психологическим состоянием спортсменов до, во время и после соревнований" [24], например, "большая пятерка", то есть экстраверсия, уступчивость, открытость, невротизм и добросовестность. Особенно добросовестность, жесткость мышления, невротизм, тревожность и экстраверсия способствуют долгосрочной работоспособности [24-26].

Социальные способности

При игре в командах и против команд социальные способности, такие как общение и сотрудничество, являются важными факторами, влияющими на производительность. Многие социальные способности зависят от личности [24]. В профессиональных командах, находящихся в подготовке к важному чемпионату, особое внимание уделяется психологическому состоянию между игроками. Для этого команда нанимает психолога, который является аналогом медиатора в команде - улаживает конфликты и разрешает проблемы через диалог. Таким образом, команда находится в состоянии синергии, вместо разлада.

Характер, телосложение, возраст, пол и гены

Наконец, шестая группа факторов косвенно влияет на результаты в спорте: предрасположенность, телосложение, возраст, пол и гены. В связи с тем, что обучение не может непосредственно повлиять на эти факторы, они не были рассмотрены в данной статье.

Подводя итог всему вышесказанному, стоит отметить, что индустрия киберспорта является по-настоящему перспективным направлением как в спорте, так и с точки зрения формирования научной базы для изучения необходимых навыков и компетенций. Киберспорт заслуживает внимания со стороны научного сообщества. Особенно во времена цифровизации глубокое понимание спортивной подготовки важно для разработки и внедрения эффективных тренировок, а также для выявления возможных недостатков в физической подготовке, связанных со здоровьем.

Список литературы

1. Global Esports Market report. Light Version: Newzoo; 2017.
2. Global Esports Market report. Light Version: Newzoo; 2019.
3. Yang Y. Research on the esports and esports industry in China. China sports science. 2018.
4. Tassi P. The U.S Now Recognizes eSports Players As Professional Athletes; 2014.
5. Thiel A, John JM. Is eSport a 'real' sport? Reflections on the spread of virtual competitions. European Journal for Sport and Society. 2019; 15: 311–315.
6. Froboese I, Rudolf K, Wechsler K, Tholl C, Grieben C. eSport Studie 2019. eSportler im Fokus der Wissenschaft: German Sports University Cologne, AOK, BGF; 2019.
7. Kraam-Aulenbach N. Promblemlösungsprozesse im Computerspiel. Wirkung virtueller Welten. Research report, Cologne University. 1999.
8. Kraam-Aulenbach N. Spielend schlauer. Computerspiele fordern und fördern die Fähigkeit Probleme zu lösen; 2005.
9. Wiemeyer J, Hardy S. Serious Games and Motor Learning. In: Bredl K, Bösche W, editors. Serious games and virtual worlds in education, professional development, and healthcare. Hershey, Pa: IGI Global (701 E. Chocolate Avenue Hershey Pennsylvania 17033 USA); 2013. pp. 197–220.
10. Gebel C, Gurt M, Wagner U. Kompetenzförderliche Potenziale populärer Computerspiele. In: Matiaske R, Hölbling G, Reglin T, Apel H, Lauber S, et al., editors. E-Lernen: Hybride Lernformen, Online-Communities, Spiele. Teil II. Berlin; 2005. pp. 241–376.

11. Wiemeyer J, Kliem A. Serious games in prevention and rehabilitation—a new panacea for elderly people. Eur Rev Aging Phys Act. 2012; 9: 41–50.
12. Li L, Chen R, Chen J. Playing Action Video Games Improves Visuomotor Control. Psychol Sci. 2016; 27: 1092–1108. pmid:27485132
13. Green CS, Bavelier D. Action-Video-Game Experience Alters the Spatial Resolution of Vision. Psychol Sci. 2007; 18: 88–94. pmid:17362383
14. Lager A, Bremberg S. Health effects of video and computer game playing. A systematic review. Stockholm: Swedish National Institute of Public Health; 2005.
15. Wiemeyer J, Kickmeier-Rust M, Steiner CM. Performance Assessment in Serious Games. In: Dörner R, Göbel S, Effelsberg W, Wiemeyer J, editors. Serious Games. Cham: Springer International Publishing; 2016. pp. 273–302.
16. Kroeger C, Roth K. Koordinationsschulung im Kindes- und Jugendalter. Eine Übungssammlung für Sportlehrer und Trainer. Schorndorf: Hofmann; 2014.
17. Neumaier. Koordinatives Anforderungsprofil und Koordinationstraining. Grundlagen, Analyse, Methodik. 6th ed. Köln: Sport und Buch Strauß; 2016.
18. Weineck J. Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings. 17th ed.; 2019.
19. Haff GG, Triplett NT, editors. Essentials of strength training and conditioning. 4th ed. Champaign, IL, Windsor, ON, Leeds: Human Kinetics; 2016.
20. Voss MW, Kramer AF, Basak C, Prakash RS, Roberts B. Are expert athletes 'expert' in the cognitive laboratory? A meta-analytic review of cognition and sport expertise. Appl. Cognit. Psychol. 2010; 24: 812–826.
21. Furley P. Working Memory and the Control of Attention in Sport. From General Mechanisms to Individual Differences; 2012.
22. Vestberg T, Reinebo G, Maurex L, Ingvar M, Petrovic P. Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. PLoS ONE. 2017; 12: e0170845. pmid:28178738
23. Kuhl J. Volitional Mediators of Cognition-Behavior Consistency: Self-Regulatory Processes and Action Versus State Orientation. In: Kuhl J, Beckmann J, editors. Action Control: From Cognition to Behavior. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1985. pp. 101–128.
24. Allen MS, Laborde S. The Role of Personality in Sport and Physical Activity. Curr Dir Psychol Sci. 2014; 23: 460–465.
25. Laborde S, Allen MS, Katschak K, Mattonet K, Lachner N. Trait personality in sport and exercise psychology: A mapping review and research agenda. International Journal of Sport and Exercise Psychology. 2019; 36: 1–16.
26. Kaiseler M, Levy A, Nicholls AR, Madigan DJ. The independent and interactive effects of the Big-Five personality dimensions upon dispositional coping and coping effectiveness in sport. International Journal of Sport and Exercise Psychology. 2019; 17: 410–426.
27. Fanfarelli JR. Expertise in Professional Overwatch Play. International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations. 2018; 10: 1–22.
28. Гостева, С. Р. Состояние и перспективы развития физической культуры и спорта в Российской Федерации / С. Р. Гостева, Г. Р. Гостев // Берегиня. 777. Сова: Общество. Политика. Экономика. – 2019. – № 1(40). – С. 177-196. – EDN DSIGTW.
29. Гостева, С. Р. Глобализация спорта / С. Р. Гостева // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020) : труды Международной научно-практической конференции, Воронеж, 09–11 ноября 2020 года / Ростовский государственный университет путей сообщения. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2020. – С. 18-20. – EDN BICRYB.

30. Гостев, Г. Р. Правовые основы профессиональной деятельности в спорте / Г. Р. Гостев, С. Р. Гостева // Культура физическая и здоровье. – 2013. – № 3(45). – С. 9-11. – EDN RHCUOT.
31. Гостева, С. С. Физическая культура и спорт -динамично развивающаяся отрасль / С. С. Гостева, С. Р. Гостева // Культура физическая и здоровье. – 2014. – № 1(48). – С. 5-9. – EDN RZWQSL.
32. Россия в международном спортивном движении / С. В. Алексеев, М. М. Бариев, С. Р. Гостева, Н. Г. Саттаров // Культура физическая и здоровье. – 2018. – № 2(66). – С. 49-52. – EDN URLONM.

УДК 796

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТУДЕНТОВ В СФЕРЕ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА

Шумилкина С. О.
Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова

В данной статье будут рассмотрены всевозможные актуальные проблемы, имеющиеся в области спорта и занятий физической культурой у студентов. Целью этого исследования является обнаружение причин, препятствующих самовоспитанию нового поколения в сфере спортивной культуры. И для того, чтобы понять, для чего нужно физическое воспитание, необходимо понимать, как влияет спорт на физическое и психологическое состояние человека.

Тема данной статьи актуальна, поскольку затрагивает проблемы современной молодежи касательно занятий спортом. Подрастающее поколение зачастую забывает о важности тренировок для улучшения самочувствия, некие внутренние ориентиры заставляют их не обращать внимания на то, как отсутствие физической подготовки воздействует на их состояние организма. Методами исследования являются наблюдение и сравнение на основе проведенных опросов студентов в процентном соотношении, а также теоретические и практические знания о физической культуре на основе различных методических пособий от высших учебных заведений, основанных на мнениях экспертов, врачей, ученых, спортсменов и преподавателей.

Для противников активного образа жизни странно отметить, что физкультура – это не просто наука об упражнениях и нагрузках для укрепления здоровья. В нем есть интересный и значимый раздел «Невидимая физкультура». Что же такое невидимая физкультура? Это важная профилактика всех наших болезней. В случае если студенты чувствуют нехватку времени для спорта, есть простой выход из этой ситуации. Это очень просто, например, во время чистки зубов поворачивайте верхнюю часть тела вправо и влево, или растирайте мышцы головы и плеч во время ожидания на остановке общественного транспорта. При ходьбе по эскалатору, к сожалению, этот вариант идеально подходит только для жителей больших город, где эскалаторы часто встречаются. Такая серия упражнений, часто рекомендуется врачами людям, ведущим малоподвижный образ жизни, то есть студентам, школьникам, офисным работникам и т. п. Сама концепция незаметной физической культуры была придумана в США под натиском полных людей. И это далеко не весь список упражнений, на котором можно было бы ограничиться обсуждением такого интересного направления, как незаметная физкультура. Вариации «невидимой физкультуры» бесчисленные, поэтому каждый может выбрать для себя те упражнения, которые по душе, и совершенствоваться, не переставая заниматься другими повседневными задачами.

Учитывая только одну из проблем молодого населения, сложно делать выводы, почему все больше людей не делают выбор в пользу активной и спортивной жизни. Проблем много, поэтому стоит рассмотреть следующую актуальную тему, которая поможет выяснить причину пассивности молодежи в занятиях спортом.

Многие знают, что труд помогает утончить мысли человека и устоять жизненную позицию. А главный «бич» современной молодежи – лень. Каждый из нас слишком часто сталкивается с этим понятием. Некоторые люди способны преодолеть это пассивное чувство самостоятельно, а некоторые поддаются искушению, прокрастинации и таким образом обременяют работу лишней тратой времени, которого и так не всегда хватает. Чтобы понять, откуда она берется, нужно понять, что такое лень. Анатомия мышечной оболочки тела имеет только один небольшой недостаток. Отсутствие минимальной активности и нагрузок приводит к депрессии и тяжелым психофизическим нарушениям в организме. Ревностным партнером лени, наряду с психическими заболеваниями, является ожирение, заставляющее пассивных индивидов думать не только о своем нежелании, но и о своем здоровье. Потому что, чтобы еда была вкусной и одновременно полезной, надо приложить усилия к приготовлению данной еды или ее покупке в определенном магазине или ресторане, а лень дает понять, что свободного времени на данный процесс не хватает. От лени до физкультуры полшага. Это приводит к утрате морально-этических ориентиров и внутренних ценностей. Лень заставляет человека требовать исполнения поставленной задачи, но ничего не восстанавливать, ничего не получать и не создавать. И таких людей много. И именно поэтому государство придерживается общенациональной политики совершенствования спорта, психофизического направления на достижение поставленных рациональных целей посредством занятий спортом и физической культурой. Поэтому крайне важно признать роль физиологического воспитания как науки в нашей жизни.

Следующая проблема — вымышленная нагрузка общества. Этот вопрос необычайно важен и тесно сопряжен с предыдущим. Но иногда имеет место и право на самостоятельное существование. В наше время всякий обучающийся вынужден заниматься развитием умственной и интеллектуальной деятельности, приумножая и качественно повышая уровень знаний. Однако это не всегда возможно в установленное на парах время, следовательно, студентам приходится прибегать к дальнейшему изучению учебных материалов в свободное время. Это говорит о том, что система образования и физическое воспитание непосредственно связаны между собой. Данные социологических опросов, исследований показывают, что 85% студентов вынуждены развиваться и учиться в свободное время. Они убеждены, что посещение репетиторов повышает их уровень знаний, потому что они не понимают темы из разных предметов, а репетиторство развивает их знания во время свободное от посещения пар и уроков. Почти 100% опрошенных студентов считают самообразование более разумной тратой времени, чем занятия спортом или прогулки с друзьями. В наши дни самостоятельная работа составляет почти 50% свободного времени учащихся, потому что они интересуются различными полезными сторонними материалами наряду с учебой. Почему образовательная проблема так остро и настойчиво захватывает молодежь и так ли это на самом деле?

Распад молодого поколения может быть следствием психологического стресса молодежи. Психологи полагают, что наша неспособность управлять свободным временем тесно связана с психическим здоровьем студентов. Наука о физической культуре отвечает за вопросы психологического и эмоционального благополучия как молодого, так и зрелого поколений. И это еще одно неоспоримое доказательство полезности физической культуры и важности полноты знаний в этой области. Современные молодые люди забывают об этой сфере жизни и предполагают, что физкультура нужна лишь для улучшения рельефа тела. Но многие забывают, что эта дисциплина отвечает на глубокие нравственные, этические, психофизиологические, медицинские и анатомические вопросы. Она позволяет улучшать здоровье и увеличивать продолжительность жизни.

Резюмируя все выше представленные данные, можно сделать вывод о том, что спорт и дисциплина физической культуры крайне важны в наши дни, в особенности у молодого поколения. Студентам не стоит забывать о том, насколько данная сфера жизни и наука важны в повседневной жизни. Люди часто пренебрегают здоровьем и физической подготовкой, у них не остается времени на спорт, поскольку часто оставляют свое свободное

время на умственное развитие. При этом подростки зачастую даже не подозревают, что именно физическая подготовка может разгрузить их мозг, позволяя усерднее работать в будущем. Именно поэтому крайне важно на государственном уровне повышать заинтересованность школьников и студентов спортом и занятиями физической культурой.

Список литературы

1. Актуальные проблемы, современные тенденции развития физической культуры и спорта с учетом реализации национальных проектов Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / Под научной редакцией Л.Б. Андрющенко, С.И. Филимоновой. 2020.
2. Актуальные проблемы здоровья студенческой молодёжи// Шепель С.П., Михальченко Е.Г., Внукова Е.Ю., Писарева Е.А., Казакова В.М. / Культура физическая и здоровье. -2020. -№ 1 (73). -С. 85-89.
3. Выявление основных формирующих детерминант пространства физической культуры и спорта для самореализации личности / Филимонова С.И./Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. -2005. -№ 2. - С. 12.
4. Гостева, С.С. Физическая культура и спорт – динамично развивающаяся отрасль/ С.С. Гостева, С.Р. Гостева// Культура физическая и здоровье. - 2014. - № 1(48).- С.5-9.
5. Гостева, С.Р. Состояние и перспективы развития физической культуры и спорта в Российской Федерации/ С.Р. Гостева, Г.Р. Гостев//Берегиня.777.Сова: общество. Политика. Экономика. – 2019.- №1(40). – С.177-196.
6. Гостева, С.Р. Формирование здорового образа жизни студента в культурно-образовательной среде (КОС) провинции/С.Р. Гостева //Культура физическая и здоровье. – 2016. - № 4(59). – С.111-116.
7. Гостева, С.Р. Влияние физической культуры студентов на их образ жизни/С.Р. Гостева //Транспорт: наука, образование, производство (транспорт-2021): ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 19-21 апреля 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2021. – С.66-68.
8. Двойникова, Е.С. Формирование мотивационно-ценностных установок физкультурно-спортивной деятельности учащихся в Вузе // Материалы всероссийской научно-практической конференции аспирантов, докторантов и молодых учащихся. Майкоп. МГТУ. – 2016. С. 39-42.
9. Манченко Т. В., Манченко Ю. В., Мешвез Р.К. Современная трактовка понятия «Точность движений» // Материалы всероссийской научно-практической конференции аспирантов, докторантов и молодых учащихся. - Майкоп. МГТУ. – 2016. -С.57-83.
10. Пространство физической культуры и спорта: культурологический анализ// Филимонова С.И., Лотоненко А.А., Лотоненко А.В., Бугаков А.И./ В сборнике: Культура физическая и здоровье современной молодежи. Материалы международной научно-методической конференции. Под редакцией А.И. Бугакова, А.В. Лотоненко, С.И. Филимоновой, С.А. Бортниковой. 2018. - С. 3-7.
11. Программно-целевой метод развития физической культуры и спорта в Российской Федерации/С.В. Алексеев, С.Р. Гостева, Г.Р. Гостев, А.А. Лотоненко// Культура физическая и здоровье. – 2018. - № 1(65). – С.8-11.
12. Роль пространства физической культуры в формировании готовности к профессиональной самореализации студентов в современной социокультурной ситуации // Филимонова С.И., Андрющенко Л.Б., Аверясова Ю.О., Казакова В.М. / В книге: Современные тенденции психолого-педагогического обеспечения занимающихся физической культурой и спортом. материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. 2018. С. 323-327.

13. Элективные дисциплины по физической культуре и спорту. Учебное пособие // Филимонова С.И., Андрющенко Л.Б., Аксенов М.О., Жуков О.Ф., Столяр К.Э., Глазкова Г.Б., Шутова Т.Н., Андрющенко О.Н., Аверясова Ю.О., Алмазова Ю.Б., Ким Л.Г., Пуховская М.Н., Витько С.Ю., Казакова В.М./ Изд-во РЭУ им. Г.В.Плеханова Москва, 2021. – 233 с.

УДК 796

ПРОБЛЕМА ДОПИНГА В СПОРТЕ

Чернова П. А., Осипов И.М.
Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова
Лицей при РЭУ имени В.Г. Плеханова

В настоящее время перед социумом стоят актуальные вопросы: «Почему происходит расширение применения допинга в профессиональном спорте в социуме? Почему допинг, как элемент современного спорта высших достижений, получает такое центральное значение? Каково отношение молодёжи к применению допинга спортсменами?»

Сохранение психологического и физического здоровья нации является одной из приоритетных задач, стоящих перед государством. Мы все больше задумываемся о здоровом образе жизни, значимой роли физкультуры и спорта, о создании комфортной здоровой среды.

Несомненно, спорт высших достижений является одним из инструментов воспитания российской молодёжи и осознания национальной идентичности. Проведение крупных международных спортивных соревнований накладывает на страну большую ответственность за уровень организации мероприятий, за спортивные результаты самих участников. Спорт в данном случае становится «лицом», «визитной карточкой» станы на несколько лет вперед. Государство должно продемонстрировать свои высокие управленческие, финансово-экономические, интеллектуальные и культурные возможности (актуальные примеры для России: Олимпийские игры 2014 г., Чемпионат мира по футболу 2018 г.). В результате, спортивное мегасобытие и его организация мобилизует нацию и является психологической «точкой консолидации» большой части социума. Молодое поколение растёт на примерах великих спортсменов, что является большой мотивацией к занятиям профессиональным спортом [5].

Но есть и другая сторона медали, спортивных достижений – это методы, которыми достигают чемпионы своих высот. Большинство спортсменов вступают за честный соревновательный процесс, но некоторые прибегают к нелегальным методам и используют запрещенные препараты для достижения высокого результата.

Актуальность исследования заключается в том, что сегодня остро стоит вопрос о «чистоте» спортивных соревнований и применении допинга в спорте. Конкуренция в профессиональном спорте настолько велика, что спортсмены решают вопрос со своим функциональным состоянием нелегальными методами, в частности применением запрещённых препаратов - допинга. Допинг - нездоровая тенденция, которая негативно сказывается на всем соревновательном процессе, на чистоте самих состязаний, на отношении к спортсменам, употребившим допинг, на отношении к тренеру, на психологическом состоянии спортсмена после обнародования результатов проб, на карьерном росте спортсмена в любых спортивных организациях, например, школе олимпийского резерва, частных спортивных школах, секциях [4].

Целью нашего исследования является изучение проблемы применения допинга в спорте высших достижений и отношения молодежи к проблеме допинга в спорте.

Объектом исследования являются молодые люди от 14 до 18 лет. Предмет исследования: отношение молодёжи к допингу в спорте высших достижений.

Задачи исследования:

1. проанализировать литературу и СМИ по проблеме допинга в спорте высших достижений,

2. провести опрос и выяснить мнение российской молодёжи о проблеме допинга в спорте.

Методы исследования: анализ, сравнение и обобщение данных научной литературы, анкетирование.

Гипотеза исследования заключается в предположении, что повышение информационной компетенции молодёжи по проблеме допинга в спорте поможет сформировать устойчивое негативное отношение подрастающего поколения к допингу и снизить использование допинга молодыми спортсменами в будущем.

В современном мире спорт является важным элементом в механизме построения национальной государственной идентичности. Задача спорта заключается в создании национального престижа страны и национального чувства идентификации. С другой стороны, мы можем рассматривать спорт как политическое средство для признания или непризнания других наций.

В современной России значение спорта как важной составляющей национальной идентичности чрезвычайно велико. Эта функция спорта, его значимость для воспитания и формирования характера оценивается особенно высоко [1, с. 83].

Российская Федерация восстановила свой статус «спортивной сверхдержавы» в 2000-х и 2010-х годах. Она стала хозяйкой крупнейших мировых спортивных соревнований (Олимпийские игры 2014 г., Чемпионат мира по футболу 2018 г., Универсиады 2013 и 2019 годов). Компонент «Спорт» стал основой политического позиционирования России на международной арене. И это не может не радовать каждого из нас. Страна приложила максимум усилий, чтобы достойно встретить международные делегации и спортсменов, создала комфортные условия для проведения соревнований. Игры в Сочи превзошли все виденное за историю этих соревнований. Это признали, и представители МОК, и сами спортсмены [0].

Известно, что спортсмены представляют национальные государства на спортивных «мегасобытиях», в их честь исполняются национальные гимны, болельщики используют атрибуты с национальными символами. Борьба и желание побеждать на международных спортивных состязаниях идёт между спортсменами за честь страны и каждый хочет быть чемпионом. Однако методы достижения поставленных целей не всегда оказываются честными.

Допинг - контроль является проверкой, направленной на выявление фактов применения спортсменами запрещенных лекарственных средств во время тренировочного процесса либо состязаний. Допинг-контроль всегда делают организации, одобренные Всемирным антидопинговым агентством. В нашей стране российское антидопинговое агентство РУСАДА осуществляет допинг – контроль за нашими спортсменами. С технической точки зрения отказ спортсмена от прохождения допинг-контроля либо его попытка фальсифицировать каким-либо образом результаты принимаются в качестве признания им факта применения допинга серьезными последствиями для него и тренерского штаба [6].

О допинговых скандалах в профессиональном спорте сегодня так же актуально говорить, как и о победах наших спортсменов. Важно отметить, что употребление запрещенных препаратов и постоянная борьба с ними являются главными и болезненными проблемами современного мирового спорта. В 2016 году разразился большой скандал о допинге с нашими спортсменами, который надолго оставил отпечаток на российских спортсменах. В результате были долгие расследования и чуть не отстранили всю нашу сборную от соревнований на Олимпийских играх в Рио. Позже были лишения медалей призеров и победителей Олимпиад в Рио и Сочи, их последующие дисквалификации и бесконечные заседания Всемирного антидопингового агентства (WADA), которые совещались о возможности возвращения российской организации (РУСАДА) юридического статуса. Поэтому сегодня особо остро ощущается в мире спорта проблема активного применения допинга благодаря инновационным технологиям и препаратам, которые

временно помогают сконцентрировать внутренние силы организма спортсмену и выиграть соревнования[6]. Данный факт говорит о том, что сегодня нет честного соревновательного процесса, особенно в спорте высших достижений. Весь спорт – это совокупность таланта спортсмена, его психологического настроя, непрерывного тренировочного процесса, усилий тренерского штаба. И вся эта напряжённая деятельность «рушится» от маленькой дозы запрещённого вещества.

Рассмотрим в нашем исследовании отношение к проблеме допинга российской молодёжи. Мы провели опрос в виде анкетирования, в котором респондентами были молодые люди от 14 до 18 лет, посещающие бассейн и другие спортивные кружки. Количество респондентов: 50 человек. Мы задавали им ряд вопросов на тему допинга и выясняли общее отношение их к данному явлению в спорте. Среди вопросов были следующие:

1. Как вы считаете, заслужили ли российские спортсмены такого отношения к ним после допингового скандала? 35 человек (70%) опрошенных ответили – нет; 15 человек (30%) отпрошенных ответили – да.
2. Как Вы думаете, можно ли добиться успехов в спорте своими усилиями, не применяя допинг?

30 респондентов (60%) ответили – да, 20 респондентов (40%) ответили – нет. Они считают, что с допингом шансы повышаются для достижения высокого результата.

3. Если бы Вы были профессиональным спортсменом, Вы бы принимали допинг, чтобы добиться высоких результатов?

40 респондентов (80%) ответили - нет, они не будут ни при каких условиях употреблять допинг; 6 человек (12%) – ответили да, что планируют принимать допинг в зависимости от ситуации; 4 респондента (8%) воздержались.

4. Считаете ли Вы допинг – всемирным злом для спорта высоких достижений?

45 респондентов (90%) ответили – да. Они считают, что профессиональный спорт должен быть «чистым». 5 респондентов (10%) считают, что допинг позволяет постоянно улучшать рекорды.

Таким образом, мы можем сделать определённые выводы. Большинство молодых людей считает, что спорт высших достижений необходимо сохранять в традиционном виде, основываясь на жёсткой антидопинговой политике. Профессиональный спорт должен быть «чистым» и основываться на таланте и работе спортсмена. Но мнения разделились практически пополам, когда люди отвечали на влияние допинга на результат и возможности высоких результатов после его применения. Молодые люди в количестве всего лишь 12% предполагают в будущем употребление ими самими запрещенного допинга, если этого потребует соревновательный процесс. В целом у молодёжи сформировано негативное отношение к допингу. Данную тенденцию необходимо сохранять и развивать просветительской работой посредством школ и спортивных секций.

По данным 2014 года самое большое количество допинг–проб взято у России и Китая. Не смотря на это, Россия заняла лишь 19 место среди «грязных» стран [0].

Методы борьбы с допингом в спорте уравнивают шансы всех без исключения спортсменов на победу в соревнованиях. Ведь сущность спорта и заключается в соревновательном процессе и достижении наивысших результатов. Например, когда бежит биатлонист, то его победа заключается в работе многочисленных факторов, влияющих на ход соревнования. Во-первых, это качественные лыжи, которые сделаны известным производителем, во-вторых, это работники, которые подготавливают лыжи. В-третьих, это непрерывная работа массажиста, готовившего спортсмена к конкретным состязаниям. В-четвёртых, это непрерывный тренировочный процесс и профессиональная работа главного тренера и тренерского штаба. В-пятых, это проработка всех психологических моментов и укрепление психического здоровья, выработка стрессоустойчивости в совместном эффективном взаимодействии спортсмена и спортивного психолога.

Таким образом, допинг в спорте высших достижений – негативное явления, с которым необходимо бороться комплексом мер: наказанием за допинг, профилактикой среди молодёжи в спорте и повышением информационной компетенции населения, в частности молодого поколения, потому что молодёжь – это наше будущее.

Список литературы

1. Гостева С.Р. Состояние и перспективы развития физической культуры и спорта в Российской Федерации/С.Р. Гостева, Г.Р. Гостев //Берегиня.777.Сова: Общество. Политика. Экономика. - 2019. - № 1(40). – С.177-196.
2. Гостева С.Р. Глобализация спорта/С.Р. Гостева //Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк-2020), 2020.- С.18-20.
3. Селезнева А.В. Ценностные основания российской национально-государственной идентичности // Вестник Российской нации. -2018. -№ 7.- С. 82-94.
4. Стивенсон К. Л. Спорт как современный социальный феномен: функциональный подход // Спорт и образ жизни: Сб. статей./ Сост. В. И. Столяров, З. Кравчик. - М.: ФиС, 1979. - С. 58 - 65.
5. Хаметов Э.Ш. Спорт высших достижений как средство формирования национально-государственной идентичности // Материалы Всероссийской научной конференции РАПН с международным участием «Время больших перемен: политика и политики». – М.: Изд-во РУДН, 2017. - С. 392-393 .
6. Дзичковский Е. Невинное заболевание или грандиозный обман? 10 вопросов о спортивной астме. – 2020. – URL:
https://matchtv.ru/doping/matchtvnews_NI1180162_Nevinnoje_zabolevanije_ili_grandioznyj_obman_10_voprosov_o_sportivnoj_astme
7. Карпова С. Что происходит? Допинг-скандал на Олимпиаде-2016. – URL: https://www.sobaka.ru/entertainment/art/149837
8. Россия в международном спортивном движении/ С.В. Алексеев, М.М. Бариев, С.Р. Гостева, Н.Г. Саттаров //Культура физическая и здоровье. – 2018.- № 2(66).- С. 49-52.
9.Взаимосвязь количественных и качественных показателей при подготовке спортивного резерва на различных этапах в ДЮСШ и СДЮШОР России //Филимонова С.И., Столов И.И., Корольков А.Н., Столов И.И./ Культура физическая и здоровье. -2016. -№ 2 (57). -С. 24-28.
10. Программно-целевой метод развития физической культуры и спорта в российской Федерации /С.В. Алексеев, С.Р. Гостева, Г. //Культура физическая и здоровье. – 2018.- № 1(65).- С.8-11.
11. Политическое и правовое поля - главные детерминанты развития современного пространства физической культуры и спорта / С. И. Филимонова, Л. Б. Андрющенко, Ю. Б. Алмазова [и др.] // Спорт: экономика, право, управление. – 2021. – № 1. – С. 30-33. – DOI 10.18572/2070-2175-2021-1-30-33. – EDN FWIHFS.
12.Физическая культура Учебное пособие // Филимонова С.И., Андрющенко Л.Б., Аксенов М.О., Жуков О.Ф., Столяр К.Э., Глазкова Г.Б., Степыко Д.Г., Андрющенко О.Н., Аверясова Ю.О., Алмазова Ю.Б., Ким Л.Г., Пуховская М.Н., Казакова В.М. – Изд-во РЭУ им. Г.В.Плеханова, Москва, 2021. _– 271с.
13.Физическая культура и спорт / Филимонова С.И., Андрющенко Л.Б., Аксенов М.О., Жуков О.Ф., Столяр К.Э., Глазкова Г.Б., Аверясова Ю.О., Алмазова Ю.Б., Ким Л.Г., Пуховская М.Н., Казакова В.М. Учебник // Сер. Бакалавриат Изд-во КНОРУС, Москва, 2022. – 567 с.
14.Факторы, оказывающие влияние на скоростно-силовую выносливость в гандболе (семантический анализ релевантных публикаций) // Филимонова С.И., Аверясова Ю.О., Гостева С.Р., Казакова В.М. / Культура физическая и здоровье. -2021. -№ 4 (80). - С. 41-46.

УДК 796

ДВИГАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ В ЖИЗНИ СТУДЕНТА

Михайлов А. А.
РЭУ им. Г. В. Плеханова

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что более 70% населения имеют малоподвижный образ жизни, среди этого числа есть и студенты. Для студентов, как представителей молодого поколения, тех, за кем стоит будущее государства, важно рассмотреть вопрос двигательного режима.

По данным ВОЗ, недостаточную физическую активность имеют 90% студентов, из них 60% – с выраженной гипокинезией. Среди врачей термин гипокинезия определяет недостаточный объем физических упражнений, который сказывается на здоровье человека.

Жизнь современного студента построена по графику: пары в университете, путь домой, домашнее задание. Как правило, на дополнительные физические нагрузки времени не остается.

Однако такой подход к уровню двигательной активности является серьезной угрозой для здоровья студентов, поскольку низкая двигательная активность способна порождать неблагоприятные изменения в организме, и в целом снижать функциональные возможности основных систем жизнедеятельности.

Известный также факт, что у людей, которые недостаточно физически активны, на 20%-30% выше риск смертности по сравнению с теми, кто уделяет достаточно времени физической активности. Это определяет важность того, чтобы уделять внимание двигательному режиму, а особенно начинать делать это в таком юном возрасте, как студенчество.

В данной работе мы рассмотрим со всех сторон роль и пользу достаточной физической активности для студентов, а также опишем, чем опасен её дефицит.

Двигательный режим студента.

Современный двигательный режим среднестатистического студента сильно изменился от того, что было несколько сотен лет назад. В наши дни существует доступный транспорт (а для студента он ещё доступнее в силу студенческих скидок и льгот), а также походы в библиотеки и книжные магазины заменяют электронные ресурсы.

Важным нововведением также стали технологии дистанционного обучения, которые позволяют студентам не посещать занятия лично, а выходить на связь с преподавателем через Интернет. Всё это приводит к снижению уровня двигательной активности, и потому соблюдение качественного двигательного режима студентами является остро стоящей проблемой в области физического воспитания и поддержания здоровья населения.

Необходимость работать над двигательным режимом студенту несомненна, поскольку это может помочь ему лучше концентрироваться на занятиях, позволит чувствовать себя бодрее и веселее, а также повысит работоспособность.

Влияние двигательной активности на мозг

Для порядочного студента, который стремится самостоятельно обрабатывать изучаемый материал и выполнять все задаваемые работы собственными силами, большую роль играет работоспособность мозга.

Мозг, как основной орган, отвечающий за мыслительный процесс, нуждается в постоянном получении энергии, чтобы функционировать и быть способным обрабатывать поступающий материал. Помимо этого, мозг отвечает и за эмоциональность, и потому проблемы с психикой на фоне дефицита двигательной активности могут спровоцировать не только физические, но и ментальные расстройства.

Итак, как уже было сказано ранее, мозгу необходима энергия. В первую очередь, для этого человеку, конечно же, стоит внимательно относиться к своему сну: уделять ему около 8 часов в сутки. Важно также следить за питанием и за тем, какие вещества человек получает

с едой и достаточно ли они питательны для мозга. А также важно уделять внимание физической активности.

Влияние двигательной активности на сердце

Болезни, связанные с сердечнососудистой системой, в наши дни становятся всё моложе, что означает, что заболеваниям всё больше подвергаются студенты.

Сердце – это важный орган не только для студентов, но и для каждого человека в отдельности, поскольку оно позволяет крови течь, а всему организму – функционировать.

В результате недавно проведенных исследований, выполненных под эгидой ВОЗ, были установлены основные причины (факторы риска), которые способствуют развитию сердечнососудистых заболеваний среди населения. Одной из главных причин стал дефицит двигательной активности.

Влияние недостатка двигательной активности, а также плохого питания (избыточного или наоборот) было доказано в ряде научных исследований. в Учеными также было выявлено, что в странах Африки и Юго-Восточной Азии, где наблюдается сильный недостаток в пище, но население которой отличается высокой двигательной активностью, сердечно-сосудистых заболеваний мало. Это может говорить о влиянии двигательного режима на сердце.

Тем не менее, в результате эмиграции жители стран Африки и Юго-восточной Азии в более развитые экономически страны тоже могут подвергаться сердечно-сосудистым заболеваниям. И это снова подтверждает влияние образа жизни на сердце.

Двадцатилетний период наблюдений в Америке и Европе показал, что смертность от ИБС была в 2 раза ниже у тех, кто регулярно занимался физическими упражнениями, по сравнению с их малоподвижными коллегами.

Важным показателем сердечно-сосудистой стабильности является частота сердечных сокращений – это количество сердечных сокращений за определенный промежуток времени. Современной проблемой студентов является его малоактивный образ жизни, в результате которого частота сердечных сокращений на протяжении дня варьируется 90-100 уд/мин. Такой показатель значительно ниже пороговой величины обеспечивающей тренировочный и профилактический эффект.

Тем не менее, задаваясь вопросом повышения двигательной активности путем физических упражнений, важно обратить внимание на характер этих упражнеий. Некоторые люди, чья профессия связана с тяжелым физическим трудом (шахтеры, грузчики, докеры) не просто подвержены ухудшению здоровья, но и развитию такого заболевания, как атеросклероза кровеносных сосудов.

Нормы двигательной активности для студентов

Создавая список базовых рекомендаций, в данной главе студент рассматривается как просто человек в возрасте от 18 до 25 лет.

Так, для среднестатистического студента не спортивного направления, в возрасте от 18 до 25 лет, рекомендуется:

- 150 – 300 минут анаэробной физической активности в неделю: студентам стоит уделять внимание физическим упражнениям, где кислород используется в качестве источника энергии, около получасу в день;
- дважды в неделю (и даже чаще) уделять время упражнениям средней и высокой интенсивности, направленным на поддержания тонуса мышц и двигательной активности;
- ограничить время в положении сидя и лежа: студентам стоит заменять это двигательной активностью как можно больше.

Все эти базовые рекомендации способствуют улучшению здоровья, повышению работоспособности мозга, повышению концентрации и улучшению настроения.

В работе были рассмотрены основные факторы в жизни студентов, на которые оказывает влияние умеренный двигательный режим, а также выдвинуты базовые рекомендации.

Достаточно высокий уровень физической активности поможет студенту чувствовать себя хорошо и бодро, способствует увеличивать концентрацию внимания, повышает работоспособность мозга, а также благоприятно влияет на стрессоустойчивость. Особенно важно соблюдать описанные рекомендации в периоды сессий, поскольку это самое трудное в психологическом плане время в жизни студента.

Полезны регулярные физические нагрузки и для профилактики сердечнососудистых заболеваний, что важно не только для студентов, но и для всех людей в целом.

Таким образом, в данной работе доказана необходимость поддержания умеренного двигательного режима для студентов не спортивных направлении.

Список литературы

1. Базанов А.Н. Недельный микроцикл двигательной активности студентов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2021. №9-2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/nedelnyy-mikrotsikl-dvigatelnoy-aktivnosti-studentov

2. Базанов А.Н. ДВИГАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ СТУДЕНТОВ В ТЕЧЕНИЕ НЕДЕЛИ // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2021. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/dvigatelnaya-aktivnost-studentov-v-techenie-nedeli

3. Гостева С.Р. Влияние физической культуры студентов на их образ жизни/ //Транспорт: наука, образование, производство (транспорт-2021). - Воронеж: филиал государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2021. – С.66-68

4. Ефимова Ольга Романовна Психофизиологические свойства личности и двигательная активность студентов // E-Scio. 2021. №12 (63). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/psihofiziologicheskie-svoystva-lichnosti-i-dvigatelnaya-aktivnost-studentov

5. Кряклина Анна Александровна, Пахомов Юрий Михайлович, Устинова Оксана Николаевна, Дасько Михаил Антонович, Волкова Людмила Михайловна, Сокарева Галина Валентиновна СОЦИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ СТУДЕНТОВ РАЗНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ // Ученые записки университета Лесгафта. 2021. №11 (201). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnaya-aktivnost-studentov-raznoy-dvigatelnoy-aktivnosti

6. Student's educational goal and formalization of its representation in e-learning // Andryushchenko L.B., Filimonova S.I., Sleptsova M.V., Pakhomova E., Kravtsov B./ В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2020. С. 12082

7. Детерминанты включения взрослого населения в подготовку и сдачу нормативов ГТО// Филимонова С.И., Алмазова Ю.Б., Аверясова Ю.О., Корольков А.Н., Гостева С.Р./ Культура физическая и здоровье.- 2020. -№ 1 (73). -С. 104-107

8. Подготовка спортивных юристов - шаг к решению проблем пространства физической культуры и спорта// Филимонова С.И., Андрющенко Л.Б., Алмазова Ю.Б., Аверясова Ю.О., Носов С.М./ Культура физическая и здоровье. -2020. -№ 2 (74). -С. 26-29

9. Перспективы развития физической культуры и спорта в рамках национальных проектов до 2030 года//Ольховский Р.М., Андрющенко Л.Б., Филимонова С.И./ Культура физическая и здоровье. -2020. -№ 2 (74). -С. 9-12

10. Инновационное содержание обучения по физической культуре и спорту будущих предпринимателей // Филимонова С.И., Андрющенко Л.Б., Аверясова Ю.О., Алмазова Ю.Б./ Культура физическая и здоровье. 2020. -№ 3 (75).- С. 73-76.

11. Физическая культура и спорт / Филимонова С.И., Андрющенко Л.Б., Аксенов М.О., Жуков О.Ф., Столяр К.Э., Глазкова Г.Б., Аверясова Ю.О., Алмазова Ю.Б., Ким Л.Г., Пуховская М.Н., Казакова В.М. Учебник // Сер. Бакалавриат Изд-во КНОРУС, Москва, 2022. – 567 с.

УДК 796

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В СФЕРЕ СПОРТА И ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В РФ

Дикарева А. А.
Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова

Актуальность выбранной мною темы выражена в том, что в современном мире, отличающимся высокой степенью нестабильности не только политической и экономической сфера жизни человека, но также в области культуры, духовной и социальной жизни индивидов. В результате постоянного взаимодействия и осуществления деятельности в условиях высокой неопределенности и нестабильности вызывает у человека естественную реакцию, то есть побуждает испытывать стресс, что, с одной стороны, мобилизует все жизненные силы человеческого организма, направляя их на выживание и приспособление к новым условиям, но, с другой стороны, в условиях постоянного стресса, вызванного непрекращающимися попытками адаптироваться к новым для организма условиям, человек приобретает заболевания, не только физические, но и психически, вызванные постоянными перегрузками всех, но в первую очередь, нервной системы человека. Эти заболевания очень сильно влияют, ухудшают на качество жизни человека, вредят процессам принятия решений и осуществления деятельности.

Известно, что применение физических нагрузок, в форме воспитания физической культуры и спорта, является наиболее результативным и эффективным методов сохранения и поддержания здорового, работоспособного и удовлетворяющего состояния человеческого организма в эпоху автоматизации и информатизации рабочего процесса, и особенно, в период удаленной работы. Малоактивный образ жизни, присущий большинству рабочей силы по всему миру также порожден технологическим прогрессом в области средств коммуникаций, а также средств передвижения. Я развитием цивилизации человеку требуется все меньше физических сил и активности для успешного функционирования как полноценного члена общества, так как почти все действия в социальной, политической и экономической сферах можно совершить онлайн, а для перемещения из одного пункта в другой существует комфортабельный транспорт, преимущественно в сидячем положении, не требующем какой-либо физической нагрузки. С прогрессированием гиподинамии, так называемой “болезни цивилизаций”, у человека, вне зависимости от возраста, начинают развиваться хронические заболевания суставов, сердечно-сосудистой и нервной системы, а также способствуют появлению на регулярной основе раздражительности, усталости и еще большего спада активности, в том числе социальной и духовной. Поэтому поддержание оптимальной регулярной физической нагрузки в повседневной жизни так важно для сохранения хорошего самочувствия.

Именно поэтому одной из важнейших функций государства в сфере здравоохранения является обеспечение доступности каждому гражданину инфраструктуры и среды для занятий физической культурой. Однако в этой области государственная политика не всегда использует эффективные методы и добивается поставленных результатов.

Цель исследования: изучить и проанализировать средства и методы, используемые государством для приобщения населения к спорту и повышению общей физической активности жителей страны.

Задачи:

- Провести анализ инструментов и методов государственной политики в сфере спорта
- Изучить последствия использования этих методов, выделить достоинства и недостатки

Методы исследования: анализ научных и публицистических статей о результатах государственной политики в сфере спорта и физической культуры

Известно, что физическая культура отражает отношение человека к собственному телу и разуму, его ответственность за свое здоровье и благополучие. Поэтому развитая физическая культура граждан государства демонстрирует общую духовную и социальную

развитость общества и заметно коррелируется с поведением индивида, успешностью его деятельности в социуме. Однако, по данным Министерства Спорта РФ в 2020г только приблизительно 30% всего населения России занимается спортом регулярно и активно. Для сравнения, средний показатель по развитым странам находится около 60%, то есть в два раза больше, чем в России. Это свидетельствует о том, что, во-первых, перед государством и обществом стоит большая задача по привлечению большего числа граждан к активному и здоровому образу жизни, и, во-вторых, не все рычаги и методы воздействия, используемые ранее для пропаганды спорта были эффективны, и требуется создать и применить новые инструменты воздействия.

Для анализа государственных методов мотивации населения к ведению активного образа жизни, мною было использовано распоряжение Правительства РФ от 7 августа 2009 г. № 1101-р, а также комментарии и статьи, опубликованные в СМИ, по теме за период с 2009 по 2020 годы. В соответствии с указанном выше распоряжением Правительства РФ, политика, направленная на популяризацию спорта среди населения до 2020 года была направлена на решение проблем, сложившихся в обществе в начале XXI века.

Одной из основных проблем, выделенных политиками и экспертами является прогрессирование проблем со здоровьем, вызванных падением качества физической подготовки граждан страны. К примеру, по данным Министерства здравоохранения и социального развития РФ, больше половины учащихся в школе имеют хронические заболевания, а 40% молодых людей от 18 до 27 лет не соответствует положенным нормам. Кроме того, растет количество студентов Вузов, причисленных к специальной медицинской группе по состоянию здоровья. Также было отмечено, что приблизительно 80% всех жителей страны не могут себе позволить регулярные занятия спортом, в том числе социальные группы, находящимся под особым наблюдением и содержанием у государства(инвалиды, граждане с ограниченными возможностями здоровья, малообеспеченные семьи, студенты и пенсионеры).

В законодательстве РФ ответственность за строительство и поддержание в функционирующем состоянии спортивных объектов и инфраструктуры, а также обеспечения необходимого оснащения образовательных учреждений, социальных центров и тд необходимым современным, работающим спортивным инвентарем и оборудованием зачастую не определяется достаточно четко и ясно. В большинстве случаев она лежит на плечах органов региональной и муниципальной власти, то есть обеспечивается из их, часто весьма ограниченного, бюджета. Поскольку в сфере интересов этих ветвей власти лежит так много вопросов, требующих безотлагательных инвестиций и помощи, что проблема доступности спортивной инфраструктуры отходит на задний план и часто получает недостаточно как финансовых, так и человеческих ресурсов для решения.

Для преодоления этой проблемы Правительством РФ были предприняты действия, предусмотренные Стратегией развития физической культуры и спорта РФ, оговоренной в вышеуказанном Постановлении Правительства. В результате предпринимаемых действий за счет федерального бюджета были построены спортивные объекты по всей стране. На площадках некоторых их них были успешны проведены крупнейшие международные соревнования: Олимпиада 2014 г в Сочи, Всемирная летняя универсиада в 2013 г в Казани, а также Чемпионат Мира по футболу в 2018 г). Кроме того, формирование федерального проекта “Спорт-норма жизни” позволило обеспечить регионы инфраструктурой для поддержания активного, здорового образа в жизни среди широких масс населения.

Другой проблемой, мешающей жителям России вести активный, здоровый образ жизни, является недостаточное количество или вовсе отсутствие квалифицированных тренеров, преподавателей и специалистов как в образовательных учреждениях, так и в социальных муниципальных организациях. Причина возникновения этой проблемы лежит в недостаточной оплатой труда, как правило предлагаемой бюджетными организациями. В следствии чего, высококвалифицированные кадры выбирают местом работы коммерческие

фитнес-центры, зачастую премиум класса, недоступные основной массе населения, поскольку эти организации предлагают заработную плату кратно выше.

К сожалению, решение данной проблемы также лежит в рамках бюджетной политики. Однако стоит заметить, что федеральные проекты создали и обеспечили спортивные центры для подготовки спортсменов международного класса. Ярким примером, является школа фигурного катания “Самбо 70”, где тренерский штаб Э. Тутберидзе готовит абсолютных чемпионок в одиночном фигурном катании. Стоит заметить, что не только тренировки девушек, но и переезды, костюмы и инвентарь оплачивается из фонда школы, спонсируемого как из регионального, так и из федерального бюджетов.

Иной проблемой, отмеченной как в постановлении Правительства, так и федеральными СМИ и Министерствами спорта и здравоохранения, является недостаточная эффективность работы системы детско- юношеского спорта, нацеленной на поиск и воспитание потенциальных талантов, спортсменов международного класса, то есть создания спортивного резерва сборных команд. Низкая эффективность связана также с недостаточным уровнем материально-технического оснащения, нехватки высококвалифицированного тренерского штата, а соответсвенно, и недостатка личной мотивации как детей, так и родителей заниматься “большим спортом”, тратя огроное количество сил, энергии и времени.

Для того, чтобы мотивировать молодое поколение усиленно заниматься спортом, в 2013 году президент РФ В.В. Путин внес предложение по внедрению системы норм ГТО в систему поощрения молодежи. Теперь спортивные достижения учеников школ учитываются при поступлении в Вуз и могут сыграть иногда критически важную роль. Кроме того, статистика выполнения норм ГТО дает необходимую информацию о качестве физической подготовки, предоставляемой в школе, что дает возможность корректировать деятельность школьной администрации и предоставлять необходимую точечную материальную помощь.

Таким образом, можно сделать вывод, что хотя государственная политика и достигла больших результатов в продвижении активного образа жизни среди населения и обеспечении доступности спорта всем социальным группам, государственным чиновникам и спортивным экспертам предстоит разрешить большое число проблем, связанных с ограничением подвижности работающего населения, особенно тех, кто занят на удаленной работе.

Список литературы

1. Аракелян Е. Россияне стали меньше пить и больше заниматься спортом [Текст] // Аракелян Елена // Комсомольская правда. – 2015. – 29 марта.
2. Барабанова А.И. Развитие физической культуры и спорта в современных условиях. // Статья. // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/
3. Все о нормах ГТО/ Нормы ГТО – Всероссийского физкультурноспортивного комплекса в 2016 году. // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gtonorm.ru
4. Гостева С.Р. Формирование здорового образа жизни студента в культурно-образовательной среде (КОС) провинции/ //Культура физическая и здоровье. – 2016.- №4(59).- С.111-116.
5. Гостева, С. Р. Состояние и перспективы развития физической культуры и спорта в Российской Федерации / С. Р. Гостева, Г. Р. Гостев // Берегиня. 777. Сова: Общество. Политика. Экономика. – 2019. – № 1(40). – С. 177-196.
6. Гостева, С. Р. Сохранение здоровья нации как важнейший фактор национальной безопасности России / С. Р. Гостева, Г. Г. Провадкин // Социальная политика и социология. – 2010. – № 9(63). – С. 14-37.
7. Гостева, С. С. Физическая культура и спорт - динамично развивающаяся отрасль / С. С. Гостева, С. Р. Гостева // Культура физическая и здоровье. – 2014. – № 1(48). – С. 5-9.
8. Об утверждении Стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2020 года: распоряжение Правительства Российской

Федерации № 1101-р от 07 августа 2009 г. // Собрание законодательства Российской Федерации. 2009. № 33. Ст. 4110.

9. Развитие физической культуры и спорта. Федеральные Целевые программы – Министерство спорта Российской федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.minsport.gov.ru/ Россия 2018.

10. Модель физического воспитания студентов с особыми образовательными потребностями //Мамонова О.В., Филимонова С.И., Шутова Т.Н., Кондраков Г.Б. /Теория и практика физической культуры.- 2018. -№ 9. -С. 51-53.

11. Здоровье и физическое воспитание учащихся общеобразовательных школ: современный взгляд // Филимонова С.И., Коданева Л.Н./Культура физическая и здоровье. 2012. № 6 (42). С. 73-76

12. Взаимосвязь количественных и качественных показателей при подготовке спортивного резерва на различных этапах в ДЮСШ и СДЮШОР России //Филимонова С.И., Столов И.И., Корольков А.Н., Столов И.И./ Культура физическая и здоровье. -2016.- № 2 (57). -С. 24-28.

13. Выявление основных формирующих детерминант пространства физической культуры и спорта для самореализации личности / Филимонова С.И./Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. -2005. -№ 2. -С. 12.

14. Программно-целевой метод развития физической культуры и спорта в Российской Федерации/ С.В. Алексеев, С.Р. Гостева, Г.Р. Гостев, А.А. Лотоненко// Культура физическая и здоровье.- 2018. - № 1(65). – С.8-11.

15. Филимонова, С. И. Экономическое поле - "черная дыра" в пространстве физической культуры и спорта / С. И. Филимонова, С. Р. Гостева // Культура физическая и здоровье. – 2010. – № 4. – С. 25-28.

УДК 796

ОЦЕНКА УРОВНЯ СФЕРЫ СПОРТА В ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Желанова П. А., Казакова В.М.
ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова»
Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение г. Москвы «Школа № 1368»

Спорт очень важен для жизни, и участие в спорте всегда следует поощрять. Занятия спортом делают нас активными, здоровыми, подтянутыми, а также развивают наши социальные и коммуникативные навыки. Самая распространенная поговорка «В здоровом теле живет здоровый дух» настолько верна, что для того, чтобы человек был успешным, его физическое, а также психическое состояние должно быть в порядке. Спорт – лучший источник отдыха. Спорт снимает стресс и дает отдых нашему уму и телу. Занятия спортом помогают нам справляться с такими проблемами, как трудности, препятствия, внезапные несчастья и т. д. Спорт также улучшает кровообращение в нашем организме. Спорт также повышает нашу эффективность. Спорт повышает качество командного духа в человеке. Спорт учит нас ценить время. Это учит нас ценности минуты, а также секунды. Спорт предлагает нам изменение нашей мирской рутины. Игра и просмотр спортивных состязаний также являются отличным источником развлечения. Спорт очень важен для детей и молодежи на этапе их взросления. Спорт дисциплинирует каждого человека на его жизненном пути.

За предшествующие несколько десятков лет в Российской Федерации колоссально повысился уровень развития здравоохранительной, культурной и спортивной сфер, каждая их которых имеет существенное значение в функционировании и жизнедеятельности государства. Актуальность моего исследования заключается в том, что в настоящий момент, к сожалению, в силу значительной дифференциации экономического благосостояния многочисленных регионов Российской Федерации по причине различного экономико-географического положения три вышеупомянутых сферы могут развиваться очень

неравномерно. Всё же при этом в большинстве регионов огромное количество ресурсов и финансовых средств направлено на их обеспечение. Именно поэтому целью данной статьи является анализ состояния и эволюции одной из них в конкретном регионе. В моей работе к рассмотрению взяты кондиции сферы спорта в Челябинской области, потому что как раз спортивная ветвь общественной жизни не только поднимает статус какого-либо региона и страны в целом, но, что более важно, гарантирует в будущем здоровье и долголетие нации.

В марте 2019 года было проведено заседание совета по развитию физической культуры и спорта, где выступил президент Российской Федерации с несколькими ключевыми заявлениями, в одном из которых Владимир Владимирович Путин сказал: “Еще раз хочу подчеркнуть, что физкультура, спорт — это не какая-то “развлекушка”. Это чрезвычайно важное, государственное, без всякого преувеличения, дело”. В течение заседания глава государства также отметил, что состояние спорта влияет на решение демографических и политических, связанных с престижем страны на международной арене, с демонстрацией наших достижений в социальной, политической и здравоохранительной сферах, проблем и задач. Российский лидер добавил, что всё это тесно связано и очень глубоко переплетается между собой и не может полноценно функционировать обособленно. В нашей стране оказывается поддержка как спорту высших достижений, так и массовому спорту, что стимулирует граждан к здоровому образу жизни.

Уже в 2020 году на заседании 6 октября Владимир Путин обсудил проект стратегии развития области спорта в России на период до 2030 и зафиксировал факт того, что основная цель прежней стратегии была благополучно достигнута – абсолютный прирост числа людей, занимающихся спортом регулярно с 2009 года составил почти 60 миллионов человек. В новой стратегии президент Путин призвал сделать акцент на формировании подходящей инфраструктуры, способствующей развитию массового спорта в школах, ВУЗах, по месту жительства и работы.

Министерство спорта Российской Федерации все более активно стремится к интеграции физической культуры и спорта в процесс жизнедеятельности как детей и молодёжи, так и людей в зрелом и пожилом возрастах, расширяя область доступных соответствующих ресурсов в большинстве регионов нашей страны.

Говоря более конкретно об объекте моего анализа – Челябинской области, сначала я хотела бы сказать о наличии 137 спортивных школ в данном регионе при населении 3 466 369 человек.

Ежегодно в Челябинской области составляется единый областной календарный план официальных физкультурных и спортивных мероприятий, в котором, к примеру, в 2019 году было установлено 8123 пункта, включающих в себя международные турниры, первенства России, областные и межрегиональные соревнования, показательные тренировки, углубленные медицинские обследования и медико-восстановительные комплексы членов сборных команд по различным видам спорта.

Также в Челябинской области проводится сдача физкультурно-спортивного комплекса “Готов к труду и обороне”. Для проведения описываемого мероприятия установлено несколько центров тестирования ВФСК ГТО: три зональных центра тестирования (Муниципальное бюджетное учреждение «Легкоатлетический комплекс имени Е. Елесиной», муниципальное учреждение дополнительного образования «Детско-юношеская спортивная школа № 3», муниципальное бюджетное образовательное учреждение дополнительного образования детей «Специализированная детско-юношеская спортивная школа олимпийского резерва») и 47 муниципальных центров.

Исторически сложилось, что Уральский федеральный округ всегда был, есть и будет одним из наиболее продвинутых спортивных центров, превеликое множество выдающихся спортсменов начинали здесь свой путь и до сих пор остаются гордостью родных городов, входящих в состав УФО. Эволюция сферы физической культуры и спорта в УФО, как и в общем в Российской Федерации, осуществляется очень грамотно и равномерно, так как предпринимаются меры по развитию и поддержке не только профессионального спорта, но и

любительского. Говоря о массовом спорте, тут затрагиваются сразу несколько направлений: от стандартизированных спортивных площадок, доступных в каждом дворе, до многофункционально оснащенных спортивных сооружений. Ежегодно в Челябинске проводится около 300 спортивно-массовых мероприятий по 66 видам спорта, в которых принимают участие в районе 45000 человек всех возрастных групп – от соревнований «Малышок» среди детей дошкольного возраста до соревнований ветеранов, в которых возраст самого “опытного” участника превосходил 80 лет. К тому же министерство по физической культуре и спорту Челябинской области находится в процессе реализации проекта “Спорт – норма жизни”, главная задача которого как раз и заключается в обеспечении достойных условий для занятий спортом для граждан вне зависимости от их уровня физической подготовки, возрастной категории или финансового благополучия. Для разрешения вышеперечисленных задач уже был составлен, утвержден и принят к исполнению четкий план мероприятий до 2024 года по реализации упомянутого ранее регионального проекта.

В 2015 году в численность людей, регулярно занимающихся физической культурой и спортом, впервые превысила отметку в 1 млн, а по итогам уже 2016 года этот показатель возрос на 70 тыс и стал 1077,4 тыс человек, и теперь данное число составляет 33% от общей численности населения Челябинской области. На данный момент количество спортивных граждан равняется 1372 тыс человек, что составляет 42,5% от всех людей, проживающих в ЧО. В ближайшем будущем планируется повысить долю людей, занятых в спорте, до 55% к 2024 году от населения данного региона. Важно отметить, что вышеуказанные фактические показатели 2020 года уже на 3,5 % превосходят показатели контрольных точек проекта «Спорт - норма жизни», который является составляющей национального проекта «Демография».

Таким образом, делая вывод из всех факторов, отмеченных ранее, необходимо сказать, что спортивная инфраструктура в Челябинской области очень активно развивается в настоящее время и имеет положительную тенденцию в долгосрочной перспективе, здесь производится большое количество действий с целью развития и способствования процветанию физической культуры и спорта, но по словам министра физической культуры и спорта Челябинской области Одера Леонида Яковлевича данный регион не намерен останавливаться на достигнутом и будет стремиться к максимально возможному оптимальному состоянию одной из важнейших сфер жизни общества и деятельности государства – сферы физической культуры и спорта.

В целом, мы можем сделать вывод о том, что существует множество преимуществ спорта. Во-первых, люди должны заниматься спортом, чтобы быть в хорошей форме, умными, красивыми и ментально и физически здоровыми. Во-вторых, спорт также может выступать в качестве источника развлечения и удовольствия. В-третьих, спорт — крайне перспективное направление развития в экономике как каждого субъекта нашей страны в отдельности, так и Российской Федерации в целом. На мой взгляд, несмотря на преимущества спорта, многие не могут поверить, что спорт полезен и полезен. Я надеюсь, что в будущем эти люди будут более оптимистично относиться к спорту, поскольку он является необходимостью нашей жизни.

Список источников:

1. Закон Челябинской области от 12 ноября 2008 года N 320-ЗО «О физической культуре и спорте в Челябинской области» (с изменениями на 2 сентября 2021 года)
2. Постановление губернатора Челябинской области от 22 февраля 2022 года N 33 «О проведении в 2022 году областного конкурса на лучшую организацию физкультурно-спортивной работы среди органов местного самоуправления, реализующих полномочия в сфере физической культуры и спорта на территории муниципальных образований Челябинской области»
3. Постановление правительства Челябинской области от 14 февраля 2022 года N 65-П «О порядках определения объема и условиях предоставления в 2022 году областным

бюджетным и автономным учреждениям, подведомственным Министерству по физической культуре и спорту Челябинской области, субсидий на иные цели»

4. Постановление правительства Челябинской области от 25 декабря 2020 года N 733-П «О государственной программе Челябинской области «Развитие физической культуры и спорта в Челябинской области» (с изменениями на 28 июля 2021 года)»

5. Приказ министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 октября 2015 года N 798н «Об утверждении профессионального стандарта «Руководитель организации (подразделения организации), осуществляющей деятельность в области физической культуры и спорта»»

6. Распоряжение правительства Челябинской области от 29 ноября 2021 года N 914-рп «Об утверждении плана мероприятий ("дорожной карты") на 2021 - 2022 годы по обеспечению финансирования организаций, осуществляющих спортивную подготовку в Челябинской области по базовым видам спорта в соответствии с требованиями федеральных стандартов спортивной подготовки и программ спортивной подготовки»

7. Распоряжение правительства Челябинской области от 29 августа 2019 года N 663-рп «О Концепции подготовки спортивного резерва в Челябинской области до 2025 года»

8. Блюменталь Бретт Год, прожитый правильно. 52 шага к здоровому образу жизни / Бретт Блюменталь. - М.: Альпина Паблишер, 2016.

9. Гостева, С. Р. Состояние и перспективы развития физической культуры и спорта в Российской Федерации / С. Р. Гостева, Г. Р. Гостев // Берегиня. 777. Сова: Общество. Политика. Экономика. – 2019. – № 1(40). – С. 177-196.

10. Гостева, С. С. Физическая культура и спорт - динамично развивающаяся отрасль / С. С. Гостева, С. Р. Гостева // Культура физическая и здоровье. – 2014. – № 1(48). – С. 5-9.

11. Гришина, Т. С. Роль физкультурной деятельности в понимании преимущества здорового образа жизни / Т. С. Гришина, С. Р. Гостева // Физическая культура, спорт и здоровье в современном обществе : сборник научных статей международной научно-практической конференции, Воронеж, 08–09 октября 2020 года / Воронежский государственный институт физической культуры. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2020. – С. 131-134.

12. Анализ недостатков реализации ВФСК ГТО среди взрослого населения/ Филимонова С.И., Алмазова Ю.Б., Аверясова Ю.О./ Культура физическая и здоровье.- 2020. - № 4 (76). -С. 132-135

13. Результаты мониторинга готовности вузов к внедрению ВФСК ГТО / Филимонова С.И., Столов И.И., Филимонова Ю.Б. / Спорт: экономика, право, управление. - 2015. -№ 4. -С. 35-38.

14. Образовательная среда подготовки студентов к сдаче нормативов ВФСК ГТО // Филимонова С.И., Алмазова Ю.Б., Слепцова М.В.
В сборнике: Актуальные проблемы, современные тенденции развития физической культуры и спорта с учетом реализации национальных проектов. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Под научной редакцией Л.Б. Андрющенко, С.И. Филимоновой. 2020. - С. 300-307

15. Программно-целевой метод развития физической культуры и спорта в Российской Федерации / С. В. Алексеев, С. Р. Гостева, Г. Р. Гостев, А. А. Лотоненко // Культура физическая и здоровье. – 2018. – № 1(65). – С. 8-11.

16. Физическая культура студентов с особыми образовательными потребностями: учебное пособие //Филимонова С.И., Андрющенко Л.Б., Глазкова Г.Б., Аверясова Ю.О., Алмазова Ю.Б./ Москва, РЭУ им. Г.В.Плеханова 2020.

УДК 316

К ВОПРОСУ О ГРАЖДАНСКОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ СРЕДИ МОЛОДЕЖИ В РОССИИ

Панфилова К.И.
Филиал ФГБОУ РГУПС в г. Воронеж

Россия многонациональная государство, на земли страны обитают люд с разной национальностью и религией. В следствие, этого имеют все шансы вставать межэтнические и межконфессиональные инциденты [1]. Современные геополитические обстоятельства, в коих нужно соприсутствуешь российскому государству, актуализируют давно позабытую дилемму штатской идентичности личности и патриотизма. Востребованность общества в жителях, имеющих осознанную штатскую сделку, связано с потребностью отвечать на современные вызовы – проявления терроризма и сепаратизма в государствах, граничащих с нашим государством; возмущение «коренных» людей миграционными процессами изнутри страны; вожделение молодежи эмигрировать и т. д. Штатская идентичность людей – это база для хранения целостности РФ. Все вышеупомянутое обуславливает актуальность трудности изучения. Тест парадокса «гражданская идентичность у молодежи» зарекомендовал, собственно что нет единственного понятия о мнении, структуре и возрастных особенностях штатской идентичности [3].

Ряд учёных оценивают штатскую идентичность у молодежи в одном ряду с народной. В собственном исследовании мы станем предопределять «гражданскую идентичность у молодежи» как понимание личностью приспособления к обществу людей такого или же другого страны, готовности и возможности исполнять сопряженные с наличием гражданства прямые обязанности, воспользоваться водительскими удостоверениями, брать на себя интенсивное роль в жизни страны.

Понимание причастности, приспособления к штатской общности подразумевает присутствие у индивидума представлений о принципах и почвах предоставленного объединения, об идентифицирующих симптомах, о гражданстве и нраве отношений страны и господина, а еще отношений меж собой людей предоставленной общности. Целью нашего изучения считается сопоставление индивидуальностей штатской идентичности зрелых людей и молодых людей.

Гражданская идентичность как основа безопасности государства и общества представлена и в проекте Стратегии противодействия экстремизму в РФ до 2025 года. Формирование гражданской идентичности как базовой идентичности для молодого поколения россиян представлено и в Основах государственной молодежной политики до 2025 года. Формирование российского патриотического сознания в нынешних сложных условиях экономического и геополитического соперничества, актуализировавшего важность обеспечения российской гражданской идентичности, опирается на накопленные за последние десятилетия знания, опыт и традиций патриотического воспитания. Однако, несмотря на столь солидное политико-идеологическое обеспечение формирование гражданской идентичности во всех социально значимых социальных группах сталкивается с определенными трудностями. Особенно когда речь идет о гражданской идентичности как основе патриотического и нравственного воспитания молодежи[5].

Процесс идентификации реализован на процессах интеграции и дифференциации, в следствие этого в идентичности отражаются представления человека о приспособления к общности собственных и одновременном отличии от посторонних [2]. Основываясь на предоставленном положении, мы зарекомендовали, собственно, что штатская идентификация молодежи считается конкретной и отлично дифференцированной. Для доказательства собственных догадок, был использован способ корреляционной статистики, который дозволил выявить корреляционные связи межоцениваемыми категориями.

Этим образом, проделанный тест сути мнения штатской идентичности дозволил квалифицировать его как трудную систему, которая складывается на базе стойких

социокультурных данных общества, социально-политических, национально-культурных, религиозных и других индивидуальностей.

Штатская идентичность соединяет общественность, считается цементирующей почвой общественной интеграции. Штатскую идентичность целенаправленно рассматривать как постигнутый процесс соотнесенности или же тождественности человека с конкретной гособщностью в определенном социально-политическом контексте.

В реальное время штатская идентичность верно рассматривается в науке в первую очередь как момент консолидации кругом интересов государства, в следствие этого уровень ее укорененности в сознании и поведении людей выступает как задаток политической и духовной консолидации, а еще модернизации общества и страны. Вот отчего принципиально содействовать заключению трудности становления штатской идентичности, обнаружать действенные технологии формирования гражданственности в образовательном месте, увеличивать профессиональную зону ответственности в предоставленной сфере.

В философии возникновение и разработка мнения «гражданская идентичность» предназначено задачками формирования штатской идентичности студентов, выдвинутыми в рамках свежих образовательных стереотипов совместного образования.

Основная масса изыскателей выделяют 3 ведущих структурных компонента штатской идентичности: когнитивный, ценностный и чувственный. Понимание приспособления к штатской общности подразумевает присутствие представлений об идентифицирующих симптомах, принципах и почвах предоставленного объединения, о гражданстве и нраве отношений господина страны и людей междусобой.

В когнитивном составляющей штатской идентичности отображается тип страны и земли, которую оно занимает; исторические, культурные, политические и иные особенности отношений народов, населяющих данное правительство. Присутствие или же недоступность для человека личного значения данных составляющих, их значимость и включенность в систему ценностей отображает ценностный составляющую.

Ценностный и чувственный составляющие штатской идентичности имеют все шансы доминировать и оказывать значительное воздействие на оглавление когнитивного компонента. Важными элементами чувственного компонента считаются ощущения гордости или же позора, вызванные штатской общностью и приспособлением к ней. Гордость за собственную страну дает собой важный индикатор дела к штатской приспособления как к значения.

Этим образом, развитие идентичности штатской ориентируется не лишь только прецедентом понимания штатской приспособления, но и в большей степени что отношением, которое к ней проявлено, и принятием предоставленного прецедента как важного в жизни человека. Базисным идентифицирующим механизмом считается патриотизм как ощущение приверженности штатской общности, признание ее важной ценностью

Проводя изучение теоретических качеств штатской идентичности молодежи, в работе были затронуты вопросы сути мнения штатской идентичности, исследованы моменты формирования и конструкция штатской идентичности, а еще проведен анализ штатской идентичности прогрессивной русской молодежи.

Штатская идентичность считается слабо проработанной областью изучений. Мнение «гражданская идентичность» с позиции множества философов говорит о недоступности в осознании предоставленного появления единственной точки зрения. Всевозможные нюансы исследования трудности штатской идентичности отнесены вокруг научных интересов изыскателей.

Проделанный анализ сути мнения штатской идентичности дозволил квалифицировать его как трудную систему, которая складывается на базе стойких социокультурных данных общества, социально-политических, национально-культурных, религиозных и других индивидуальностей.

На составление штатской идентичности личности воздействует большое количество беспристрастных и личных моментов. Составление штатской идентичности подразумевает составление ее структурных компонент: когнитивного, ценностного и чувственного.

Этим образом, штатская идентичность есть итог когнитивного, ценностного и чувственного процесса понимания индивидуумом собственной приспособления к штатской общности, проявляющегося в конкретном типе идентификационного поведения субъекта штатской общности и принятии им поведенческой модели.

Между вопросов, порождаемых прогрессивным социумом, одним из самых актуальных считается неувязка формирования идентичности молодёжи. Идентичность считается одним из наиглавнейших моментов, направляющих и реализующих молодежный потенциал.

Ключевыми главными направлениями по формированию штатской идентичности молодёжи считаются становление содержательного эмоционально-когнитивного и социально-политического заполнения категории «россиянин»; усвоение ведущих штатских прав, обязательств и ролей; расстановка ценностей штатской и межгрупповых идентификаций; приобщение к заинтересованностям становления страны; увеличение значительности субъектной энергичности по отношению к социуму и государству.

Список литературы

1. Аклаев А. Р. Этнополитическая конфликтология молодежи: анализ и фиософия: учеб. пособие / А. Р. Аклаев. – М.: Дело, 2020. – 471 с.

2. Андреева Г.М. Философия социального познания молодежи / Г. М. Андреева. – М.: Изд-во Аспект Пресс, 2021. – 288с.

3. Вилкова И. В. К вопросу об определении сущности понятия гражданская идентичность // Гуманитарные научные исследования. – Июнь 2012. – № 6

4. Гостев Р.Г. Время Русь собирать! Российская цивилизация в глобализированном мире XXI века/Р.Г. Гостев, Г.Г. Провадкин, С.Р. Гостева. – Москва: Еврошкола, 2007. – 511 с.

5. Гостева С.Р. Проблема гражданско-патриотической идентичности молодежи/ С.Р. Гостева// Транспорт: наука, образование, производство (транспорт-2021):ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 19-21 апреля 2021 года. – Воронеж, 2021. – С.63-66.

6. Гостева С.Р. Роль гуманитарной составляющей в образовании/ С.Р. Гостева//Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021).- Воронеж,2021. –С.141-143.

УДК 314

ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА В РОССИИ И ПУТИ ЕЁ РЕШЕНИЯ

Ковырзина Я.К.
филиал ФГБОУ РГУПС в г. Воронеж

Одной из важнейших проблем в нашей стране следует считать демографическую, ведь не зря ей уделяется столько внимания, как и путям её решения. Демографическая ситуация сама по себе сопровождается такими явлениями, как: сокращение числа населения, уменьшение её прироста и, конечно, неизбежное старение населения. В нынешний период в связи с эпидемией коронавирусной инфекции и вытекающими из неё заболеваниями мы столкнулись с весьма тяжкими последствиями, которые привели нас к значительному повышению уровня смертности, а также к уменьшению числа браков и пугающему росту разводов среди населения. А в результате сокращения мужского населения в стране наблюдается прирост нелегальных эмигрантов.

По мнению специалистов, Россия вскоре выйдет из числа крупнейших стран. Это подтверждается прогнозом от ООН, составленным в двухтысячном году, согласно которому

при сохранении нынешних тенденций естественного воспроизводства и миграции численность населения к 2050 году сократится на 24%, то есть на 108 млн. человек. Стоит также обратить внимание на прогноз Федеральной службы государственной статистики РФ, где за основу взяты данные о возрастно-половом составе населения 2018 года и данные 2017 года о числе умерших, родившихся и мигрировавших. Последний прогноз предполагает сокращение численности населения к 2050 году на более чем 14,7 млн. человек. Также существуют два иных варианта этого прогноза, где численность населения к 2050 году будет равняться:

1) 141766 тыс. человек, то есть уменьшение количества населения на 4,98 млн. человек;
2) 163401 тыс. человек, при возрастании населения на 16,65 млн. человек [6].

По данным Росстата можно выявить сокращение количества населения на 510 тыс. человек за 2020 год [7]. Припятствие для естественного прироста населения существовало ещё до устояния тяжёлой эпидемиологической обстановки в стране в лице демографических и социально-экономических проблем, поэтому можно сказать, что условия для постоянного естественного прироста отсутсвуют и не будут наблюдаться в ближайшие годы. В таблице 1 представлены данные Росстата по естественному приросту, рождаемости и смертности населения.

Таблица 1- Показатели естественного движения населения (данные Росстата 2021 года)

Годы *Year*	Всего, человек *Total, persons*			На 1000 человек населения *Per 1000 population*		
	родившихся *births*	умерших *deaths*	естественный прирост[1] *natural increase (decrease)*[1]	родившихся *births*	умерших *deaths*	естественный прирост[1] *natural increase (decrease)*[1]
	Все население / Total *population*					
2000	1 266 800	2 225 332	-958 532	8,7	15,3	-6,6
2010	1 788 948	2 028 516	-239 568	12,5	14,2	-1,7
2018	1 604 344	1 828 910	-224 566	10,9	12,5	-1,6
2019	1 481 074	1 798 307	-317 233	10,1	12,3	-2,2
2020	1 436 514	2 138 586	-702 072	9,8	14,6	-4,8
	Городское население / *Urban population*					
2000	886 908	1 564 034	-677 126	8,3	14,6	-6,3
2010	1 263 893	1 421 734	-157 841	12,0	13,5	-1,5
2018	1 205 231	1 317 703	-112 472	11,0	12,0	-1,0
2019	1 115 337	1 301 650	-186 313	10,2	11,9	-1,7
2020	1 079 887	1 568 773	-488 886	9,9	14,3	-4,4
	Сельское население / *Rural population*					
2000	379 892	661 298	-281 406	9,8	17,1	-7,3
2010	525 055	606 782	-81 727	14,0	16,1	-2,1
2018	399 113	511 207	-112 094	10,7	13,6	-2,9
2019	365 737	496 657	-130 920	9,8	13,3	-3,5
2020	356 627	569 813	-213 186	9,6	15,4	-5,8

Одной из основных причин демографического кризиса текущего периода является распространение вирусной инфекции COVID-19, которая также повлияла на экономику нашей страны и значительно повысила показатель смертности. Число смертей в России от COVID-19 составляет 2,4% от всех умерших в январе-июле 2020 года, то есть 27,3 тыс. человек.

Для улучшения демографической ситуации начинается разработка специального проекта, а именно «Концепции демографической политики Российской Федерации на период 2025 г.» [8]. Это проект предусмотрен во всех субъектах РФ в формате региональных стратегических документов и учитывает особенности каждого отдельно взятого региона по показателям естественного движения населения, а также их обычаев и традиций. В нём также предусмотрена взаимосвязь реализуемых проектов со сферами образования, здравоохранения, жилищного строительства и сельского хозяйства. При создании стратегических документов также учитывались проблемы каждого из регионов субъекта Российской Федерации, соответственно это сопровождалось финансированием, методическим и информационным сопровождением.

Рассмотрев демографическую проблему России можно сделать вывод, что на текущий момент нет условий для устойчивого естественного прироста численности населения. Демографическая проблема выведена на федеральный уровень и для её решения был создан проект «Демография», осуществляющий свою деятельность с 2019 по 2024 год.

Таблица 2- Основные демографические показатели по субъектам Российской Федерации в 2020 г (данные Росстата 2021 года)

	Численность населения, тыс. человек *Population, thou. persons*	Ожидаемая продолжительность жизни при рождении, лет *Life expectancy at birth (years)*			Суммарный коэффициент рождаемости *Total fertility rate*	Младенческая смертность[1] *Infant mortality rate*[1]	Коэффициент миграционного прироста[2] *Net migration rat*[2]
		оба пола *males and females*	мужчины *males*	женщины *females*			
Российская Федерация	**146 171,0**	**71,54**	**66,49**	**76,43**	**1,51**	**4,5**	**8,5**
Центральный федеральный округ	**39 251,0**	**72,57**	**67,69**	**77,24**	**1,41**	**3,9**	**14,0**
Белгородская область	1 541,3	72,37	67,49	77,12	1,24	3,8	24,9
Брянская область	1 182,7	70,63	65,07	76,18	1,31	4,3	7,0
Владимирская область	1 342,1	70,03	64,59	75,30	1,27	6,0	-12,7
Воронежская область	2 305,6	71,91	66,41	77,37	1,28	3,7	2,5
Ивановская область	987,0	70,66	65,14	75,91	1,24	3,7	-0,7
Калужская область	1 001,0	70,38	65,02	75,83	1,48	3,1	67,5
Костромская область	628,4	70,92	65,73	75,98	1,46	7,7	2,8
Курская область	1 096,5	70,52	65,11	75,88	1,35	4,6	25,1
Липецкая область	1 128,2	70,59	65,16	76,04	1,38	3,7	-4,0
Московская область	7 708,5	71,67	66,74	76,36	1,53	3,2	65,7
Орловская область	724,7	70,10	64,72	75,36	1,27	5,7	-15,7
Рязанская область	1 098,3	70,95	65,74	76,05	1,31	5,3	6,5
Смоленская область	921,1	70,10	64,64	75,67	1,16	5,9	-47,2
Тамбовская область	994,4	71,78	66,60	76,95	1,28	3,2	-18,9
Тверская область	1 245,6	69,76	64,29	75,24	1,36	4,4	-13,0
Тульская область	1 449,1	70,20	64,90	75,39	1,25	5,9	-3,2
Ярославская область	1 241,4	70,94	65,40	76,19	1,36	3,7	-8,7
г. Москва	12 655,1	76,20	72,39	79,77	1,47	3,5	1,3
Северо-Западный федеральный округ	**13 942,0**	**72,02**	**66,82**	**76,96**	**1,36**	**3,7**	**25,9**
Республика Карелия	609,1	69,63	63,71	75,54	1,40	4,4	-0,8
Республика Коми	813,6	70,30	64,75	75,86	1,57	2,3	-41,7
Архангельская область	1 127,1	71,35	65,71	77,03	1,43	3,4	-20,6
в том числе:							
Ненецкий автономный округ	44,4	70,40	63,44	77,79	2,26	6,7	28,9
Архангельская область без автономного округа	1 082,7	71,39	65,79	77,01	1,39	3,2	-22,7
Вологодская область	1 151,0	70,71	64,89	76,57	1,53	5,5	-17,8
Калининградская область	1 018,7	72,93	68,39	77,05	1,40	3,8	101,1
Ленинградская область	1 892,7	71,53	66,32	76,75	1,06	3,9	168,0
Мурманская область	732,9	69,81	64,33	75,27	1,45	3,8	-69,2
Новгородская область	592,4	69,59	63,77	75,37	1,38	4,1	31,9
Псковская область	620,2	69,13	63,88	74,44	1,43	4,0	16,7
г. Санкт-Петербург	5 384,3	73,99	69,30	78,10	1,37	3,4	7,8
Южный федеральный округ	**16 482,5**	**72,09**	**67,28**	**76,76**	**1,48**	**4,6**	**64,3**
Республика Адыгея	463,2	73,27	68,70	77,58	1,45	3,2	39,2
Республика Калмыкия	270,0	72,93	67,92	77,90	1,53	2,9	-33,1
Республика Крым	1 901,5	71,20	66,22	76,04	1,60	5,4	4,7
Краснодарский край	5 683,9	72,24	67,33	77,05	1,61	3,8	55,1
Астраханская область	997,8	72,01	67,51	76,35	1,73	5,8	-53,1
Волгоградская область	2 474,6	71,98	67,10	76,75	1,25	4,9	13,2
Ростовская область	4 181,5	72,04	67,41	76,50	1,35	5,5	28,5
г. Севастополь	510,0	73,58	68,70	78,27	1,31	3,6	1 313,4
Северо-Кавказский федеральный округ	**9 967,3**	**74,58**	**70,59**	**78,31**	**1,82**	**5,9**	**-10,2**
Республика Дагестан	3 133,3	76,43	73,33	79,39	1,87	6,8	-15,6
Республика Ингушетия	515,5	81,48	77,43	84,61	1,85	5,6	41,1
Кабардино-Балкарская Республика	869,2	74,37	70,16	78,27	1,64	5,5	-10,6
Карачаево-Черкесская Республика	465,4	74,82	70,51	78,83	1,53	4,9	-5,8
Республика Северная Осетия – Алания	693,1	74,08	68,84	78,96	1,72	4,0	-48,8
Чеченская Республика	1 498,0	72,11	69,49	74,65	2,57	6,1	-8,1
Ставропольский край	2 792,8	73,20	68,51	77,68	1,43	5,0	-5,6

Список литературы

1. Гостева, С. Р. Сохранение человеческого ресурса как важнейший фактор развития России / С. Р. Гостева // Тенденции развития науки и образования. – 2020. – № 64-3. – С. 124-127. – DOI 10.18411/lj-08-2020-101. – EDN LZFXRH.

2. Гостева, С. Р. Сбережение народа - важная национальная задача Российской Федерации / С. Р. Гостева // Общественные науки. – 2011. – № 6. – С. 313-323. – EDN PAXNDZ.
3. Гостева, С. Р. Демографическая угроза национальной безопасности России / С. Р. Гостева // Вопросы гуманитарных наук. – 2007. – № 1(28). – С. 373-387. – EDN JUGMLB.
4. Гостева, С. Р. Сохранение здоровья нации как важнейший фактор национальной безопасности России / С. Р. Гостева, Г. Г. Провадкин // Социальная политика и социология. – 2010. – № 9(63). – С. 14-37. – EDN OJOXYP.
5. Гостев, Р. Г. Здоровье нации - определяющий фактор сбережения народа Российской Федерации (нормативно-правовая основа) / Р. Г. Гостев, С. Р. Гостева // Культура физическая и здоровье. – 2012. – № 3(39). – С. 24-33. – EDN PBEZVX.
6. Рязанцев, С.В. Демографическое развитие России: тенденции, прогнозы, меры. Национальный демографический доклад – 2020 / С. В. Рязанцев, В. Н. Архангельский, О. Д. Воробьева [и др.]; Отв. ред. С. В. Рязанцев. – М.: ООО «Объединенная редакция», 2020. С. 36-54.
7. Федеральная служба государственной статистики [электронный ресурс] – Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994
8. Об утверждении Концепции демографической политики российской Федерации на период до 2025 года [электронный ресурс] – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/902064587

УДК 502.1

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС И ПУТИ ВЫХОДА ИЗ НЕГО

Балыкин А.Ю.
филиал ФГБОУ РГУПС г. Воронеж

С моей точки зрения экологический кризис это особенный тип ситуации сложившийся с экологией, при которой среда обитания популяции (группы или же одного вида) стремится к нулю и прекращения его дальнейшего существования.
Если рассматривать участие человечества в этом, то первые шаги вмешательства в природный цикл природы начались еще с момента занятия земледелием – именно с начала завоевания планеты человеком.

Экологический кризис представляет собой нарушение равновесия между природными условиями и влиянием человека на окружающую природную среду. Это означает нарушение единства природного и общественного компонентов природы, что в свою очередь показывает угрозу постоянного функционирования как биосферы планеты, так и общества, ставя на первый план само существование человека как природно-общественного существа.

Экологический кризис возникает из ряда серьезных факторов, которые сами по себе не приносят серьезного вреда, но в совокупности оказывают серьезный толчок для него. К этим факторам относятся:
1. Абиотический фактор (в переводе с греч. Абиотический – неживой, безжизненный), т.е. влияние неживой природы на окружающую среду, флору и фауну. К примеру: повышение средней температуры, уменьшение количества осадков, изменения атмосферного давления или же высота над уровнем моря (чем выше высота, тем меньше распространено видов животных и растений).
2. Биотический фактор – влияние всех живых организмов на природу. К ним относятся: хищничество, паразитизм, конкуренция, симбиоз и т.п. Примером может быть: увеличение количества травоядных животных, что приводит к перенаселению.
3. Антропогенный фактор – непосредственное влияние человека на окружающую среду. Классифицируются на следующие факторы воздействия:
- Прямое воздействие - это непродолжительная деятельность людей, которая повлияла на природу. К примеру сюда относится: вырубка лесов, ради постройки новых жилых

районов или промышленных предприятий; высушивание рек и озер; затопление каких-то участков земли ради строительства станций по добыче энергии (ГЭС, ТЭС и т.п.).
- Косвенное воздействие – это вмешательство, которое имеет уже продолжительный характер, однако менее заметен и проявляется только со временем: развитие промышленных предприятий, от которых в последствии происходит выброс смога, радиации, также загрязнение почвы и вод.
- Комплексное воздействие – это сочетание первого и второго фактора, которые вместе наносят колоссальное негативное влияние на природу.
К примеру: расширение городов способствует исчезновению большого количества видов животных.
К экологическим катастрофам в России за последние годы можно отнести: прорыв дамб «Алросы» в Якутии, лесные пожары в Сибири, катастрофа на Камчатке в 2020 г.
Дамбу алмазодобывающей компании "Алорса" прорвало на Ирелляжном водохранилище. Произошло это в конце лета 2018 года в Мирнинском районе Якутии. Катастрофа случилась по причине ливней, размывших плотину. Впоследствии в водах рек Ирелях, Вилюй и Малая Ботуобуя смешались медь, железо, марганец и фенол. Ликвидацией последствий занималась та же "Алорса". После всех работ она заверила об успешной очистке и отсутствии химикатов и реагентов в реках. В результате катастрофы "Алорса" решила усилить конструкцию своих дамб.
С середины июля 2019 года в Сибири происходили масштабные лесные пожары. Пик возгораний пришёлся на Бурятию, Иркутскую область, Красноярский край и Якутию. Этот пожар стал самым масштабным за последние 20 лет, а его площадь превышала 5 млн. гектар. Одной из причин бедствия считают превышающую среднемесячную норму температуры в Красноярском крае, Иркутской области и Бурятии. Наряду с термальными рекордами ставят понижение нормы осадков, сухие грозы и сильные ветра в регионах. В результате государство приступило к пересмотру закона об охране лесов и тушении в них пожаров.
В конце сентября 2020 года появились первые жалобы об экологической катастрофе от сёрферов, которые получили сильные ожоги глаз и серьёзные отравления. Позже на побережье Тихого океана выбросило большое количество трупов морских животных и беспозвоночных. Официальная версия – цветение воды и гибель морских и прибрежных животных вызвано вспышкой численности опасных морских водорослей, которые выделяют в воду множество ядовитых веществ. По оценкам очевидцев и биологов загрязнение охватило более 350 км тихоокеанского побережья и часть охотского побережья Камчатки [10].
Несмотря на всецелое развитие человечества, мы долго откладывали возникшие проблемы с экологией, что повлекло к формированию тяжелой экологической ситуации, которая перешла в экологический кризис. На это указывают огромное количество перемен, наблюдаемые в окружающей среде. И если не предпринимать никаких действий по его остановке с нашей стороны, то произойдет необратимый результат в виде глобальной катастрофы.
Сама экологическая проблема проявляется в антропогенных факторах, из-за которых нарушаются естественные циклы в природе, в свою очередь благодаря которым воспроизводятся биологические ресурсы, проводится очищение почв, вод и т.д.
Экологи по всему миру давно сообщают о нарастании парникового состояния, о возникновении и увеличении озоновых дыр, об увеличении количестве кислотных осадков: такие факторы в ближайшее время могут принести глобальный характер.
В первую очередь виновником в возникновении экологического кризиса является деятельность человечества, которая повлияла на экосистему природы.
К негативным явлениям, свидетельствующих о плохом благополучии планеты можно отнести следующие причины:
- Ограниченный объем ресурсов, а также доступ к его получение в природе.
- Высокая стоимость очистных приспособлений и очистных работ в целом.

- Низкий уровень экологической подготовки и образования населения.
- Экологический нигилизм, т.е. отрицание взаимосвязи людей и окружающего мира в совокупности с пренебрежительным к нему отношением.

В наше время самой распространненой экологической проблемой является глобальное перенаселение людей, в следствии чего расширяются масштабы строений на планете.

В экономически развитых государствах число энергии, которая вырабатывается на каждого гражданина, постоянно растет. К примеру, с середины прошлого века потребление энергии жителями планеты возросло на десятки раз, а с учетом применения новых технологий и нового ископаемого топлива – в сотни раз. Это стало причиной увеличения в атмосфере двуокиси кислорода и метана. А такой рост только обострил проблемы – речь идет о глобальном потеплении и загрязнении атмосферы. Однако традиционная энергетика не обладает способностями обеспечить человечество необходимым уровнем энергии без риска стать причиной экологической катастрофы.

Пути преодоления экологического кризиса

- создавать эффективные очистные сооружения, развивать безотходные и малоотходные технологии;
- переходить на циклическое использование ресурсов, прежде всего водных;
- разрабатывать технологии комплексной переработки сырья;
- проводить лесонасаждения, совершенствовать использование лесополос;
- расширять сеть заповедников, охраняемых природных территорий;
- создавать центры разведения исчезающих животных и растений с их последующим возвращением в естественные места обитания;
- развивать биологические методы защиты сельскохозяйственных культур и лесов, экологические технологии;
- совершенствовать правовое регулирование охраны природы;
- развивать международное экологическое сотрудничество, разрабатывать правовые основы международной глобальной экополитики;
- формировать экологическое сознание, системы экологического образования и воспитания.[7,8,11]

Список литературы

1. Гостев, Р. Г. БУДУЩЕЕ, КОТОРОГО МЫ ХОТИМ (эколого-климатический компонент перехода России к устойчивому развитию) / Р. Г. Гостев, С. Р. Гостева // Право и государство: теория и практика. – 2014. – № 1(109). – С. 144-152. – EDN SAHKDB..
2. Гостева, С. Р. Переход к устойчивому развитию определяющая парадигма модернизации России / С. Р. Гостева // Регион: системы, экономика, управление. – 2013. – № 1(20). – С. 8-20. – EDN QLUQXD.Электронынй ресурс [ecoportal]: https://ecoportal.info.
3. Гостева, С. Р. Экологическое образование / С. Р. Гостева // Евразийское Научное Объединение. – 2020. – № 6-6(64). – С. 433-434. – EDN ZGDTOU.
4. Гостева, С. Р. Сохранение здоровья нации как важнейший фактор национальной безопасности России / С. Р. Гостева, Г. Г. Провадкин // Социальная политика и социология. – 2010. – № 9(63). – С. 14-37. – EDN OJOXYP.
5. Гостева, С. Р. Экологическая безопасность Российской Федерации / С. Р. Гостева // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2006. – № 13. – С. 66-77. – EDN KUUZCR.
6. Гостева, С. Р. Демографическая угроза национальной безопасности России / С. Р. Гостева // Вопросы гуманитарных наук. – 2007. – № 1(28). – С. 373-387. – EDN JUGMLB.
7. Гостева, С. Р. Экологические проблемы Российской Федерации / С. Р. Гостева, Г. Г. Провадкин // Современные исследования социальных проблем. – 2012. – № 1-1. – С. 274-277. – EDN PAWAJN.
8. Литвинов, Н. Д. "Тихий Дон" как предвестник экологической катастрофы / Н. Д. Литвинов, С. Р. Гостева, С. В. Шахов // Евразийское Научное Объединение. – 2021. – № 10-5(80). – С. 371-376. – EDN ZRVHGQ.

9. Гостева, С. Р. Формирование экологической культуры населения / С. Р. Гостева // Транспорт: наука, образование, производство (транспорт-2021) : ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 19–21 апреля 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 72-76. – EDN QTLMFN.
10. Электронный ресурс [invme]: https://invme.com/ru/blogs/content/krupneishie-ekologicheskie-katastrofy-v-rossii-i-ikh-posledstviia.
11. Электронный ресурс [Studbooks.]: https://studbooks.net/981122/ekologiya/printsipy_puti_preodoleniya_ekologicheskogo_krizisa.

УДК 656.257

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ СКАТЫВАНИЯ ОТЦЕПОВ В СИСТЕМЕ АРС ЦНИИ

Букин А.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Решение сложных задач автоматизации регулирования скорости скатывания отцепов было реализовано в ряде систем: АСУ РСГ, АРС ЦНИИ, АРС ГТСС, КГМ. В первых системах широко использовалась релейная техника, затем стали шире применять электронные схемы, а последняя система КГМ реализовывалась на базе микропроцессорной техники.

Чтобы решить задачи интервального и прицельного регулирования скоростей скатывания в системе АРС ЦНИИ, необходимо определять весовую категорию, длину отцепа и его пробег; измерять ускорение движения отцепа (ходовые свойства) и сопротивление его движению на кривых участках пути; учитывать внешние факторы, обусловленные средой; вычислять скорости выхода отцепов из ТП и на этой основе осуществлять автоматическое управление замедлителем [1,3,8,11,14].

Для автоматического регулирования скорости скатывания отцепов предусматриваются три ТП: I (верхняя), II(пучковая), III (парковая), устанавливаемые на подгорочных путях (рисунок 1).

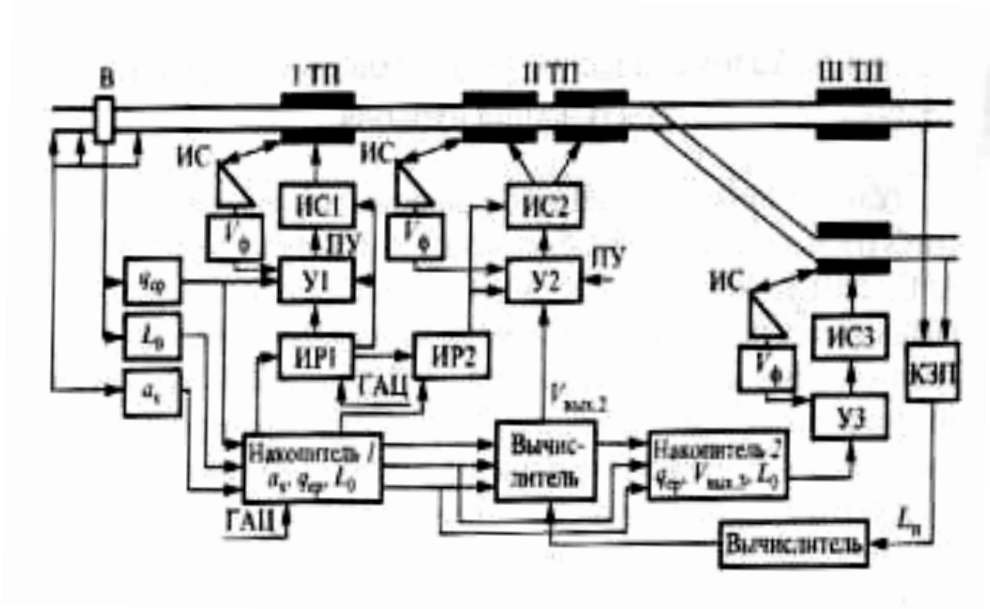


Рисунок 1 – Схема АРС ЦНИИ

Позиция I обеспечивает поддержание интервалов между отцепами на разделительных стрелках между 1ТП и II ТП, а также непосредственно на самой II ТП (интервальное регулирование). II ТП реализует интервально-прицельное регулирование скоростей скатывания отцепов. Парковая ТП осуществляет необходимую дальность пробега до стоящих на путях вагонов и соударение со скоростью не более 1,5 м/с (прицельное торможение).

Расчет скорости выхода отцепов из верхней ТП и выбор ступени торможения основаны на использовании среднего значения весовой категории отцепа $g_{ср}$ и его длины L_0, определяемых при помощи весомера В, конструкция и принцип действия которого выделяют пять весовых категорий $g_{ср}$: легкую (Л), среднелегкую (СЛ), среднюю (С), среднетяжелую (СТ), тяжелую (Т). Значение L_0 формируется путем подсчета осей отцепа.

Чтобы обеспечить прицельное регулирование, важным измеряемым параметром является значение ускорения a_x движения отцепов (ходовых свойств), которое вычисляется с помощью трех педалей на измерительном участке в момент прохождения отцепа. Измерение сопротивления движению отцепов на кривых участках пути между 1ТП и II ТП выполняется также с помощью педалей на основе данных о разности квадратов скоростей движения. Результат измерения используется при расчете скорости выхода отцепов со II ТП ($V_{ВЫХ.}2$) Необходимая длина пробега отцепа требует вычисления свободной части подгорочного пути $L_п$, начиная от паркового замедлителя. Эта величина определяется путевыми датчиками контроля заполнения путей (КЗП).

Информация о $g_{ср}$ поступает в устройство управления верхней ТП (У1), которое задает скорость выхода $V_{вых1}$. В У1 сравнивается заданная $V_{вых.1}$ и фактическая скорость $V_ф$. После этого осуществляется соответствующее воздействие на исполнительный блок (ИС1). Когда $V_ф = V_{вых.1}$, замедлитель с учетом необходимого опережения растормаживается, выпуская отцеп с заданной скоростью [2,4,5,6,7]. Предусмотрена возможность управления замедлителями с пульта управления (ПУ).

Выявление интервалов между отцепами, определение стрелок разделения и скоростей выхода из ТП, исходя из условий интервального регулирования, осуществляется блоками интервального регулирования в зоне 1ТП – ИР1 и ИР2 – в зоне пучковой ТП. Блок ИР1 связан с блоками ГАЦ ЦНИИ и соответствующими рельсовыми цепями. Команда на обеспечение интервального регулирования в зоне 1ТП и IITП поступает соответственно в блоки управления У1 и У2.

С вычислителя ускорения данные об a_x, а также $g_{ср}$ и $L_о$ попадают в накопитель 1 и транслируются по маршрутам следования отцепов. Скорости выхода отцепов с IITП и ШТП определяются вычислителем на основании данных $q_{ср}$, a_x, L_0 и $L_П$. Предусмотрено девять градаций скоростей выхода с II ТП и пятнадцать – с IIITП [9,10,12,13].

Вычисленное значение $У_{ВЫХ.}З$ поступает в свою очередь в накопитель 2 и блок УЗ, где сравнивается с фактической скоростью, измеренной скоростемером СК. Характер работы тормозных позиций в маршруте в системе АРС ЦНИИ отображен на рисунке 2.

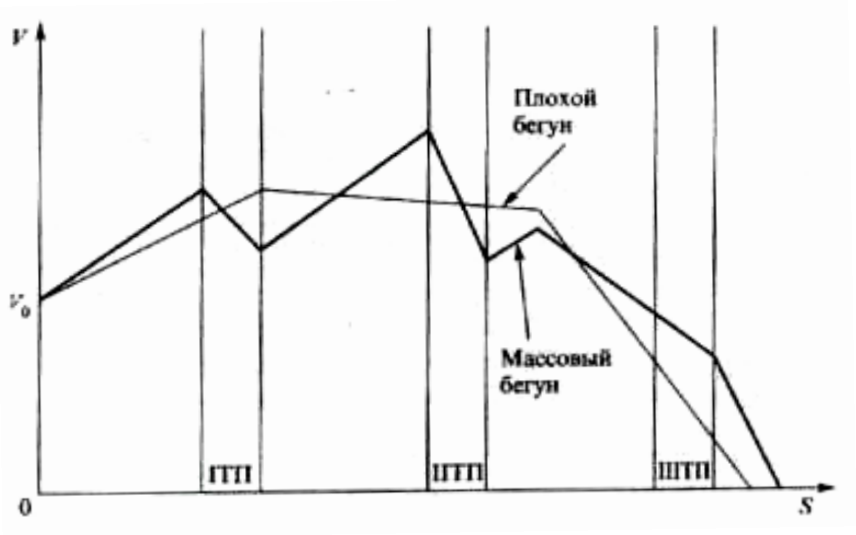


Рисунок 2 – Траектории движения отцепов в системе АРС ЦНИИ

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта,

промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ

Абакумов С.Ю.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Сортировочные горки - основные звенья в технологической цепи в переработке вагона-потоков на сортировочных станциях. Различают горки большой мощности с среднесуточной переработкой не менее 5000 вагонов и с числом путей в сортировочном парке не менее 30, горки средней мощности при среднесуточной переработке от 2000 до 5000 вагонов и числе путей в сортировочном парке от 17 до 30 и горки малой мощности, которые имеют до 16 путей в сортировочном парке и переработку от 250 до 2000 вагонов в сутки. При среднесуточной переработке до 250 вагонов применяют полугорки и вытяжные пути специального профиля [1,3,8,11,14].

Рассмотрим технологию работы сортировочной горки. На станции имеется парк приёма поездов В (рисунок 1), в который принимаются поезда с направлений А, В. Далее происходит процесс обработки каждого состава и выполнения операций с документами в технической конторе, с помощью горочного локомотива производят надвиг состава на горку и роспуск с горки на пути сортировочного парка А.

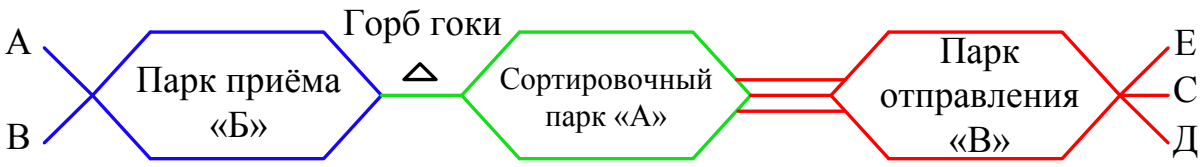


Рисунок 1 – Технология работы сортировочной горки

На путях сортировочного парка после расформирования накапливаются вагоны, из которых формируют поезда новых направлений.

Вновь сформированные поезда передают в парк отправления В, из которого составы отправляют в новых направлениях С, Д и Е.

Расформирование состава с горки ведется с горочного поста ГП (рисунок 2) под руководством дежурного по горке ДСПГ, который руководствуется натурным листом с указанием маршрутов следования вагонов на подгорочные пути парка А.

Состав надвигаемый на горку из парка Б, перед горбом горки расцепляют на отцепы и установленным маршрутам спускают с горба горки и направляют на разные пути парка А. Интенсивность роспуска состава зависит от ходовых свойств отцепов, которые делят на хорошие (тяжелые груженые вагоны) и плохие (порожние вагоны) бегуны [2,4,5,6,7].

На горках большой мощности интенсивность перевода стрелок на распределительной зоне достигает 1500 раз за сутки. Поэтому механизация и автоматизация работы является необходимым условием обеспечением их высокой перерабатывающей способности. При этом наибольший эффект дает комплексная механизация и автоматизация технологического процесса сортировки вагонов, включающая в себя применение передовой технологии и современных технологических средств, основанных на оптимальном плане и профиле горки, высоких параметрах горочных локомотивах и устройств автоматики.

Комплекс устройств автоматизации сортировочных горок содержит:

- горочную автоматическую централизацию (ГАЦ) для перевода стрелок и задания маршрутов скатывания отцепов;

- систему автоматического задания скорости роспуска составов (АЗСР), для управления горочным светофором и горочной автоматической локомотивной сигнализацией (ГАЛС) или непосредственно горочным локомотивом с помощью системы телеуправления (ТГЛ);

- системы автоматического регулирования скорости скатывания отцепов (АРС) для управления вагонными замедлителями и обеспечения заданного интервала движения отцепов и дальности их пробегов.

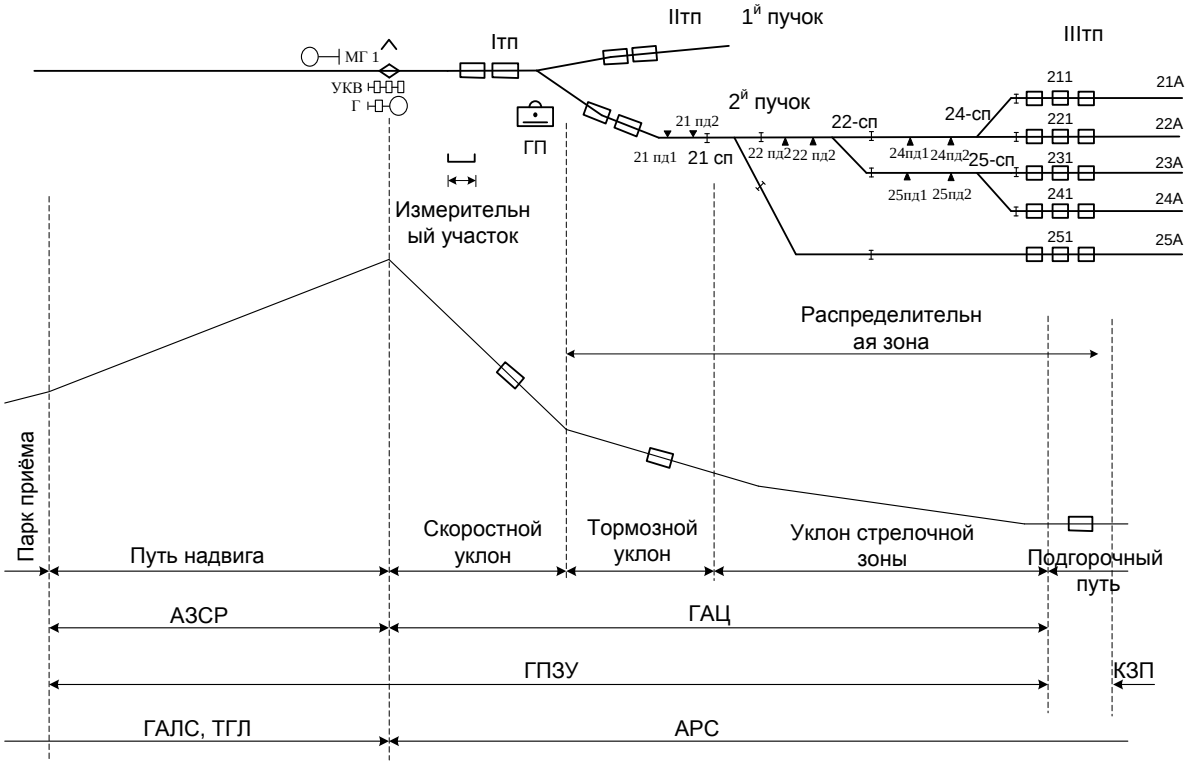


Рисунок 2 - Структурная схема горочного поста

Автоматизация работы ГАЦ достигается за счет применения горочного программно – задающего устройства (ГПЗУ), позволяющего запоминать и автоматически реализовывать программы роспуска шести составов.

Для нормальной работы сортировочной горки необходимо, чтобы выполнялись условия скатывания вагонов под влиянием силы тяжести, которые определяют высоту горки, обеспечивающую скатывание плохого (расчетного) бегуна при наихудших погодных условиях до расчетной точки самого трудного по сопротивлению пути. При этом расчетную точку выбирают на расстоянии 100 м от предельного столбика пути для горок большой мощности, 80 м для горок средней мощности и 50 м для горок малой мощности [9,10].

Большинство отцепов обладает меньшим ходовым сопротивлением, чем расчетный плохой бегун, поэтому для них высота горки оказывается завышенной, это приводит к необходимости их торможения во время скатывания с горки. Для этого горки большой и средней мощности оборудуют тремя тормозными позициями, а малой мощности двумя позициями. В каждой тормозной позиции устанавливают замедлители, причем первая тормозная позиция Iтп осуществляет интервальное торможение, вторая IIтп – интервальное и прицельное торможение, а третья IIIтп – только прицельное торможение.

К напольным устройствам автоматики, применяемым на сортировочной горке станции относят:

- горочные вагонные замедлители;
- горочные светофоры и их повторители с указателями количества вагонов;
- устройства контроля заполнения путей подгорочного парка в системе АРС;
- горочные рельсовые цепи;
- стрелочные электроприводы в системе ГАЦ;

Горочные вагонные замедлители необходимы для интервального и прицельного торможения при скатывании отцепов [12,13].

На спускной части сортировочной горки установлены следующие типы замедлителей: на Iтп – КЗ-3, на IIтп – КЗ-5, на парковых тормозных позициях РНЗ-2, РНЗ-2М, РНЗ-2М-ПК устанавливаемые по 3 секции на каждый парковый путь.

На Российских железных дорогах применяются следующие типы вагонных замедлителей:

- Т-50 - клещевидный;
- КНП-5- клещевидно-нажимной;
- КВ-1-3- весовой;
- РНЗ-2- рычажно-нажимной;
- ВЗПГ-ВНИИЖТ - с пневмогидравлическим приводом;
- КЗ-3- клещевидный;
- ЭМЗ-4- электромагнитный.

Весомер применяют на автоматизированных сортировочных горках для определения средней весовой категории отцепов при АРС. В системах АРС информация о весовой категории каждой оси вагона и числа осей в отцепе поступает от установленных на пути перед верхней тормозной позицией вагонного весомера с шарнирным мостиком типа ВВ-65-6.

Радиолокационные измерители скорости используются в системах АРС и АЗСР. За последнее время нашел применение радиолокационный измеритель скорости движения вагонов РИС-В2.

Горочные светофоры и их повторители служат для сигнализации машинистам горочных локомотивов о допустимых скоростях надвига.

Маневровые светофоры, устанавливаемые на каждый пучок пути станции регулируют маневровые передвижения в подгорочном парке.

Нормально разомкнутые рельсовые цепи исключают перевод стрелки под отцепом в устройствах ГАЦ. Основным требованием, которому отвечают рельсовые цепи этого типа,

является надежная и быстрая фиксация их занятия, так как время свободного состояния стрелки при роспуске состава ограничено.

Стрелочные электроприводы, применяемые в ГАЦ, должны обеспечивать малое время перевода стрелок. В стрелочном электроприводе СПГБ-4Б по сравнению с электроприводом СП-3 уменьшено передаточное число редуктора. Для исключения возможности схода отцепа с рельсов при недоходе остряков стрелки и работе двигателя на фрикцию, в его схеме управления предусмотрен автоматический возврат стрелки в исходное положение через 1,2-1,8 секунды, что значительно превышает продолжительность нормального перевода стрелки (0,6 секунды).

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.
2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.
3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.
4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.
5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.
6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.
7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.
8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.
9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.
10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.
12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.
13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.
14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МАРШРУТАМИ СКАТЫВАНИЯ ОТЦЕПОВ

Апухтин П.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

В настоящее время на сети железных дорог России находится в эксплуатации 110 сортировочных горок, из них 74 оборудованы системами горочной автоматической централизации (ГАЦ, БГАЦ, ГАЦ-КР), 14 оборудованы системами автоматического регулирования скорости скатывания отцепов (АРС-ГТСС, АРС-ЦНИИ, КГМ-РИИЖТ). Системы ГАЦ или ЭЦ распределенной зоны горки в подавляющем большинстве построены на реле. Порядка 30% ГАЦ и все ЭЦ уже выработали свой ресурс и нуждаются в замене [1,4,7,13].

На рисунке 1 показано процентное соотношение различных систем, применяемых на сортировочных горках России.

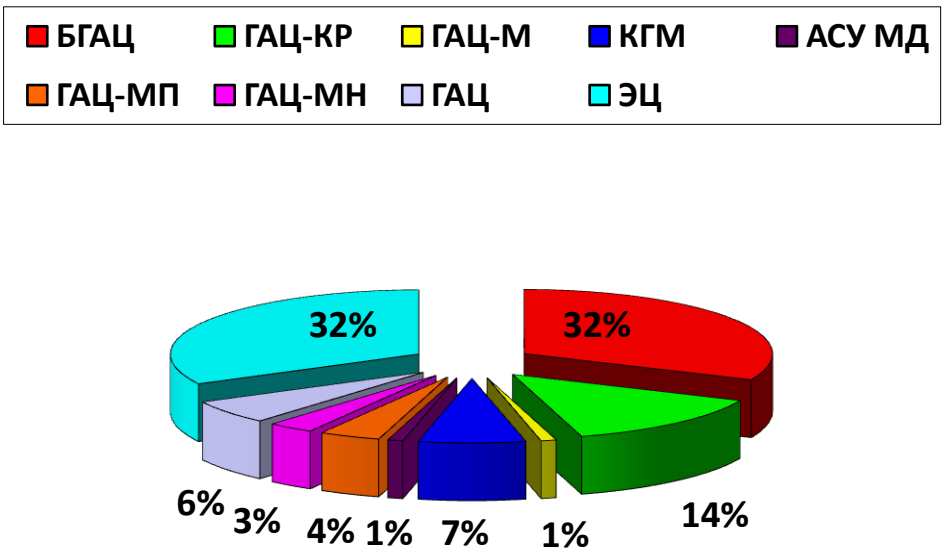


Рисунок 1 – Распределение горочных систем централизаций

Система ГАЦ впервые была построена в 1946 году на станции Брянск. В устройствах ГАЦ при открытии горочного светофора Г положение, свободность и замыкание стрелок не проверяется, а сигналы указывают машинисту локомотива установленные начальником дороги скорости составов. Обычно зеленому огню горочного светофора соответствует скорость от 7 до 9 км/ч, зеленому с желтым от 5 до 6 км/ч и желтому от 3 до 4 км/ч. При отсутствии более двух секунд контроля положения хотя бы одной горочной стрелки, светофор автоматически закрывается, этим передается команда машинисту остановить состав, при взрезе стрелки или остановке её в среднем положении.

Исключением перевода стрелок под отцепом в ГАЦ возлагаются только на устройства контроля занятости стрелок, основными элементами которых является рельсовые цепи, фото и радиотехнические датчики. Поскольку момент занятия рельсовой цепи отцепом может совпадать с началом перевода стрелки, то длина предстрелочного участка между изолирующим стыком и началом остряков должна гарантировать окончание перевода стрелки до вступления отцепа на остряки. При невыполнения этого условия отцеп вступает на остряки, находящиеся в промежуточном положении, что приводит к его сходу с рельсов.

Наибольшая перерабатывающая способность сортировочной горки достигается при минимальных интервалах между отцепами, а следовательно, при уменьшении длины рельсовых цепей и времени перевода стрелок. Применение на горках симметричных стрелочных переводов с маркой крестовины 1/6 позволяет выделять предстрелочные участки длинной 6 метров. В этом случае длина стрелочного изолированного участка составляет 11,4 метра.

Длины междустрелочных изолированных участков определяются особенностями укладки стрелочных переводов и составляет от 4,5 до 12,5 метров.

В итоге горловину сортировочной горки делят на изолированные участки, информацию о занятии и освобождении которых используют в ГАЦ для передачи маршрутных заданий. В схеме управления централизованной стрелкой предусмотрен автоматический возврат стрелки в исходное положение, если за установленное время она не перевелась в другое положение [2,3,5,10,11].

Начиная с 1960 года систему ГАЦ применяют в блочном исполнения на реле типа РКН, которая получила название БГАЦ-ЦНИИ. Управлять маршрутами в БГАЦ можно нажатием кнопки с номером пути СП перед вступлением очередного отцепа на головную стрелку (маршрутный режим) или накоплением маршрутов (программный режим) нажатием кнопок перед началом роспуска. В ранних установках число накапливаемых маршрутов достигало 35, а в последних составляет 11 или 6, что повысило надежность работы накопителя.

К достоинствам БГАЦ следует отнести простоту электрических схем, надежность, а к недостаткам – применение требующих затрат на техническое обслуживание телефонных реле РКН, потерю маршрутного задания отцепу в случаях нагона им впереди идущего или ошибочного разделения отцепа на вершине горки, а также отсутствие фиксации номеров пути скатывающихся отцепов.

В 1978 году на станции Шкиротава была построена горочная автоматическая централизация с контролем роспуска (ГАЦ-КР). ГАЦ-КР предназначена для автоматической реализации программы роспуска составов, достоверного контроля её исполнения с выдачей результатов контроля на печать.

Система ГАЦ-КР обеспечивает:

- комплексный контроль головной зоны сортировочной горки, контроль свободности нормированного участка, фиксацию проследования вагонов в зоне расцепа, контроль прохода длиннобазного вагона, наличие вагона или дробления (неправильного расцепа) отцепов;

- автоматическое управление стрелками распределительной зоны сортировочной горки в процессе скатывания отцепов;

- слежение за движением отцепов в распределительной зоне и трансляцию при этом кода адреса каждого отцепа;

- хранение информации о номере, фактическом количестве вагонов и заданном маршруте отцепов в распределительной зоне;

- выдачу данных на печать о номере, количестве вагонов, заданном маршруте, а при нарушениях программы роспуска о фактическом исполнении маршрута отцепа;

- выдачу оперативной информации на устройство индикации пульта управления и пульта электромеханика;

- выдачу информации о количестве вагонов, в двух отцепах на световой указатель для расцепки.

ГАЦ-КР допускает работу в программном, автоматическом, маршрутном и ручном режимах. Система ГАЦ-КР скомпонована из отдельных функциональных групп и узлов, соответствующих основным узлам сортировочной горки. В группах и узлах системы совмещены управляющие и контрольные функции: реализация установленного режима управления роспуском на участке горба горки; комплексный контроль и управление стрелкой в зоне головной стрелки; слежение, трансляция, реализация и контроль исполнения маршрутов в распределительной зоне спусковой части горки; регистрация фактического исполнения заданной программы роспуска в зоне последней распределительной стрелки и подгорочных путей [6,8,9,12,14].

В системе принят пострелочный код, в котором маршрут задается положением стрелок по пути движения отцепа. Например, маршрутное задание 10011 показывает, что отцеп проследует по пяти стрелкам, из которых первая, четвертая и пятая должны иметь плюсовое положение (1), вторая и третья минусовое (0). Число вагонов в отцепе кодируют двоично-десятичным кодом.

Система АСУ-РСГ является совокупностью математических и логических методов, средств вычислительной и управляющей техники, устройств передачи и обработки данных, сигнальных установок, исполнительных механизмов и датчиков, устройств преобразования, отображения и регистрации сигналов и данных, а также действий эксплуатационного персонала.

Система вместе с технологическим объектом управления (ТОУ) образует автоматизированный технологический комплекс (АТК). Технологическим объектом является процесс расформирования составов на сортировочной горке и технологическое оборудование реализации этого процесса.

АСУ-РСГ является комплексной системой автоматических устройств, функционально связана с автоматизированной системой управления сортировочной станцией организационного уровня (АСУ СС) и выполняет следующие функции: регулирование скорости роспуска состава, движение отцепа с горки; управление маршрутами движения отцепов; обмен информации с АСУ СС.

Функции системы реализуются автоматизацией управления стрелочными переводами и вагонными замедлителями сортировочной горки на основе системного подхода и применения математических методов на базе вычислительной и управляющей техники.

Элементы комплекса, относящиеся к АСУ СС, обеспечивают выбор очередности расформирования составов; обмен информацией о заданной программе расформирования состава и фактически реализованной программе с выдачей исполненного сортировочного листка; выдачу оперативной информации по запросу с помощью видеотерминалов.

Комплекс КГМ-РИИЖТ предназначен для автоматизации процесса расформирования составов на сортировочных горках и представляет собой совокупность вычислительных и управляющих устройств, средств преобразования, отображения и регистрации сигналов, исполнительных устройств. Он может использоваться в увязке с автоматизированной системой управления сортировочной станцией или самостоятельно.

Основные функции комплекса – формирование программы роспуска контроль разделения состава на отцепы, управление маршрутами движения отцепов, регулирование скорости движения отцепов и диагностика устройств комплекса.

Система АСУ МД является горочным технологическим комплексом, включающий в себя технологический объект управления, увязанный с системой верхнего уровня АСУ СС и охватывающий зоны сортировочной горки от парка прибытия до подгорочных путей включительно.

Комплекс технических средств АСУ МД обеспечивает решение эксплуатационных задач, составляющих набор функций по управлению и контролю за маршрутами движения на сортировочной горке.

Система АСУ МД обеспечивает:

- информационный обмен с АСУ СС – формирование и фиксирование информационных макетов составов, подлежащих роспуску; регистрацию введенных изменений; формирование и передачу информации о результатах роспуска;
- подготовку к роспуску – ввод готовых макетов составов для реализации роспуска, корректировку и гашение признаков отцепов, подготовку программы и предварительный перевод стрелок, прогон текстовых и диагностических программ;
- контроль расцепа отцепов – фиксацию факта разделения отцепов с контролем направления движения, соответствие заданного и фактического разделений с фиксацией нарушений и корректировкой;
- контроль передвижений – счет осей и фиксацию направления движения с выявлением и трансляцией признаков подвижного состава;
- управление переводом стрелок – выполнение всех управляющих и контролирующих операций.

Принципиально новой стадией управления горочными стрелками, реализуемой в системе АСУ МД, является корректировка исходных данных о составах с вводом диалога «оператор – управляющий вычислительный комплекс (УВК)» и предварительное управление стрелками.

Дополнительно к перечисленным функциям в АСУ МД предусматривается выполнение операций по обучению персонала, а также общие контрольно – диагностические функции.

Разработанные и находящиеся на разной стадии эксплуатации системы ГАЦ, ГАЦ-КР, БГАЦ и выше перечисленные по набору выполняемых функций и техническим показателем отвечают требованиям эксплуатации. Однако уже в настоящее время многие технические средства названных систем физически устаревают. Более того, элементная база этих систем также морально устарела уже сегодня.

В этой связи необходимо осуществлять работы по модернизации системы ГАЦ и технических средств маршрутизации. В ней должны быть воплощены достоинства уже созданных систем, но с использованием перспективной элементной базы, реализацией дополнительных функций.

На основании выше изложенного предлагаю оборудовать сортировочную горку Валуйки системой ГАЦ – МН. Система ГАЦ – МН успешно применяется в составе ГПЗУ, АСУ СС, ГАЛС Р, КЗП, АРС.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

БЕЗОПАСНЫЕ СТРУКТУРЫ МПЦ

Самофалов Д.И.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Рассмотрим реально используемые восемь основных типов безопасных структур. Одноканальная система с одной программой (рисунок 1, а) может быть применена при организации достаточно полной проверки микроЭВМ с помощью самопроверяемых средств внутреннего контроля (ССВК) и при наличии безопасных выходных схем (БВС) для включения управляемых объектов (УО). При возникновении отказа ССВК формирует сигнал Y, с помощью которого система может быть переведена в защитное состояние по входу Ф (например, отключено питание), и (или) выходы отключаются от УО с помощью БВС. Безопасность данной структуры зависит от эффективности способов самопроверки. Тестовые программы должны повторяться достаточно часто. Прикладные программы не должны иметь ошибок при загрузке. Целесообразно применение самопроверяемого программного обеспечения [1,3,8,11,14].

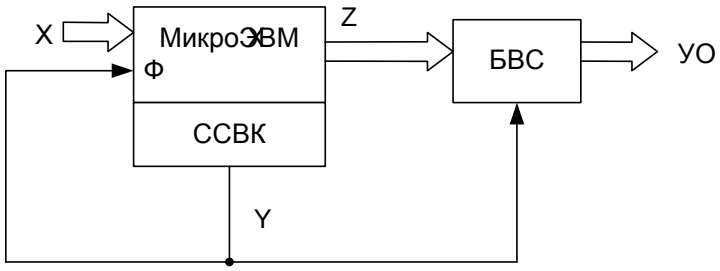
Одноканальная система с дублированной программой (рисунок 1, б) использует две различные и независимые программы П1 и П2 для реализации одних и тех же функций. Результаты выполнения программ Z1 и Z2 сравниваются внешней безопасной схемой сравнения (БСС). Уровень безопасности зависит от степени различия двух программ и от интервала времени обращения к данным. Целесообразно, чтобы программы были написаны разными бригадами программистов и по разным алгоритмам или версиям.

Дублированная система со слабыми связями (рисунок 1, в) состоит из двух микроЭВМ, в которых процессоры и программы могут быть неодинаковыми. Процессор микроЭВМ1 реализует основные вычисления, а микроЭВМ2 их проверяет. Для этого осуществляется обмен информацией по шине W. Синхронизация каналов необязательна. Контроль работы микроЭВМ1 осуществляется благодаря наличию тестовых программ параллельными вычислениями и сравнением результатов. При обнаружении ошибки микроЭВМ2 формирует сигнал Y, и выходы микроЭВМ1 отключаются от УО.

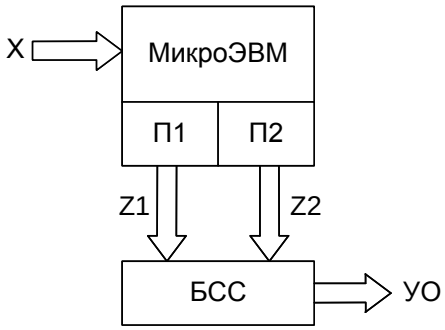
Дублированная система с умеренными связями (рисунок 1, г) включает в себя две одинаковые микроЭВМ с одинаковыми программами. Работа обоих каналов синхронизирована. Результаты обработки информации сравниваются на уровне выходов Z1 и Z2 с помощью БСС. Это одна из наиболее распространенных на практике безопасных структур. Минимальная кратность не обнаруживаемых отказов в ней равна двум – по одному отказу в каждой микроЭВМ, которые одинаковым образом искажают выходные сигналы Z1 и Z2. Прикладные программы должны быть свободны от ошибок при загрузке. Одиночные отказы не опасны. Кратные независимые отказы могут не учитываться, если время обнаружения отказа достаточно мало [2,4,5,6,7].

В дублированной системе с сильными связями (рисунок 2, а) используют одинаковые программы в двух одинаковых микроЭВМ, но в отличие от предыдущего случая контроль работы двух каналов осуществляется не только на уровне выходов, но и на уровне шин и памяти. Работа каналов синхронизирована. В наиболее эффективном случае осуществляется потактовая проверка совпадения сигналов W1 и W2 на внутренних контрольных точках с помощью БСС1. При возникновении ошибки сигнал Y воздействует на БСС2 и отключает УО, а также переводит оба канала в защитное состояние по входам Ф. Структура обладает высоким уровнем безопасности. Проблему могут составить одинаковые программные ошибки в каналах.

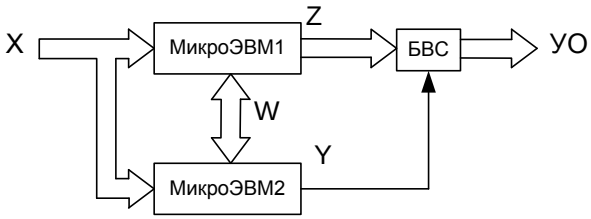
а)



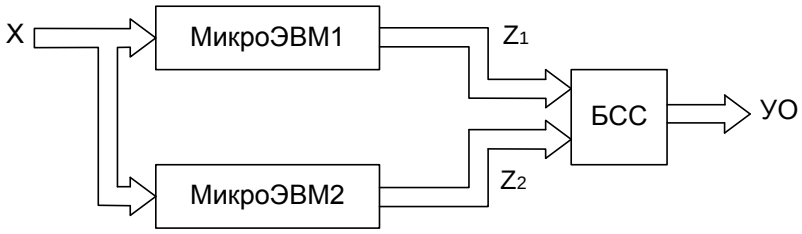
б)



в)



г)



а) одноканальная система с одной программой;
б) одноканальная система с двумя программами;
в) дублированная система со слабыми связями;
г) дублированная система с умеренными связями.

Рисунок 1 – Структурные схемы МПЦ

Дублированная система с тестированием и сильными связями (рисунок 2, б) содержит в дополнение к предыдущей структуре генератор тестов ГТ и мультиплексор МКС и применяется, если множество входных воздействий X не обеспечивает необходимую «глубину» проверки каналов обработки информации. В этом случае в процессе рабочего функционирования периодически выделяются отрезки времени, в течение которых с помощью мультиплексора сигналы X отключаются от входов системы, и к последним подключается генератор тестов. Результаты тестирования обоих каналов сравниваются БСС1 при обнаружении ошибки система переводится в защитное состояние. Данный принцип используется также тогда, когда система большую часть времени рабочего функционирования находится в ждущем режиме (при этом сигналы X длительное время не изменяются).

Самопроверяемая дублированная система (рисунок 3, а) состоит из двух каналов, построенных в виде самопроверяемых устройств. Сигналы W1 и W2, формируемые ССВК1 и ССВК2, сравниваются ССВК3, последняя вырабатывает сигнал ошибки Y. Минимальная кратность не обнаруживаемых

отказов равна четырем – по два отказа в каждом канале, которые не обнаруживаются ССВК и одинаково искажают выходные сигналы Z1 и Z2. Самоконтроль каналов может быть аппаратным и программным. Возможно использование независимых программ в каждом процессоре.

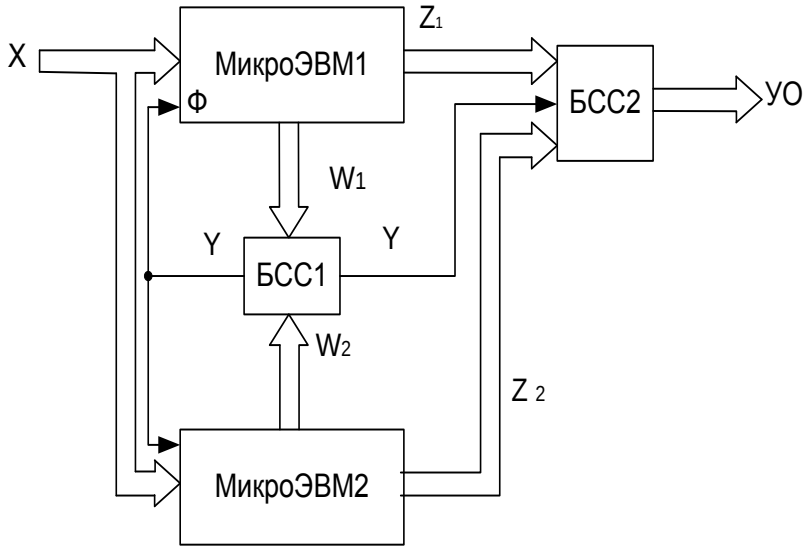
Троированная мажоритарная система (рисунок 3, б) имеет три независимых канала обработки информации. Работа каналов синхронизирована и сравнивается с помощью безопасного мажоритарного элемента БМЭ. Данная структура, также как и дублированная, используются наиболее часто. Безопасность её сравнима с безопасностью дублированной системы, но отказоустойчивость выше. Рассмотренные структуры и принципы построения безопасных систем часто используются и в сочетании, дополняя друг друга. Базовыми обычно являются дублированная и троированная структуры [9,10,12,13].

Системы МПЦ с одноканальной структурой технического обеспечения внедрены на многих железных дорогах. При этом железные дороги обращают особое внимание на эксплуатационную готовность систем, поскольку большинство аварий связано с вмешательством человека после отказа системы. Простая конструкция подобных систем позволяет с самого начала исключить некоторые отказы, нарушающие эксплуатационный процесс и способные возникнуть в системах с двухканальным техническим обеспечением. Если философия безопасности систем с двухканальной структурой технического обеспечения основана на независимости аппаратных вычислительных сигналов, то в МПЦ с одноканальным техническим обеспечением необходимо знать, насколько велика вероятность того, что возникнет опасная ошибка, не обнаруженная своевременно контрольной программой. Многолетняя эксплуатация многочисленных систем МПЦ с одноканальным техническим обеспечением свидетельствует, что с их помощью можно надежно управлять железными дорогами.

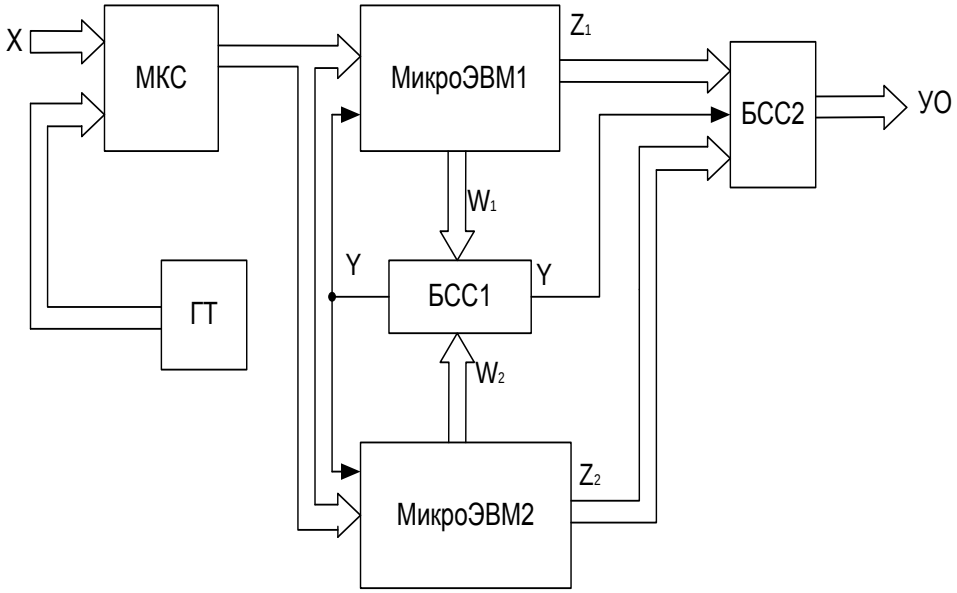
К безопасности обработки информации в системах, как с двухканальным, так и с одноканальным техническим обеспечением предъявляются высокие требования, однако они ограничиваются собственно функциями централизации. Типичным представителем систем этой категории является EBILOCK.

Повышенный уровень безопасности почти полностью исключает опасные отказы систем, а высокая эксплуатационная готовность ограничивает потребность во вмешательстве человека в процесс обеспечения безопасности. Однако за безопасность приходится платить, и применение недорогих систем СЦБ является вкладом в повышение конкурентоспособности железных дорог.

а)



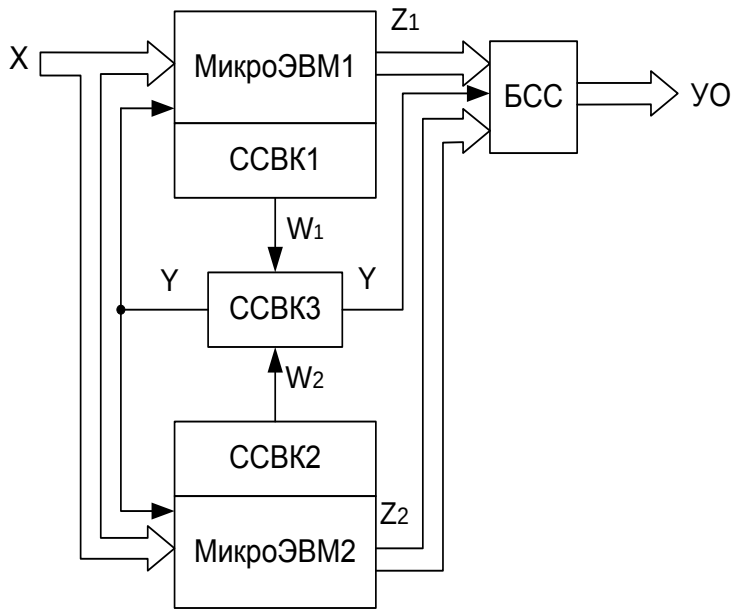
б)



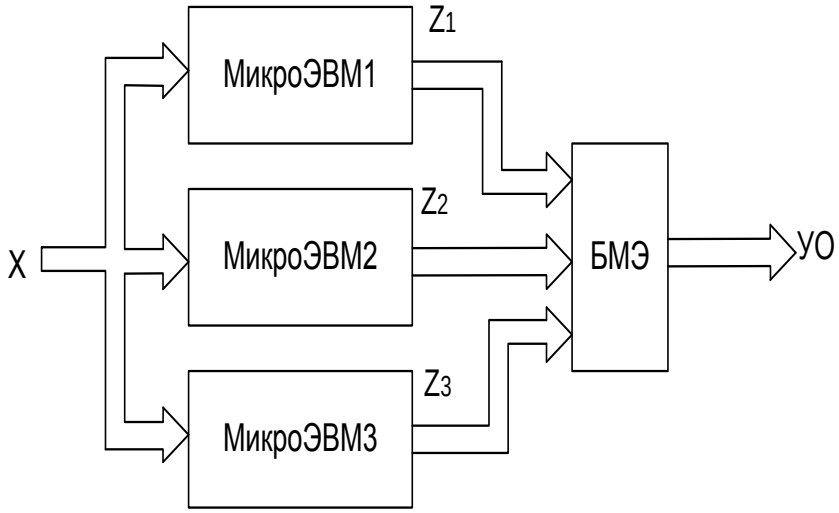
а) дублированная система с сильными связями;
б) дублированная система с тестированием.

Рисунок 2 – Структурные схемы МПЦ

а)



б)



а) самопроверяемая дублированная система;
б) троированная мажоритарная система.

Рисунок 3 – Структурные схемы МПЦ

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

БЕССТЫКОВОЙ КОНТРОЛЬ ЗАПОЛНЕНИЯ ПУТЕЙ СИСТЕМЫ АРС ЦНИИ

Власов М.Ю.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Принцип действия бесстыкового КЗП базируется на сравнении напряжения, снимаемых с двух смежных контрольных участков пути [4]. В начале контролируемого пути

оба рельса запитываются от генератора переменного тока частотой 1 кГц с амплитудой 6 А. Амплитуда тока, питающего РЦ, постоянна и не зависит от состояния балласта, свободности или занятости пути. В конце контролируемого пути устанавливают перемычку (рисунок 1).

С элементарных участков с длиной примерно 30 м, что эквивалентно двум длинам четырехосных вагонов [1,10,14], на которые поделен один рельс контролируемого пути, снимается падение напряжения, подводимое к запирающему и отпирающему входам электронных путевых реле (ЭП). На выходах ЭП включены путевые реле П типа НМШ1-2000, которые находятся под током при свободности контрольных участков (напряжение на реле не менее 16 В).

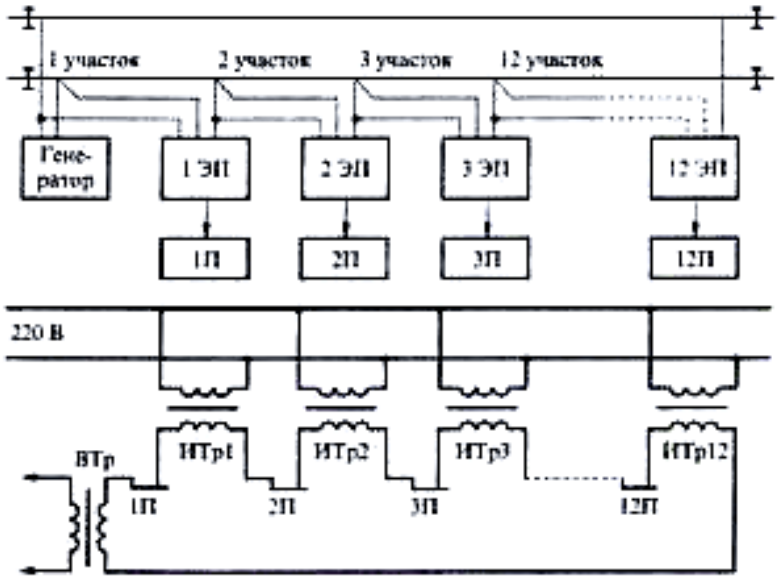


Рисунок 1– Бесстыковой КЗП АРС ЦНИИ

При нахождении отцепа на одном из таких участков вследствие шунтирующего действия колесных пар напряжение на нем и на путевом реле уменьшается до напряжения отпускания [2,3,13]. Причем напряжение запирания снимаемого со следующего, свободного участка. Соответствующее путевое реле обесточивается (если напряжение на его обмотке ниже 6 В).

Для преобразования длины свободной части пути в электрический сигнал служат измерительные понижающие трансформаторы (ИТр), подключенные к сетевому напряжению 220 В. Количество измерительных трансформаторов соответствует числу реле П.

Во вторичных обмотках каждого трансформатора Итр наводится напряжение, равное 6 В. Эти обмотки подключены последовательно с контактами путевых реле и создают в первичной обмотке выходного трансформатора (ВТр) суммарное напряжение.

Выходной трансформатор также понижающий [4,5,6,9], с коэффициентом трансформации n=6. таким образом, если, например, занят третий участок пути, то контакт ЗП путевого реле размыкает цепь вторичных обмоток ИТр, начиная с четвертой и далее по ходу движения отцепа. На выходе измерительной цепи возникает напряжение, пропорциональное длине: будет наводиться напряжение амплитудой 2В (каждому свободному участку соответствует напряжение 1В).

Важным преимуществом такого КЗП следует считать простоту построения [7,8,11,12]. К числу недостатков относятся: зависимость напряжения на путевых реле от контактного сопротивления рельс-колесная пара; возможность ложной фиксации свободности участка при нахождении отцепа на данной части контролируемого участка и вообще зависимость напряжения на путевом реле от перемещения отцепа. Очевидно, что при неблагоприятных условиях и сильном загрязнении балласта возможны ложные фиксация занятости.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и

экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

ВЛИЯНИЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ГОРОЧНЫХ ДАТЧИКОВ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ ПЕРСОНАЛ

Гальянов Е.Ю.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

На сортировочных горках железных дорог многих стран ближнего и дальнего зарубежья эксплуатируются радиолокационные датчики скорости, предназначенные для измерения скорости скатывающихся отцепов. Они работают в диапазоне сверхвысокочастотных электромагнитных волн, с мощностью излучения 5–30 мВт.

Характерной формой взаимодействия электромагнитного поля с излучением до 50 мВт с живым организмом является сочетание нагрева ткани, зависящее от поглощаемой (как полупроводящей средой) энергии, определяющей нетепловое воздействие на организм [1,4,5,8]. Следует заметить, что на организм человека действует весьма большое число естественных и искусственных источников радиоизлучения в диапазоне 0,01–10^5 МГц. Например, спектр излучения естественного источника радиоизлучения Солнца и галактик занимает область приблизительно от 10 МГц до 10 ГГц. Интенсивность солнечного излучения в спокойном состоянии находится в пределах 10^{-10}до 10^{-8} Вт/м^2 МГц. В последнее время весьма широкое распространение получила мобильная радиосвязь, работающая в диапазоне около 1 ГГц стандарта GSM-900, GSM-1800. Значения плотности потока энергии, создаваемые мобильными телефонами моделей Ericson DF 388, Siemens C25, Motorola M3188 соответственно составляют 239, 212, 111 мкВт/см^2.

Согласно гигиеническим нормам «Временно допустимых уровней воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системами сотовой радиосвязи» ГН 2.1/2.2.4.019-94, величина плотности потока электромагнитной энергии в районе головы пользователя не должна превышать 100 мкВт/см^2.

Биофизика воздействия электромагнитного поля СВЧ на организм, по данным исследований свидетельствует скорее о раздражающем, чем о поражающем эффекте, т.е. скорее о физиологическом в общем смысле, чем о патологическом аспекте воздействия электромагнитной энергии [2,3,6,7].

Определяющей для нормирования опасности работы в условиях воздействия электромагнитного поля во многих странах пока принята степень их теплового действия.

Предельно допустимые уровни плотности потока энергии ППЭ$_{пду}$ электромагнитных полей (ЭМП) в диапазоне частот 300 мГц–300 Гц для персонала, работающего вблизи источников ЭМП, а также обслуживающего эти источники в соответствии с ГОСТ 12.1.006-84 определяются ВЭ соотношения:

$$ППЭпду = ЭНпду/Т,$$

где *ЭНпду* – нормированная величина энергетической нагрузки за рабочий день в мкВт.час/см^2; Т– время пребывания в зоне излучения за рабочую смену.

Нормами ГОСТ установлена величина ЭН=200 мкВтч/см^2. ПДУ воздействия СВЧ-излучения в России многократно меньше, чем в других странах, что подтверждает данные о влиянии СВЧ-излучения как факторе носящем скорее раздражающий, чем поражающий эффект.

Исследования специалистов в области санитарии и гигиены свидетельствуют, что наиболее уязвимыми участками тела для облучения являются глаза и ткани семенников, в которых при длительном непрерывном облучении плотностью потока, превышающей 5000 мкВт/см^2 (5 мВт/см^2), может повышаться температура. Критическим для глаз считается повышение температуры на 10° С. В то же самое время малые мощности СВЧ-излучения вызывают и положительные, стимулирующие эффекты на организм человека. Например, при тепловых энергиях наблюдается стимулирующее воздействие излучения: улучшение чувствительности глаз человека, адаптированных к темноте, малые мощности СВЧ-колебаний используются в медицинских приборах для лечения желудочных заболеваний.

Предельно допустимые уровни воздействия СВЧ-излучения, принятые в стране, получены на основе гигиенической оценки и клинико-физиологических данных по функциональным изменениям в организме человека. В США и ряде других зарубежных стран в качестве критерия при выработке ПДУ приняты не функциональные, как правило, обратимые, а более заметные морфологические изменения.

На сортировочных горках железных дорог России эксплуатируются датчики двух типов, являющиеся источниками СВЧ-излучения. Это радиотехнический датчик РТД-С работающий на частоте около 10 ГГц с максимальной мощностью излучения до 10 мВт и радиолокационный скоростемер РИС-ВЗМ, частота излучения которого 37,5 ГГц, а мощность составляет 25 мВт.

Реальные уровни потока мощности СВЧ-излучения радиолокационных горочных устройств можно оценить на примере наиболее «мощного» излучателя, каковым является горочный индикатор скорости РИС-ВЗМ. работающий в зоне тормозных позиций.

Как известно, РИС-ВЗМ в соответствии с проектом по их размещению, устанавливается в 5–10 м от начала тормозной позиции на удалении около 2 м от оси пути. Ось диаграммы направленности скоростемера практически совпадает с осью пути на дальней границе тормозной позиции. Оценим плотность потока энергии, излучаемой РИС-ВЗМ вдоль оси диаграммы направленности антенны, т.е. наибольшую мощность [9,11].

В соответствии с известным уравнением дальности действия радиоволновых излучателей плотность потока энергии в точке, расположенной на удалении R от излучателя вдоль оси диаграммы антенны определяется как:

$$П = Ризл.G/4\,\pi\,R2$$

где $Риз_{л.}$ – излучаемая мощность; G – коэффициент направленного действия антенны (для используемой антенны в РИС-ВЗМ он составляет 785).

Работы по техническому обслуживанию замедлителей ведутся на удалении не менее 5 м от РИС-ВЗМ, а чаще всего между 10 и 40 м вдоль оси пути. На этом удалении от РИС-ВЗМ плотность потока энергии составляет 0,1 6 мкВт/см^2.

Работники службы Ш в процессе технического обслуживания РИС-ВЗМ соприкасаются с излучающей поверхностью линзы антенны лишь при необходимости ее протирки от загрязнений, Этот процесс длится не дольше 2–3 мин и воздействию СВЧ-излучения подвергаются лишь поверхности рук. Тем более, что для проведения

профилактических работ по очистке поверхности измерителя он отключается от сети. В остальном процесс обслуживания сводится к дистанционному контролю за работой скоростемера [10,12,13,14].

В процессе юстировки, при установке скоростемера и при его замене электромеханик располагается с тыльной его стороны и практически не подвергается никакому облучению.

Оценивая приведенные выше предельно допустимые нормы и реальные плотности потока энергии в зоне действия диаграммы антенны, можно сделать следующие выводы:

• на удалении 1 м от горочного скоростемера вдоль оси диаграммы антенны, обслуживающий или иной эксплуатационный персонал может непрерывно находиться более одного часа;

• эксплуатационный персонал, проводящий техническое обслуживание или ремонт замедлителей, расположенных на удалении более 5 м от измерителя, может находиться в этой зоне в течение времени, существенно превышающего рабочую смену (допустимое время непрерывного пребывания на удалении пята и более метров превышает 30 ч).

При этом надо иметь в виду, что приведенные в табл. 4.2 значения плотности потока энергии, соответствуют осевой плотности, т.е. практически распределены вдоль оси пути.

Вследствие узконаправленности диаграммы антенны РИС-ВЗМ, которая является круговой и имеет ширину 6°. на удалении 5 м по оси пути и лишь на 0,5 м в сторону, плотность потока энергии на порядок ниже осевой.

Влияние второго датчика скорости, устанавливаемого на одной тормозной позиции на общее поле облучения в зоне проведения работ, сводится к увеличению ППЭ при самых неблагоприятных условиях на величину менее 6 мкВт/см^2, что, как видно из табл. 4.2, несущественно.

На удалении десяти метров от измерителя плотность потока мощности по оси диаграммы становится ниже 2 мкВт/см^2 и нахождение персонала за пределами этой зоны также практически не ограничивается. Таким образом, СВЧ-излучение горочного скоростемера РИС-ВЗМ, а тем более менее мощного РТД-С, не представляет опасности для эксплуатационного персонала при соблюдении правил эксплуатации. Это подтверждено санитарно-гигиеническим сертификатом № 77.ФУ.02.401.П.001448.06.02 от 20.06.2002 г., выданным Государственной санитарно-эпидемиологической службой Российской Федерации.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.
9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.
10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.
11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.
12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.
13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.
14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

ГОРОЧНАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ С КОНТРОЛЕМ РОСПУСКА ГАЦ-КР

Горев М.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

В настоящее время на ряде горок еще эксплуатируется блочная горочная автоматическая централизация (БГАЦ) и системы ГАЦ с контролем роспуска — ГАЦ-КР. Однако эти системы сняты с производства как морально и физически устаревшие. На смену им приходят микропроцессорные системы ГАЦ — ГАЦ МН.

Несмотря на это, ряд основных функций системы ГАЦ-КР сохранился и в современных микропроцессорных системах. Поскольку анализ схемотехнической реализации процессорных систем достаточно сложен и не вполне нагляден, рассмотрим реализацию основных функциональных и алгоритмических задач систем ГАЦ на примере системы ГАЦ-КР.

Система ГАЦ-КР, как и другие системы ГАЦ, предназначена для автоматической реализации программы роспуска составов с горки и достоверного контроля ее исполнения с выдачей результатов контроля оператору. На ее алгоритмической основе построены микропроцессорные системы ГАЦ [1,3,8,11,14].

Главная особенность системы ГАЦ-КР заключается в том, что она обеспечивает: комплексный контроль головной зоны горки, включающий контроль свободности нормированного участка и прохождения длиннобазных вагонов; хранение информации в запоминающем устройстве о номере отцепа, фактическом количестве вагонов в нем и

заданном маршруте; выдачу всей информации на пульте управления и пульте электромеханика. Система выполнена на реле типа РКН, ряд узлов смонтирован на интегральных микросхемах серии К155.

Основным режимом работы системы является автоматический (А), при котором вся требуемая информация об отцепах состава поступает на горочный пост из горочного программно-задающего устройства (ГПЗУ-В). Также предусмотрен режим программный (П), при котором маршруты на весь состав или его часть предварительно набирают маршрутными кнопками на пульте управления. Количество маршрутов, которые можно заранее запрограммировать, определяется числом блоков накопителя, но не менее чем для пяти отцепов. Есть маршрутный режим (М), при котором проделываются те же операции, но только для каждого отцепа отдельно при подходе его к рельсовой цепи секции головной стрелки. В ручном режиме (Р) используется индивидуальное управление стрелками поворотом стрелочного коммутатора на пульте управления.

Выбор режимов осуществляется нажатием кнопок А, П, М на пульте управления (ПУ) или на пульте электромеханика (ПЭ).

Структурная схема системы ГАЦ-КР приведена на рисунке 1. В автоматическом режиме А задания роспуска поступают от ГПЗУ-В через устройство сопряжения УСП в восьмую ступень накопителя заданий (НГ), а после прохождения по остальным ступеням накопителя в регистратор задания (РЗ).

В режимах М и П задания роспуска поступают в систему с пульта управления (ПУ) через формирователь заданий (ФЗ). Затем они подаются в накопитель НГ и в блок РЗ в режиме П, а в режиме М, минуя накопитель НГ, сразу в блок РЗ.

С пульта управления оператор может откорректировать задание в блоке РЗ, а также передать управление на пульт электромеханика (ПЭ) для выполнения профилактических работ.

Одновременно блок УСП выдает команды на сдвиг информации в накопителе НГ блока РЗ и разрешает поиск свободной ячейки запоминающего устройства (ЗУ) для записи в нее маршрутного задания следующего отцепа.

Информация, записанная в ячейку ЗУ, сохраняется в памяти на время следования отцепа по маршруту. В тех случаях, когда фактическое число вагонов в отцепе меньше заданного (неправильный расцеп), в ЗУ записывается не заданное, а фактическое число вагонов в отделившейся части отцепа. Для недостающей части вагонов отыскивается свободная ячейка ЗУ и в нее повторно записывается номер и маршрутное задание отделившейся части отцепа. Обе части будут двигаться на подгорочный путь по одному и тому же маршруту.

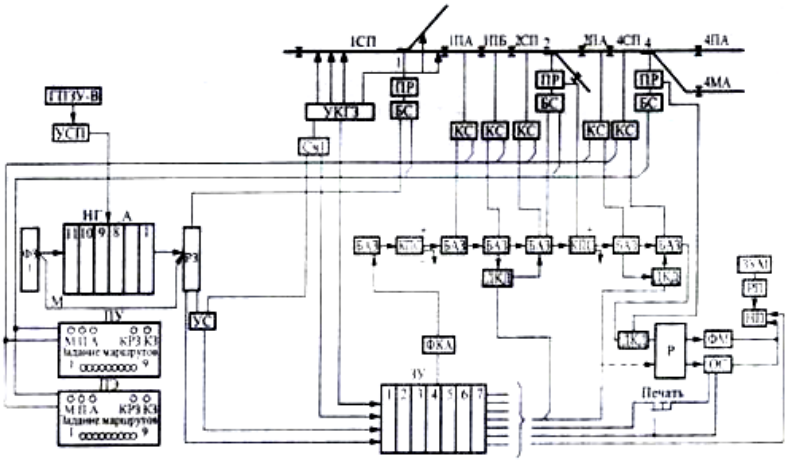


Рисунок 1 – Структурная схема системы ГАЦ

Если на головной стрелке произойдет нагон, то блоки УКГЗ, счетчики Сч и ЗУ работают как при нормальном расцепе, и оба отцепа будут двигаться по одному и тому же маршруту[2,4,5,6,7].

После ЗУ через блок формирователя кода адреса (ФКА) трехразрядная информация двоичного кода адреса передается в устройство трансляции, состоящее из блоков активных зон (БАЗ).

Контроль за прохождением отцепов по путевым участкам выполняют блоки контроля секций (КС), включенные во все участки зоны слежения. По блокам БАЗ транслируются: код адреса маршрута следования каждого отцепа, а также задания на перевод стрелки: плюсовое ПУ, минусовое МУ, к которой отцеп приближается.

Перевод стрелок в плюсовое или минусовое положение осуществляется специализированными блоками СГ-76У (описание дано ниже).

Код адреса из блока БАЗ головной стрелки в блок БАЗ участка 1ПА передается с момента освобождения участка 1СП.

Из блока БАЗ головной стрелки, далее из БАЗ участка 1ПА код адреса передается в блок дешифратора кода адреса ДКА, через который осуществляется запрос соответствующей ячейки ЗУ для получения команды на перевод в плюсовое или минусовое положение стрелки 2 в маршруте.

Полученная команда (ПУ, МУ) совместно с кодом адреса передается по всем следующим блокам БАЗ до стрелки 2. Через блок БАЗ участка 2СП команда поступает в блок СГ-76У, и стрелка с помощью электропривода переводится в соответствующее положение.

С момента вступления отцепа на последнюю стрелку маршрута через распределитель (Р) подключается блок формирователь фактического маршрута (ФМ). В этом блоке по положению последней стрелки маршрута определяется номер пути, по которому следует отцеп. Одновременно с этим в блоке определителя соответствия (ОС) фиксируется соответствие заданного и фактического маршрутов. Блоки ФМ и ОС подключаются через Р только для одного из тех отцепов, которые одновременно вступили на последние стрелки маршрута. При совпадении заданного и реализованного маршрутов и при нажатой кнопке «Печать» подается команда для гашения информации, записанной в одной из ячеек ЗУ для отцепа, который полностью проследовал по маршруту. В случае соответствия заданного и реализованного маршрутов блок ОС выдает команду на считывание информации об отцепе из ЗУ и ФМ и передает ее в накопитель печати (НП).

Из НП через распределитель печати (РП) информация поступает на электроуправляемую машинку (ЭУМ), которая печатает данные об отцепе[9,10,12,13].

С помощью формирователя производится набор заданий маршрутов следования и числа вагонов в отцепах. Он осуществляется нажатием кнопок, расположенных на горочном пульте управления ПГУ (рис. 4.11) или на пульте электромеханика (ПЭ). Формирователь заданий содержит: блок Ф31, фиксирующий маршрутное задание, и блок Ф32, фиксирующий заданное оператором число вагонов в отцепе; реле Ф1—Ф3 и Ф31 фиксации занятости блоков Ф31, Ф32 и отжатого состояния кнопок «Задание маршрута». Маршрут следования набирают кратковременным нажатием кнопки, номер которой соответствует числу десятков в номере пути, куда нужно направить отцеп. Это фиксируется включением реле 1С—4С и реле 3 в блоке Ф31. Отпускание кнопки фиксирует реле Ф1. Второй нажимают кнопку, номер которой соответствует числу единиц в номере пути следования. Это фиксируется в блоке Ф31 включением реле 1Е—8Е и реле 31. Отпускание кнопки фиксирует реле Ф2.

Число вагонов в отцепе (не более 15) набирают нажатием сначала первой кнопки десятков (1 или 0) вагонов в отцепе, что фиксируется реле 1С, 4С, 3, Ф3 в блоке Ф32. Второй нажимают кнопку числа единиц вагонов в отцепе, что фиксируется в блоке Ф32 реле 1Е—8Е, 1Д,31.

При наборе маршрута, например под номером 24, первой нажимают кнопку К2, в результате чего образуется цепь включения кнопочного реле 2: ГПС, фронтовой контакт

реле 3 (проверка свободности блока РЗ), тыловой контакт реле ПВПГ (маршрутный режим), тыловой контакт реле отмены ОТ, фронтовые контакты Ф31 и Ф32 (проверка свободности этих блоков), тыловой контакт реле ПП (управление с пульта ПГУ), контакт нажатой кнопки 2, реле К2, ГМ.

При выключении реле К2 образуется цепь включения и последующей самоблокировки реле 1С, а также выключение реле 3 в блоке Ф31.

Отпускание кнопки приводит к возбуждению реле Ф1 по цепи:

ГПС—3(РЗ)—ПВПГ—ОТ—фронтовые контакты последовательно соединенных кнопок 0—9 — ПП—ПМ—3(Ф31) —[Ф1] —ГМ.

После включения реле Ф1 самоблокируется по второй обмотке.

От нажатия второй кнопки с номером 4 срабатывает кнопочное реле К4. Через фронтовые контакты реле Ф1 и К4 замыкается цепь включения реле 1Е в блоке Ф31. С момента срабатывания это го реле выключается реле 31 этого блока. При отпускании кнопки образуется цепь включения реле Ф2: ГПС—3(РЗ)—ПВПГ—ОТ—фронтовые контакты всех кнопок— ПП—ПМ—3(Ф31)—Ф1—Ф31— [Ф2]—ГМ.

После включения реле Ф2 самоблокируется по второй обмотке. Фронтовыми контактами реле Ф1 и Ф2 кнопки пульта подключаются к блоку Ф32 для формирования числа вагонов отцепа. Число десятков (0 или 1) вагонов в отцепе в блоке Ф32 фиксируют реле 4С и 1С. Нажатием кнопки 1 и выключением реле К1 в блоке Ф32 включается реле 1С, фиксируя первый десяток, нажатием кнопки 0 включается реле 4С, чем фиксируется ноль десятков. С момента включения реле 1С, 4С выключается реле 3.

При отпускании кнопки образуется цепь включения реле ФЗ:

ГПС—3(РЗ)—ПВПГ—ОТ—фронтовые контакты всех кнопок—ПП—ПМ—3(Ф31)—Ф1—Ф31—Ф1— Ф2—3(Ф32) — [ФЗ]—ГМ.

Нажатием кнопки числа единиц вагонов в отцепе включаются реле 1Е—8Е в блоке Ф32. При срабатывании этих реле выключается реле 31. С момента отпускания кнопки образуется цепь включения реле передачи ПМ в блоке Ф32:

ГПС—3(РЗ)—ПВПГ—ОТ—фронтовые контакты всех кнопок—ПП—ПМ—3(ФЗ1)—Ф1—ФЗ1—31(Ф32)—КЗ—3(Ф32)—[ПМ]—ГМ.

При срабатывании реле ПМ сформированное задание маршрута и числа вагонов сохраняются до тех пор, пока не обесточатся защитное реле 3 в блоке РЗ или НГ накопителя. Для отмены задания нажимают кнопку отмены, включается реле ОТ, контактом которого выключаются цепи самоблокировки реле Ф1—ФЗ.

На пульте ПГУ или ПЭ предусмотрена индикация номера заданного пути следования отцепа и числа вагонов в отцепе.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА,

ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

ГОРОЧНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

Егоров Д.Г.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

В районе вершины горки устанавливаются горочные светофоры (Г). Показания горочного светофора, который сигнализирует желтым, зеленым, желто-зеленым, красным огнями и буквой Н (осаживание назад) маршрутного указателя, определяют темп роспуска (скорость надвига) составов. Горочные светофоры Г1 и Г2 размещают на каждом пути

роспуска составов. Если между горочным светофором и горловиной парка прибытия имеются стрелки, управляемые дежурным по горке, то перед ними по каждому пути надвига составов (Г1П и Г2П) устанавливают повторители ПГ1 и ПГ2 горочных светофоров. Красный огонь требует остановки состава, а при дополнительном включении маршрутного указателя с буквой Н — осаживания состава в сторону парка прибытия [1,11,14].

Маневровые передвижения на спускной части горки регулируются дополнительно лунно-белыми огнями, устанавливаемыми на горочных светофорах. Передвижения из сортировочного парка к вершине горки регулируют маневровые светофоры МГ1—МГ7, которые используют и для ограждения замедлителей при проведении ремонтных работ. Предусматриваются также маневровые светофоры для организации передвижений по обходным путям [2,6].

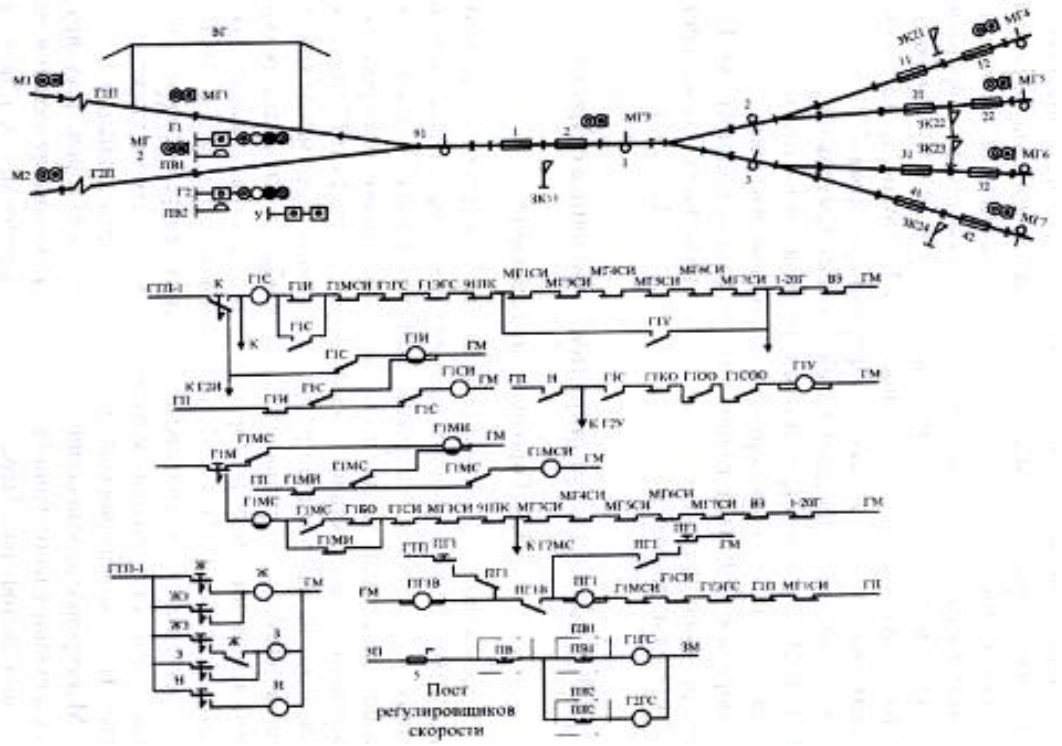


Рисунок 1 – Схема включения ламп светофора

Горочными светофорами Г1 и Г2 управляют посредством группы блокировочных кнопок: Ж, ЖЗ, 3,Н при нажатии которых включаются реле сигнальных показаний Ж, 3, Н и загораются соответствующие огни. Контакты этих реле используют в цепях сигнального реле Г1С и реле маршрутного указателя Г1У. Реле желто-зеленого огня ЖЗ не устанавливают, а кнопкой ЖЗ включается реле Ж и с проверкой горения желтого огня — реле 3. Это исключает горение одного зеленого огня при перегорании лампы желтого огня на светофоре [3,4,5,7,13].

В схемах включения сигналов на горках выделяют две группы: схемы сигнальных и исключающих реле и схему включения ламп. Сигнальные реле включают разрешающие огни светофоров. Исключающие реле не допускают самопроизвольного, повторного открытия светофоров без участия оператора, исключают возможность зажигания разрешающих огней светофоров по враждебным маршрутам, запирают пошерстные и охранные стрелки.

В цепи включения сигнального реле Г1С горочного сигнала проверяют отсутствие взреза стрелок (контакт реле ВЗ, реле ВЗ под током), ограждения замедлителей 1 и 2 (контакт реле 1—2 ОГ) и горения лунно-белых огней на маневровых светофорах встречного роспуску направления (контакты реле МГ1СИ, МГЗСИ— МГ7СИ). При осаживании

составов эти светофоры открывают. Поэтому контакты их сигнально-исключающих реле шунтируют фронтовым контактом реле указателя Г1У. Исключающее реле горочного сигнала Г1И нормально находится под током через тыловой контакт нажатой кнопки красного огня К, который разомкнётся при нажатии одной из кнопок разрешающего огня.

Далее в цепи проверяется плюсовое положение стрелки 91, отсутствие экстренного гашения горочного светофора дежурным парка прибытия (контакт реле Г1ЭГС), расцепщиками или регулировщиками скорости на горбу (контакт реле Г1ГС). Реле Г1ЭГС и Г1ГС выключают при необходимости экстренной остановки распускаемого состава нажатием кнопок ПВ1 и ПВ2 в помещениях указанных работников или на стойках внешних переговорных устройств.

Кроме того, в цепи реле Г1С проверяется отсутствие горения лунно-белого огня на данном светофоре (контакт реле Г1МСИ) [8,9,10,12].

Перед повторным открытием горочного светофора, закрытого автоматически при задержке перевода стрелки или нажатии кнопки экстренного гашения, дежурный по горке должен убедиться в возможности продолжить движение состава. Поэтому схемы управления светофорами не должны допускать их повторного открытия без участия дежурного. Это достигается включением реле Г1И и Г1МИ.

Реле Г1И будет находиться под током по цепи самоблокировки до возбуждения реле Г1С, поскольку включается тыловым контактом реле Г1С. Повторно реле Г1И возбуждается только при нажатии кнопки красного огня К, так как размыкаются контакты кнопок Ж, З и Н. Исключающее реле маневрового сигнального показания Г1МИ включают вытягиванием кнопки Г1М, а маневровое сигнальное реле Г1МС — ее нажатием.

Схемы включения реле маршрутного указателя осаживания назад и подтягивания выполнены с учетом наличия повторителей горочных светофоров. В цепи включения реле маршрутного указателя горочного светофора Г1У проверяют включение сигнального реле Г1С, горение на этом светофоре красного огня (контакт реле Г1КО) и отсутствие отказа дежурного по горке от осаживания состава (контакты реле Г1ОО и Г1СОО).

Схема включения ламп светофора Г1 (рисунок 1) обеспечивает, кроме включения указанных сигнальных показаний, сигнализацию желтым и красным огнями соответственно при перегорании лампы зеленого и желтого огня.

При подтягивании состава к светофору Г1 нажатием нефиксируемой кнопки ПП включают вспомогательное реле ПГ1В, а ее отпусканием, включают реле подтягивания ПГ1. Последнее получает питание последовательно с обмоткой реле ПГ1В при условии включения реле Г1МСИ, Г1СИ, МГ1СИ и Г1ЭГС, а также свободное™ участка Г1П перед светофором П.

Реле Г1И не выключается и через фронтовой контакт реле ПГ1 (рисунок 2) замыкается цепь желтого огня на светофоре Г1. С появлением подтягиваемого состава на участок Г1П реле ПГ1 выключается и на светофоре Г1 загорается красный огонь. Длина участка Г1П 80—150 м достаточна для остановки состава перед светофором. Для отмены подтягивания состава повторно нажимают кнопку ПГ1. В этом случае шунтируется и отпускает якорь реле ПГ1В, а при отпускании кнопки обрывается питание реле ПГ1.

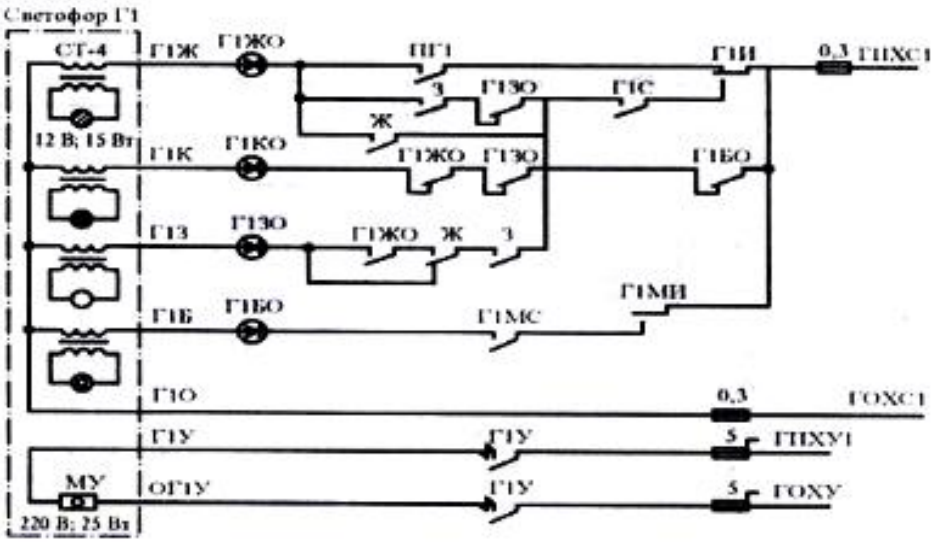


Рисунок 2 – Схема включения ламп горочного светофора

Повторители горочного светофора ПГ1 и ПГ2 работают в режимах повторения показаний светофора Г. Если стрелка 91 установлена в минусовое положение, то светофор ПГ2 после нажатия кнопки ПГ2, включения реле ПГ2С и выключения реле Г2ПИ повторяет показания горочного светофора Г. Это достигается включением в цепи управления огнями светофора ПГ2 контактов огневых реле ГЖО и ГЗО светофора Г.

В случае подтягивания состава до светофора ПГ2 стрелку 91 устанавливают в плюсовое положение и нажимают кнопку ПГ2. Это приводит к выключению реле ПГ2И и срабатыванию реле ПГ2С. Реле подтягивания Г2ПИ остается под током, и на светофоре ПГ2 загорается желтый огонь, который сменяется красным при вступлении подтягиваемого состава на участок Г2П. Подтягивать составы можно до светофора ПГ1 или ПГ2. Поэтому в схемах управления горочным светофором Г реле подтягивания не используют.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.
7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.
8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.
9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.
10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.
11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.
12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.
13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.
14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

Жупиков А.М.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

В соответствии с ЭТТ к технологии и техническим средствам механизации и автоматизации сортировочных станций функция контроля, диагностики состояния реализуется контрольно-диагностическим комплексом станционных устройств КДК УВК.

Комплексный диагностический контроль (КДК) предполагает как наличие встроенных в управляющие подсистемы контрольно-диагностических задач, так и дополнительных специализированных устройств диагностики. Устройства КДК размешаются на горочном посту и имеют функциональные связи с УВК ГАЦ и УУПТ.

Комплекс обеспечивает решение следующих задач: оценку состояния технических и технологических объектов по совокупности признаков по запросам управляющих систем;

обнаружение отказов устройств и функций, формирование сообщения управляющим подсистемам, оперативному и эксплуатационному персоналу на АРМы; автоматизацию измерений, синхронную обработку и регистрацию контролируемых параметров; формирование динамических и диагностических протоколов, архивирование и передачу диагностической информации.

Другой аспект важности средств диагностики связан со спецификой управления вагонами на спускной части горки: это отсутствие возможностей непрерывного управления движением отцепов по всей траектории их скатывания. В связи с этим при отказе каких-либо технических средств возникает необходимость использования реконфигурации систем управления в части автоматического перехода к резервным алгоритмам управления.

Значимость функции диагностики технических средств в современных условиях эксплуатации сложных систем и многофункциональных устройств, на фоне дефицита широкопрофильных специалистов эксплуатации, весьма велика.

Сегодня происходит непрерывный рост количества элементов в технических устройствах и системах, все более усложняются сами элементы и функциональные связи между ними. Будущее, как правило, весьма неопределенно, поэтому трудно при прогнозировании точно «угадать» будущую ситуацию. Однако это и не является основной задачей прогноза. Важно на основе анализа текущего состояния объекта уловить тенденцию его поведения, логику развития прогнозируемого параметра. Автоматизированная диагностика позволяет существенно ускорить поиск неисправностей устройств и зачастую, предупредить возможные отказы, что облегчает и упрощает технологию обслуживания [1,3,8,11,14].

Комплексный диагностический контроль предполагает полный охват средствами диагностики технических средств, входящих в состав систем автоматизации, включая соединительные линии информационной связи и цепи питания, а также реализацию всевозможных диагностических функций, в том числе контроль, самотестирование и самодиагностику напольного оборудования и внешнюю функциональную диагностику на уровне подсистем и систем автоматизации.

Особенностью автоматизированных систем управления для сортировочных горок является возможность управления движением отцепов только в локальных зонах (стрелки, тормозные позиции), поэтому ее перевод в так называемый защитный отказ, при выходе из строя отдельных элементов не обеспечивает решения проблемы безопасности. Наиболее эффективным решением вопроса обеспечения непрерывности управления технологическим процессом и снижения риска возникновения опасных ситуаций в этих условиях следует считать автоматическую реконфигурацию системы управления в реальном масштабе времени на основе данных комплексного диагностического контроля на алгоритмическом уровне. В решении такой задачи заключаются специфические требования к КДК для горочных систем управления.

Современный комплекс технических средств горочной автоматизации представляет весьма сложную систему, объединяющую множество напольных и постовых устройств. Совокупность технических средств, каждое из которых решает автономную задачу, объединенных функциональными связями и зависимостями в единую систему контроля и управления, представляет сложную систему управления.

В современных системах горочной автоматизации диагностика напольных устройств осуществляется внешними аппаратными средствами, входящими в состав УВК, т.е. средствами диагностирования, выполненными конструктивно отдельно от объектов диагностирования. Эти функции в системах горочной автоматизации, возложены на контрольно-диагностический комплекс.

Существенной особенностью реализации функций КДК в системах горочной автоматизации является то, что они осуществляются на этапе внедрения уже созданных, серийно выпускаемых устройств, в которых на этапе разработки не были заложены функции встроенной диагностики. Причем комплекс напольных технических средств весьма

разнообразен как по функционально решаемым задачам, так и степени использования интеллектуальных средств современной электроники. Отсутствие обязательных требований к реализации функций самотестирования и самодиагностики в напольных устройствах, как и отсутствие у них возможностей дистанционного тестирования самих себя, безусловно усложняет задачу унификации построения эффективных средств внешней диагностики.

Внешние аппаратные средства диагностирования предназначены для проверки (контроля) исправности или работоспособности объектов диагностики, поиска дефектов, нарушающих их нормативное функционирование и прогнозирование предотказных состояний. Перечисленные задачи возлагаются на любое автономно функционирующее техническое средство.

Средства КДК горочных систем относятся к классу универсальных, в отличие от специализированных, работающих со сменными программами, пригодными для диагностирования многих классов (типов) объектов.

Для выполнения возлагаемых на них функций они имеют несколько групп устройств: для оценки параметров и характеристик устройств диагностирования; для хранения алгоритмов диагностирования и другой (например нормативной) информации, необходимой для реализации алгоритмов и анализа результатов реализации; для реализации алгоритмов диагностирования; для анализа и выдачи результатов реализации алгоритмов диагностирования (включая документирование и прогнозирование); для управления параметрами объектов диагностирования.

Структура построения комплекса универсальных технических средств внешней диагностики показана на рисунке 1.

Организация внешних средств тестового диагностирования в значительной степени определяется условиями их эксплуатации: числом диагностируемых объектов в единицу времени, возможностью и необходимостью локального диагностирования элементов объекта; требуемой глубиной диагностирования; набором физических параметров, требующих измерения и контроля; типами воздействий, которые нужно подавать на объект; требованиями к эффективности средств диагностирования и т.п [2,4,5,6,7].

Современные системы железнодорожной автоматики, в частности горочной, характеризуются большим количеством диагностируемых источников их сложностью реализации с использованием микропроцессорной техники, их ответственностью в управлении движением транспортных объектов. В этой связи использование современных вычислительных машин для построения внешних средств тестового диагностирования представляется естественным. При этом на ПЭВМ возлагается задача управления периферийной аппаратурой диагностирования. Наряду со специальным диагностическим терминалом используется стандартное периферийное оборудование: устройства хранения информации, принтеры, мониторы, устройства связи с объектом, устройства внутрисистемной связи.

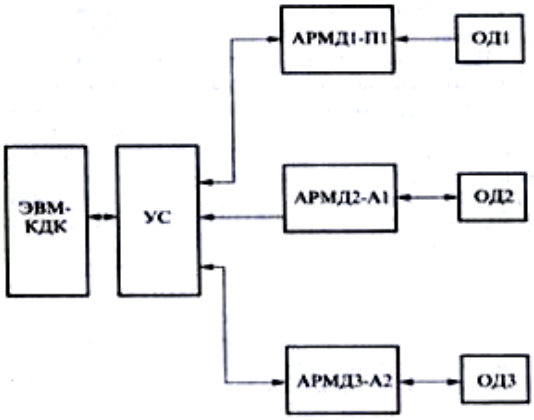


Рисунок 1 – Структура систем диагностического комплекса

На рисунке 1 ПЭВМ через устройства связи УС соединяется с рабочим (рабочими) местом диагностирования (АРМД), условно показаны три специализированных рабочих места, которые на практике вполне могут быть объединены в одном АРМе диагностики. Сделано это для акцентирования внимания на три решаемые типовые задачи: диагностирование технического состояния соединителей (линий связи) – АРМД1; диагностирование простых по функциональному назначению устройств (напольных датчиков обнаружения) – АРМД2; диагностирование сложных измерительных и исполнительных устройств – АРМД3.

Первый диагностический АРМД1 можно отнести к категории пассивного (П1), диагностические функции которого весьма просты и ограничены запоминанием лишь одной элементарной проверки безусловного алгоритма диагностирования и анализом фактических результатов одной этой проверки[9,10,12,13].

АРМД2 и АРМД3 могут быть отнесены к разряду активных (А2 и А3), в функции которых входят операции по запоминанию условных алгоритмов диагностирования, анализ фактических результатов элементарных проверок и оценок результатов измерений реализуемых алгоритмов, операции по установлению диагноза и прогноза технического состояния объекта по выбранной модели.

Следует заметить, что для повышения достоверности результатов диагностирования проверяется правильное функционирование и соответствующих устройств самих АРМов встроенными средствами тестирования и самодиагностики.

Схема функционирует по следующему алгоритму. Исходная информация о каждом объекте и все необходимые алгоритмы диагностирования и модели вводятся в специализированную ЭВМ. В процессе диагностирования в нее поступает информация о диагностируемых параметрах объекта, которая накапливается, сортируется, анализируется и документируется. В пассивных АРМах обратная связь ЭВМ — объект отсутствует. Поэтому ЭВМ формирует результаты диагноза по результатам поступающей информации.

В активных системах происходит съем информации с объекта по запросу системы, либо оператора АРМа. Результаты диагностирования выводятся на монитор.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и

техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

ЗАДАЧИ ГАЦ-МН

Куксов А.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Задачи, решаемые системой ГАЦ-МН подразделяются на функциональные и технологические [1-5].

Состав основных функциональных и технологических задач комплекса

1. Автоматизация контроля и управления роспуском (ГАЦ-МН):

- обмен информацией с АСУ СС с возможностью передачи динамической картины технологического процесса роспуска и маневров;

- управление маршрутами движения отцепов в программном (автоматическом, по сортировочным листам АСУ СС) и маршрутном режиме (автоматизированном, по заданиям с кнопок пульта или терминала);

- восстановление маршрутных заданий отцепов согласно программе роспуска в случаях нерасцепов с последующим осаживанием состава;

- исключение перевода стрелок под длиннобазными вагонами в автоматическом режиме управления, контроль и защита стрелок от взреза при маневровых передвижениях между роспусками;

- контроль проследования отцепов при нерасцепах или нагонных ситуациях на спускной части горки;

- диагностирование управляющего вычислительного комплекса и контроль работы напольных горочных устройств, используемых технологическими алгоритмами комплекса;

- протоколирование и архивирование процесса роспуска по контролируемым комплексом сигналам;

- наглядное отображение всего технологического процесса, обеспечивающего возможность роспуска составов в условиях плохой видимости отцепов;

2. Автоматизация контроля состояния, предотказной диагностики и поиска неисправностей [6,10-13]:

- контроль напряжений на путевых реле;
- логический контроль состояния изолирующих стыков;
- контроль лучей питания рельсовых цепей;
- контроль времени перевода стрелок;
- контроль рабочих токов стрелочных приводов и токов при работе на фрикцию;
- контроль напряжения рабочей батареи питания стрелочных приводов;
- контроль работы аккумуляторных батарей;
- контроль напряжения на фидерах электропитания;
- контроль напряжений и токов панелей электропитания;
- контроль работы датчиков прохода осей всех используемых типов, РТДС и ИПД;
- контроль динамики прохождения отцепов по стрелкам и замедлителям;
- контроль динамики всех перемещений по горке станции и действий операторов;

- протоколирование динамических протоколов и диагностических протоколов нештатной работы устройств по совокупности зависимых сигналов;

- система учета статистики работы устройств и поиска неисправностей в работе устройств;

- самодиагностика работы комплекса и средств автоматизации;

3. Автоматизация технического обслуживания устройств:

- автоматизация регламентных работ, ведение электронных форм журналов [7-9].

4. Оповещение эксплуатационного персонала и обеспечение его информацией для проведения ремонтно-восстановительных работ;

5. Обеспечение оперативного и эксплуатационного персонала объективной документированной информацией (по текстовым, графическим и динамическим протоколам комплекса)[14].

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.
5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.
6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.
7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.
8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.
9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.
10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.
11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.
12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.
13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.
14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

ЗАДАЧИ РЕГУЛИРОВКИ СКОРОСТИ СКАТЫВАЮЩИХСЯ С ГОРКИ ОТЦЕПОВ

Завьялов А.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

При скатывании вагонов с сортировочной горки должны быть соблюдены следующие три основные условия:

- обеспечена подготовка маршрутов скатывания отцепов в полном соответствии с программой роспуска;
- созданы необходимые интервалы между отцепами на разделительных стрелках для своевременного перевода стрелки очередному отцепу;
- обеспечено прицельное торможение отцепов в сортировочном парке при реализации допустимой скорости соударения вагонов на подгорочных путях.

Нарушение первого и второго условий приводит к появлению на путях «чужаков», нарушение третьего – к повреждению вагонов и грузов. Механизированные горки имеют, как правило, две тормозные позиции (ІТП и ІІТП), оборудованные вагонными замедлителями. На подгорочных путях (ІІІТП) торможение осуществляется обычно регулированием скорости движения вагонов с помощью ручных шлагбаумов либо парковыми замедлителями.

Количество и мощность тормозных средств для каждой сортировочной горки определяются в зависимости от ее высоты, плана и профиля, а также подгорочных путей, структуры вагонопотоков и грузопотоков и др. ІТП устанавливается в горочной части горки перед разделительной стрелкой или за ней; ІІТП – перед разделительными стрелками пучка путей; ІІІТП – на каждом подгорочном пути сортировочного парка.

Для существенного улучшения качества сортировки вагонов на крупных горках рекомендуется сооружать дополнительную тормозную позицию на подгорочных путях (ДТП).

Системы АРС обеспечивают необходимую дальность пробега отцепов при безопасной скорости соударения их с вагонами, находящимися на подгорочных путях, и создают необходимые интервалы между скатывающимися отцепами на спускной части горки [1,3,8,11,14].

Основные сложности управления скоростью движения отцепов состоят в том, что они обладают различной массой. В этой связи их условно делят на весовые категории: легкие (Л) – до 28 тс; легко-средние (ЛС) – 28-44 тс; средние (С) – 60-72 тс; тяжелые (Т) – свыше 72 тс.

Эти отцепы, обладая разной массой, в момент отрыва их от состава на вершине горки при роспуске имеют разную потенциальную энергию (mgh). Хотя в начальный момент скатывания отцепов их скорости практически одинаковы, в процессе движения по ускоряющему уклону горки их потенциальная энергия трансформируется в кинематическую ($mv^2/2$), вследствие чего отцепы с разной массой приобретают различную скорость движения. Это означает, что отцепы Л обладают худшими показателями динамики движения и останавливаются быстрее, чем отцепы Т. Поэтому вводится еще одна классификация отцепов по качественному показателю бегунов: «плохие бегуны» - это легкие отцепы; «хорошие бегуны» - это отцепы средней весовой категории и «очень хорошие бегуны» - это тяжелые по весовой категории отцепы.

Поскольку в процессе роспуска вагонов, сочетание попутно скатывающихся отцепов случайно, то при их свободном скатывании одни могут догонять других (хорошие плохих), сцепляясь в один отцеп. Это означает, что в дальнейшем они поедут по одному маршруту как единый отцеп. Такие нагонные ситуации нарушают заданную программу маршрута движения (см. Ранее о работе систем ГАЦ) и приводят к появлению на сортировочных путях так называемых «чужаков», т. е. отцепов, въехавших не на свой сортировочный путь.

В другом случае нагон может привести к превышению скорости соударения двух отцепов, в результате чего разрушается конструкция вагона и портится перевозимый груз – происходит «бой вагонов».

При ином сочетании попутно скатывающихся бегунов: хороший – плохой, первый может уехать в конец сортировочного пути, а второй не доехать до него и остановиться вначале, т. е. между вагонами не доехать до него и остановиться вначале, т.е. между вагонами образуется «окно». Эта ситуация хотя и не приводит к опасной – бою вагонов, но не допустима по той причине, что сортировочный путь оказывается занятым вначале остановившимся отцепом, и не позволяет направлять на него другие вагоны. В этих случаях роспуск приостанавливается, производятся маневровые передвижения, в результате которых

вагон проталкивается вглубь сортировочного парка, и с выездом маневрового локомотива роспуск возобновляется. Эти дополнительные технологические операции существенно снижают производительность горки и повышают эксплуатационные расходы.

Наряду с названными факторами, влияющими на скоростной режим скатывания отцепов и динамику их движения, оказывает влияние множество других, имеющих случайное происхождение, а значит и затрудняющих их учет. К их числу относят взаимодействие тележек колесных пар вагона с рельсами, с неоднородностями пути (кривизна, стыки, профиль), трение осей колесных пар в буксовых узлах, влияние ветровых нагрузок (сила ветра, его направление), инерционные свойства вагонов и многое другое [2,4,5,6,7]. Все эти факторы в процессе движения отцепов могут либо усиливать, либо уменьшать качества бегунов.

Для того, чтобы в процессе скатывания отцепов исключить нагоны, бой вагонов и обеспечить их следование не только по заданному маршруту на сортировочный путь, но и в заданную координату пути, для исключения «окон» и непревышения скорости соударения, на уклоне горки размещают тормозные средства. Они нужны для регулирования скорости движения отцепов путем уменьшения «излишней» кинетической энергии притормаживанием тех, которые едут быстро.

Управление тормозными позициями, которые оборудуются специальными замедлителями, производящими работу по снижению кинетической энергии отцепов, осуществляется дистанционно оператором горки с горочного поста либо автоматически системами автоматического регулирования скорости (АРС, УУПТ). Тормозные позиции располагаются в ряде локальных зон спускной части горки (дискретных точках), а не покрывая всю длину путей. Это означает, что притормозив отцеп в зоне тормозной позиции, надо хорошо прогнозировать его движение до следующей тормозной зоны и так далее до сортировочного пути.

Задача эта весьма сложная, намного сложнее управления маршрутами движения, поскольку требует знаний не только методов управления торможением, но и объекта управления, каковым является отцеп, в условиях действия множества случайных факторов [9,10,12,13].

Опыт эксплуатации систем автоматического регулирования скорости (АРС) движения отцепов свидетельствует о том, что качественное регулирование скорости вагонов на сортировочных горках должно обеспечивать хорошее прогнозирование динамики движения подвижных единиц, поскольку большую часть пути отцепы скатываются вне зон управления ими.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.
6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.
7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.
8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.
9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.
10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.
11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.
12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.
13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.
14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

ЗОНЫ ДЕЙСТВИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОДСИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Кравченко В.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Основные технологические операции, управление которыми автоматизируется и механизируется при расформировании/формировании составов, и рекомендуемые зоны действия функциональных подсистем управления представлены на рисунке 1.

По выполняемым функциональным задачам выделяют следующие системы управления технологическими процессами сортировочных станций [1,3,8,11,14]:

– системы электрической централизации парка прибытия (АРМ ЭЦ-ЭЦ ПП);

– системы управления скоростью скатывания отцепов (АРСУУПТ);

– устройства динамического контроля и идентификации вагонов на путях парка прибытия (УДК-ПП);

– горочная автоматическая сигнализация с передачей информации по радиоканалу и телеуправлением горочных локомотивов (ГАЛС Р);

– горочная автоматическая централизация, обеспечивающая за данные маршруты движения отцепов (ГАЦ МН—АРМ ГАЦ);

– оперативно-диспетчерское управление (пульт управления взамен ПГУ 65) сортировочной горкой (КТС—ОДУ—СГ);

– контрольно-диагностический комплекс, обеспечивающий контроль функционирования технических средств механизации и автоматизации и их диагностику с прогнозированием предотказных ситуаций (КДК);

– комплексная система автоматизированного управления компрессорной станцией (КСАУ КС);

– горочная АЛС для управления маневровыми локомотива ми в процессе формирования составов (ГАЛС Р);

– система централизации парка отправления и района формирования (ЭЦ ПО-АРМ ЭЦ);

– устройства динамического контроля дислокации и идентификации вагонов в парке отправления и районе формирования (УДК ПО-РФ).

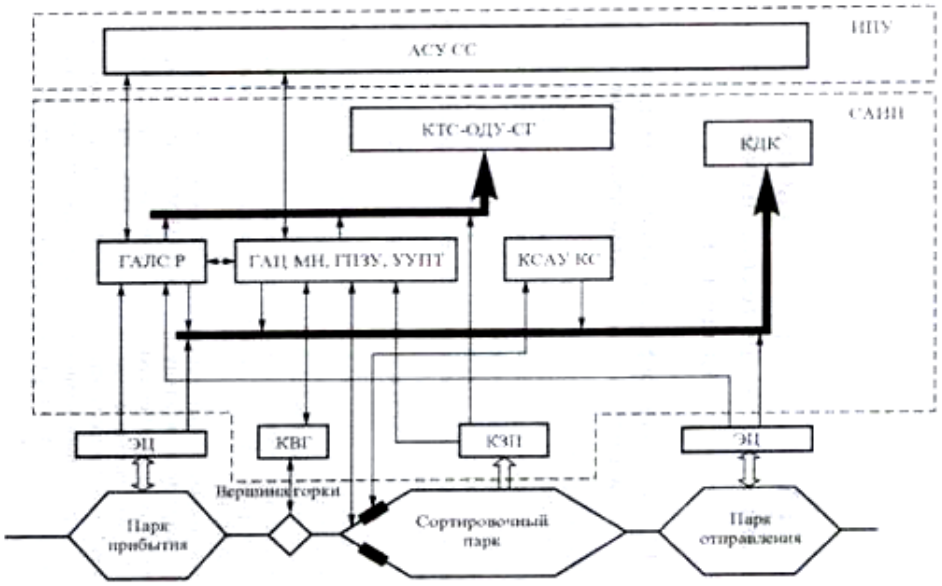


Рисунок 1 – Зона действия подсистемы горочной автоматики

Помимо перечисленных подсистем сортировочные станции оборудуются устройствами идентификации входного и выходного вагонопотока (техническое зрение); устройствами закрепления прибывающих и отправляемых составов; устройствами динамического контроля и управления устройствами закрепления.

Оснащение подсистемами сортировочных станций и горок определяет их уровень автоматизации. Достаточно отметить, что в наибольшей степени автоматизированы функции управления маршрутами движения (до 75 %); одновременно автоматизированы функции управления маршрутами и скоростью скатывания (до 20 %); одновременно автоматизированы три функции, включая управление маршрутами, скоростью скатывания, надвига и роспуска (до 5 %). Следует отметить, что начиная с 2000 г. на сортировочных станциях сети железных дорог началось коренное перевооружение технических средств и

технологии управления на базе широкого внедрения современной микропроцессорной техники [2,4,5,6,7].

Системы ГАЦ, БГАЦ, ГАЦ-КР, широко эксплуатируемые с 70—80 гг. прошлого столетия, морально и физически устарели, не выпускаются и не проектируются. К существенным недостаткам этих систем по функциональному уровню следует отнести отсутствие функций контроля и диагностики функционирования, низкий уровень интеграции с другими системами, низкая надежность и малая информативность, большие эксплуатационные расходы на ремонт, обслуживание. Более того, базовыми техническими средствами напольного содержания названных систем являлись весьма ненадежные рельсовые цепи, которым в современных системах найдены альтернативные решения.

Накоплен большой опыт создания и эксплуатации систем автоматизации скорости скатывания отцепов на сортировочных горках, систем, относящихся к категории ответственных и реализующих наиболее сложные функции из всех перечисленных выше технологических операций. На смену широко известным системам АРС, таким, как АРС ЦНИИ, АРС ГТСС, АСУ РСГ, КГМ РИИЖТ и их модификациям приходят адаптивные системы управления торможением — УУПТ.

Современный этап характеризуется созданием новых технических средств напольного содержания, характеризующихся широкими функциональными возможностями: высокой эксплуатационной надежностью, возможностью простой интеграции с новейшими средствами вычислительной техники, путевыми датчиками (радиотехнический датчик, тензометрический весомер, индуктивные и индуктивно-проводные датчики) [9,10,12,13]. Появились новые тормозные средства, которые привели к использованию современных компрессорных установок винтового типа с современными устройствами встроенной автоматизации и т.п.

Реализуются новые функциональные задачи, связанные с комплексной диагностикой технических средств и систем, включая самотестирование и диагностику устройств на автономном уровне с прогнозированием предотказных состояний.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и

техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ЗАЩИТЫ СТРЕЛОК ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ПЕРЕВОДА

Кузнецов Д.С.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Широко употребляемые термины «дублирование» и «резервирование» технических средств несут совершенно иную смысловую нагрузку, в отличие от термина «комплексирование». Дублирование предполагает использование двух или нескольких технических средств, решающих одну функциональную задачу и работающих параллельно, т. е. одновременно. Резервирование предполагает решение той же задачи, но в наличии от дублирования в функциональную работу включаются не все технические средства. Часть из них находится в режиме ожидания и подключаются при выходе из строя работающего устройства. При этом методы дублирования и резервирования не накладывают ограничений на подбор используемых технических средств по принципам их реализации [1,3,4,8,9].

Метод комплексирования технических средств основывается на определенных предпосылках (критериях).

В качестве комплексируемых устройств (датчиков) могут использоваться одновременно два и более технических средства, работающих параллельно (дублирование) и решающих одну и ту же задачу обнаружения либо измерения, но подбор датчиков должен опираться на ниженазванные критерии.

1. измерение окружающих внешних условий оказывает на характеристики комплексируемых устройств различное (в идеале противоположное) воздействие.
2. один датчик имеет большой диапазон измерения зоны обнаружения, но обладает невысокой достоверностью, а второй (или другие) – меньший диапазон и более высокую точность.
3. Один датчик осуществляет непрерывное измерение или обнаружение, а другие производят точные измерения, либо обнаруживают объект с высокой достоверностью в дискретных точках или в дискретные моменты времени.
4. Один датчик обладает высокой точностью обнаружения (измерения) объектов, находящихся в статическом состоянии при плохих динамических характеристиках, а другой (другие), наоборот, имеет хорошие динамические характеристики при низких характеристиках для статических либо малоподвижных объектов.

Структурные связи между датчиками устанавливаются так, чтобы положительные качества датчиков дополняли друг друга, а отрицательные компенсировались.

Таким образом, комплексирование предполагает структурную избыточность устройства, решающего заданную задачу. В частности, в целях защиты от перевода стрелки под вагонами комплексирование предполагает использование двух или большего числа датчиков, в совокупности удовлетворяющих вышеназванным критериям.

Эффективность комплексирования защиты стрелок от несанкционированного перевода состоит в оптимизации следующих решений:

- Минимизация количества используемых информационно-измерительных датчиков;
- Максимизация вероятности правильности правильного обнаружения и минимизация вероятности пропуска и ложной тревоги;
- Максимизация используемых функциональных возможностей комплексируемых датчиков для автоматизации управления роспуском вагонов (повышение безопасности роспуска, использование избыточной информации для реализации резервных алгоритмов управления роспуском в нештатных ситуациях и т. п.).

В общем случае, как было отмечено выше, комплексирование защиты от перевода стрелок под вагонами может быть показано схемой, представляющей n-канальный обнаружитель (рисунок 1). Здесь, к примеру, отображен набор датчиков обнаружения, включая рельсовую цепь (РЦ), радиотехнический датчик (РТД-С), индуктивный датчик (ПБМ), нагруженные на исполнительные реле (ИР) [2,5,11,14].

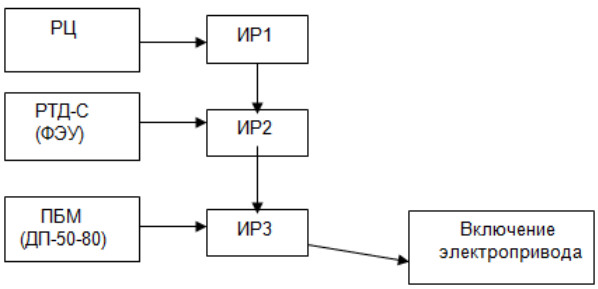


Рисунок 1 - Структурная схема комплексирования

Следует отметить, что наращиванием числа каналов обнаружения можно добиться сколь угодно высокой достоверности обнаружения, сведя к минимуму вероятность пропуска $P_{пр}$. Однако при этом неизбежно увеличение вероятности ложной тревоги $P_{лт}$. Тем не менее,

имея в виду важность решаемой задачи, по предотвращению перевода стрелок под вагонами, риск ошибки, связанной с пропуском, должен быть минимизирован, как приводящий к снижению безопасности движения [6,7,10,12,13].

В настоящее время на сети железных дорог для защиты от перевода стрелок под вагонами в разных сочетаниях эксплуатируется достаточно большое количество устройств. Среди них: рельсовая цепь, как правило нормально разомкнутая, путевые бесконтактные датчики двух типов – педаль магнитная типа ПБМ-56 (ДМ 88) без источника питания и датчик путевой типа ДП-50-80 с преобразователем сигнала ПСДП-50-81, а также радиотехнический датчик РТД-С, используемый взамен фотоэлектрического датчика ФЭУ.

Создан новый тип датчика – индуктивно-проводной (ИПД). На разных стадиях разработки в различных организациях создаются датчики, использующие акустические принципы обнаружения и принципы рельсовой локализации. Однако последние типы датчиков в настоящее время в виду несовершенности разработок не следует относить к числу альтернативных, прошедших этап опытной эксплуатации либо находящихся в постоянной эксплуатации.

Таким образом, сегодня и на ближайшие годы в качестве реальных технических средств, обеспечивающих защиту от перевода стрелок под вагонами, рассматриваются: рельсовая цепь (РЦ), датчики педального типа, радиотехнический датчик (РТД-С), фотоэлектрический датчик (ФЭУ) и индуктивно-проводной датчик (ИПД), датчика счета осей (индуктивные).

Из этого перечня датчиков ФЭУ снят с производства и повсеместно заменяется на РТД-С. Наиболее распространенными, традиционными устройствами защиты стрелок до настоящего времени еще остаются РЦ, хотя они обладают существенными недостатками, к тому же функционально не обеспечивают контроль прохода длиннобазных вагонов. Более того, применение нормально разомкнутых РЦ не обеспечивает контроль работоспособности, что не отвечает требованиям обеспечения безопасности.

Лишь дополнение РЦ радиотехническими датчиками РТД-С или другими (например ИПД) обеспечивает полный контроль занятости стрелочных участков при проходе вагонов любого типа. Кроме того, РТД-С позволяет производить непрерывный контроль его работоспособности даже в случае отсутствия вагонов на стрелочном участке. Дополнительно к РЦ и РТД-С горочные стрелки могут оборудоваться педальными датчиками индуктивного типа.

Каждый из датчиков работает на свое исполнительное реле (ИР), а контакты исполнительных реле, включенных в одну цепь по схеме «И», управляют подачей напряжения управления для включения электродвигателя стрелочного привода. Ряд горочных стрелок оснащается комплектом из двух педальных датчиков.

Анализ функционирования действующей схемы комплексирования защиты стрелок от перевода показывает:

- РТД-С обеспечивает защиту от перевода стрелок при проходе любого типа вагонов, а так же обеспечивает контроль функционирования при отсутствии вагонов на стрелочном участке;
- РЦ даже в случае надежного обнаружения шунта колесных пар не обеспечивает обнаружения длиннобазных вагонов, нормально разомкнутая РЦ не гарантирует контроль функционирования при отсутствии вагонов на стрелочном участке;
- Точечные датчики педального типа обеспечивают контроль за колесными парами в зоне, не превышающей 0,5-0,7 м. Использование медленнодействующих исполнительных реле искусственно увеличивают зону контроля. Наряду с этим, датчики педального типа не гарантируют непрерывного контроля работоспособности.

Таким образом, с позиции комплексирования использование двух датчиков – РЦ и педального малоэффективно, поскольку ни один из них не обеспечивает контроль работоспособности и прохода длиннобазных вагонов.

Из перечисленных типов датчиков, рекомендованных для эксплуатации в качестве комплексируемых при защите стрелок от несанкционированного перевода, приняты РТД-С и ИПД. В ряде случае в вариации этих датчиков включают индуктивные датчики счета осей, используемые для идентификации отцепов.

Наибольший эффект по достоверности обнаружения и живучести достигается путем оптимального комплексирования датчиков, базирующихся на разных физических принципах действия.

В качестве примера комплексирования на рисунке 2 показано использование РТД-С и ИПД, рекомендованных к эксплуатации в соответствии с эксплуатационно-техническими требованиями к горочным устройствам автоматизации.

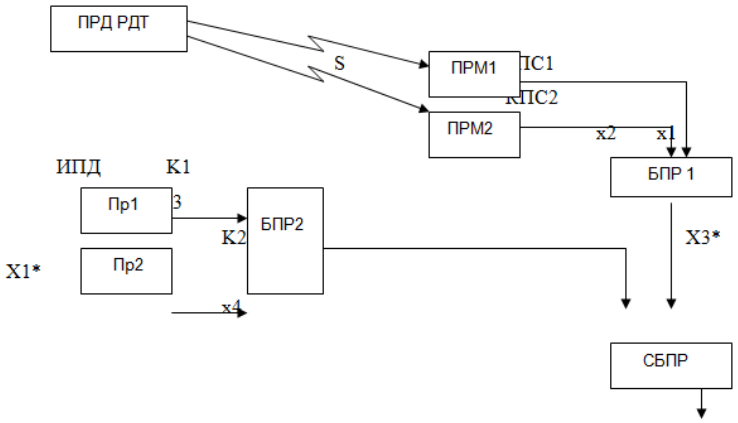


Рисунок 2 – Комплексирование горочных обнаружителей вагонов

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.
8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.
9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.
10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.
11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.
12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.
13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.
14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

КОНТРОЛЛЕР ВЕРШИНЫ ГОРКИ КВГ

Машин В.И.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Контроллер вершины горки (рисунок 1) перед роспуском состава по специальному каналу передачи информации через модем 8 получает из УВК ГАЦ МН в электронном виде сведения сортировочного листка с указанием пути надвига и участка контроля расцепа. По получении этой информации КВГ транслирует информацию о количестве вагонов в первых трех отцепах расформируемого состава на указатель количества вагонов (УКВ). Одновременно контроллер рассчитывает скорость надвига и управляет в соответствии с этим горочного светофора. При расчете скорости роспуска производится предварительное моделирование скатывания отцепов, характеристик маршрутов движения и заполнения соответствующих путей сортировочного парка, а также прогнозируемых скоростных режимов движения отцепов и динамических возможностей локомотива при реальном весе состава [1-4].

В процессе роспуска КВГ контролирует процесс надвига, расцепа и скатывания отцепов на начальном этапе их автономного движения на верхнем участке сортировочной горки. Для этого используются напольные устройства: радиолокационные датчики скорости

РИС В3М, точечные индуктивные датчики счета осей (УСО) и радиотехнические датчики РТД-С.

Скоростемеры устанавливаются на путях надвига и спускной части горки вблизи вершины. Их пространственная ориентация такова, что диаграммы направленности антенн скоростемеров на путях надвига ориентированны в направлении движения надвигаемого состава, а скоростемеры спускной части горки – навстречу движения расцепляемых отцепов. Вся поступающая информация от напольных устройств направляется в терминальные платы контроллера и по согласующему стыку (RS-232 - RS-485) подается в промышленный компьютер *6*, оборудованный монитором и клавиатурой *7*.

Контроль расцепа вагонов производится по критерию различия скоростей надвигаемого состава и скатывающегося состава, отделившегося от состава. Отцеп, начав атомное скатывание с вершины горки, вследствие уклона начинает увеличивать скорость движения [5,7,9-11]. Он как бы «убегает» от надвигаемого состава. При фиксации определенного различия скоростей двух скоростемеров контроллером это регистрируется как момент расцепа вагонов.

Далее факт правильности произведенного расцепа подтверждается, чтобы в дальнейшем реализовать адресный маршрут движения именно этого отцепа. Критерием правильности служит соответствие количественного показателя числа вагонов в отцепе и данным на него сортировочном листке. С этой целью устанавливают два комплекта датчиков счета осей Д1 и Д2, которые позволяют идентифицировать скатываемый отцеп по количеству в нем осей, вагонов и радиотехнический датчик РТД-С, регистрирующий отцеп как одну цельную транспортную единицу. Зафиксированные данные по количеству осей в отцепе (описатель отцепа) в дальнейшем используются в УВК ГАЦ для контроля и отслеживания перемещения отцепа по заданному маршруту вплоть до сортировочного пути, после чего эта информация стирается из оперативной памяти данного роспуска.

Идентификация отцепа начинается с момента регистрации радиотехническим датчиком появления в контролируемой зоне вершины очередного отцепа. Регистрация датчиком расцепа ведется по тому же критерию, что и при контроле занятости стрелочного участка. Существенным критерием является пространственная настройка (юстировка) антенн модулей передатчика и приемников, ориентированная на различие отцепов, если между их сцепками есть разрыв более 0,6 м [6,8,12-14].

С момента как бы вторичной регистрации расцепа датчиками счета осей Д1 и Д2 поочередно, по мере передвижения вагонов. Причем конструктивно каждый из датчиков выполняет те же функциональные задачи, что и пара педальных датчиков, рассмотренных ранее, при описании их работы в УКГЗ, т. е. каждый из датчиков последовательно считывает количество въехавших на него осей тележки и выехавших. Эта информация о количестве осей передается в контроллер КВГ, где вычисляется количество вагонов в проезжающем отцепе.

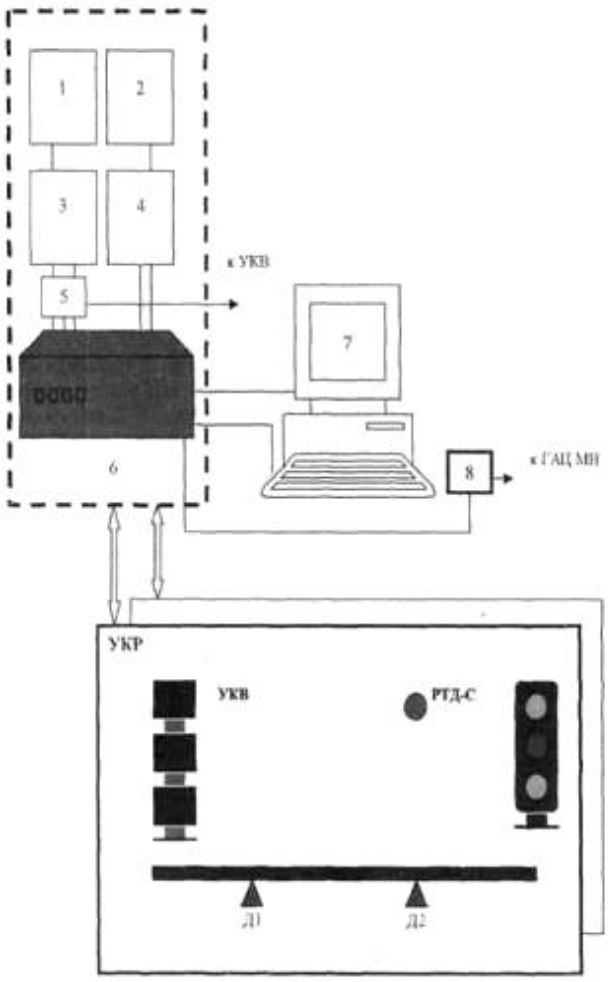


Рис. 4.14. Структурная схема КВГ

Рисунок 1 – Структурная схема КВГ

После проезда расцепленным отцепом зоны контроля, что регистрируется радиотехническим датчиком, в контроллере вершины идентифицируются полученные данные об отцепе и зафиксированные по данным сортировочного листка. При их полной идентификации КВГ подает команду на указатель количества вагонов о замене информации о количестве вагонов в очередном отцепе. Одновременно при проходе каждого вагона по участку контроля расцепа в УВК ГАЦ МН передается информация о количестве осей в отцепе. Создается банк данных, описывающий каждый отцеп для дальнейшего контроля за его дальнейшим перемещением по маршруту.

По окончании роспуска КВГ гасит показания указателей вагонов и перекрывает горочный светофор.

При выявлении нештатных ситуаций, связанных с нерасцепом или неправильным расцепом вагонов контроллер КВГ передает информацию в УВК ГАЦ и роспуск останавливается. Программа роспуска приостанавливается, показания горочных светофоров меняются. Состав осаживается назад. Восстановление программы роспуска производится средствами АРМа ДСПГ, затем роспуск продолжается.

При регистрации интервала между отцепами, менее допустимого или при проявлении нештатного расцепа, система управления автоматически вносит коррективы в скорость роспуска, создавая условия для предотвращения повторной сцепки или остановки роспуска. В случае регистрации штатного расцепа происходит автоматическое считывание информации о количестве вагонов в трех очередных отцепах на указателях, установленных в зоне вершины горки. При непрерывном расцепе на указателе отцепов информация

отображается мигающей индикацией и одновременно транслируется на АРМ ДСПГ. Система допускает оперативную коррекцию программы роспуска с АРМа ДСПГ или перевод стрелки с горочного пульта управления, обеспечивая при этом регистрацию и документирование проведенной операции.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.
2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.
3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.
4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.
5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.
6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.
7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.
8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.
9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.
10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.
11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.
12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и

экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

КОНТРОЛЬ ЗАПОЛНЕНИЯ ПУТЕЙ НА БАЗЕ ИНДУКТИВНЫХ ПУТЕВЫХ ДАТЧИКОВ

Михина Ю.Ю
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Рассматриваемое устройство КЗП является попыткой расширить вопрос создания надежного комплекта КЗП, с использованием РЦ лишь в качестве линии передачи питающего напряжения.

Устройство КЗП, разработанное институтом Гипротранссигналсвязь включает: индуктивные путевые датчики ($ИД_i$); регулируемый источник питания (ИПР); сравнивающие устройства (СУ) и регистрирующий блок (РБ) (рисунок 1).

ИД устанавливаются вдоль сортировочного пути и присоединяются к рельсовой линии. Выходы каждого ИД соединяются попарно с двухвходовыми схемами сравнения. Регистрирующее устройство соединено с каждым СУ [1,10,14].

Рельсовая цепь в начале контролируемого сортировочного пути записывается от регулируемого источника питания, в конце контролируемого участка устанавливается перемычка.

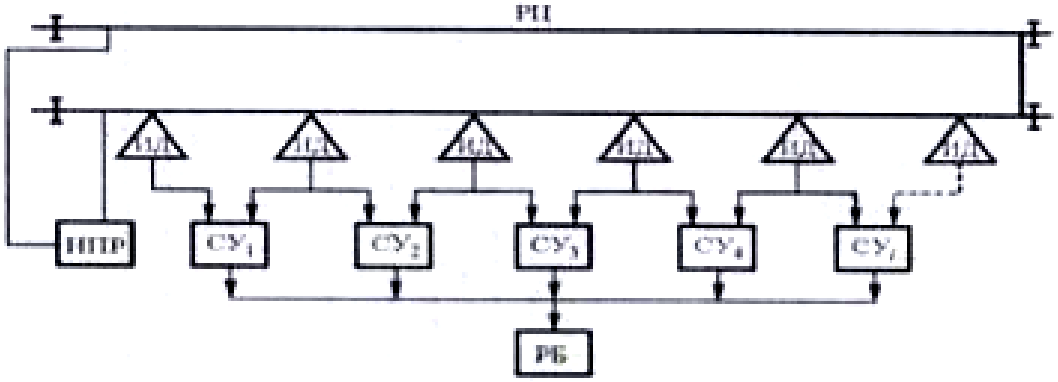


Рисунок 1 – КЗП нп ИД

Управляемый вход ИПР подключается к выходам СУ. Индуктивные датчики делят рельсовую цепь на элементарные участки, определяющие элемент разрешения КЗП.

При свободном контролируемом участке СП или нахождении колесной пары отцепа на последнем участке, регулируемый источник питания обеспечивает работу в режиме максимального тока, причем начальное значение этого тока выбирается достаточным для питания самых дальних ИД, что соответствует техническим условиям датчика. При появлении скатов отцепа на первом участке, в зоне действия датчиков ИД1, ИД2, сигналы с их выходов поступают в СУ и РБ [2-5]. Одновременно по цепи обратной связи с выходов, соответствующих СУ, управляющий сигнал о местонахождении отцепа поступает на

управляемый блок питания, последний уменьшает ток питания РЦ до номинальной величины, требуемой для запитки ИД1 и ИД2.

Основным преимуществом такого варианта построения КЗП по сравнению с аналогичными, использующими комбинированный контроль с помощью РЦ и индуктивных датчиков, является более низкое потребление электроэнергии, обусловленное наличием цепи регулирования источника питания [6-9].

Однако в такой схеме сохраняются известные недостатки устройств КЗП на РЦ. Очевидно, что на эффективности деятельности этой цепи будут сказываться и состояние балласта, и контактное сопротивление рельс-колесо [11-13].

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.
12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.
13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.
14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРИЦЕЛЬНЫМ ТОРМОЖЕНИЕМ УУПТ

Ожгибецов А.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Система прицельного торможения отцепов УУПТ входит в состав системы комплексной автоматизации процессов сортировочных горок. Она предназначена для автоматизации технологических процессов управления скоростью скатывания отцепов на сортировочных горках различной мощности и степени механизации, оборудованных дистанционным управлением вагонными замедлителями. Основой ее структурного построения является первая комплексная микропроцессорная децентрализованная система управления КГМ. Эта система заложила основы структурного и функционального построения децентрализованных комплексных микропроцессорных систем горочной автоматизации [1-3,11,14].

Согласно системе, сортировочная горка разбивается на ряд зон (контуров) автоматизации. В пределах каждой зоны решается законченная задача по контролю и управлению технологическим процессом, например, контроль отрыва отцепа от состава, подсчет осей и вагонов в отцепе, управление стрелкой, управление замедлителем и т.д.

Каждая из зон оборудуется определенным комплектом датчиков в соответствии с требованиями алгоритмов функционирования системы, а на горочном посту размещаются вычислительные и управляющие устройства, средства передачи и приема, преобразования, отображения и регистрации информации.

Ранее подробно была описана микропроцессорная система горочной автоматической централизации ГАЦ МН. Рассматриваемая система УУПТ, предназначенная для управления скоростью движения отцепов на тормозных позициях, на аппаратном и программном уровнях тесно увязана с ней. Несмотря на то, что зоной действия УУПТ являются тормозные позиции и участки сортировочных путей, оборудованные средствами КЗП, в системе постоянно используется информация, получаемая от напольных датчиков системы ГАЦ для отслеживания адреса и координаты конкретного отцепа [4,5,7,13].

На рисунке 1 показан фрагмент (модуль) управления одной тормозной позицией функциональной схемы УУПТ, являющийся общим и для других тормозных позиций. Такая модульность реализации системы УУПТ создает универсальность ее использования для автоматизации горок с различным числом тормозных позиций [5,6,12].

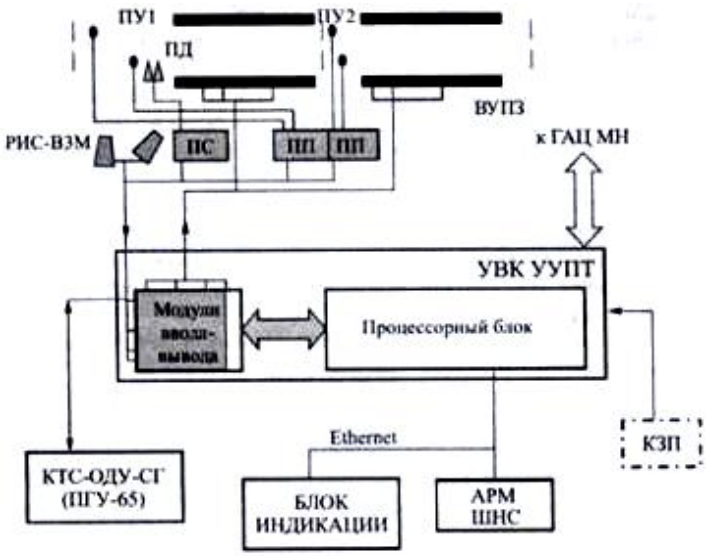


Рисунок 1 – Структурная схема УУПТ

В состав оборудования, размещаемого на горочном посту, входят: управляющий вычислительный комплекс УВК УУПТ, являющийся основным интеллектуальным устройством системы; блоки индикации БИ, дополняющие пульт горочный универсальный ПГУ-65; АРМ ШНС. В состав комплексной системы входит пульт оперативно-диспетчерского управления КТС-ОДУ-СГ сортировочной горки, включающий АРМы операторов горки и АРМ ДСПГ. В его отсутствие система увязывается с ПГУ-65 и БИ, заменяющими современный пульт.

УВК УУПТ включает процессорный блок, жесткий диск (HDD) памяти с записанным программным обеспечением, ориентированным на конкретный объект управления, гибкий диск, встроенный источник питания, источник бесперебойного питания, модули ввода-вывода сигналов.

Блоки индикации представляют собой специализированный компьютер с дисплеем, системным блоком и программируемой клавиатурой с кнопками. Они имеют клавиши управления каждым замедлителем.

В состав напольного оборудования системы входят:

• вагонные замедлители тормозных позиций с управляющей аппаратурой ВУПЗ-72, путевые участки ПУ1 и ПУ2, на которых установлены замедлители, оборудованные рельсовыми цепями с приемниками ПП;

• точечные датчики счета осей ПД, помещенные перед первым по направлению роспуска замедлителем;

• радиолокационные индикаторы скорости РИС-ВЗМ, устанавливаемые перед каждым замедлителем, и соответствующим образом юстированные. На измерительном участке скоростного уклона в районе вершины горки устанавливается тензометрический весомер, а пути сортировочного парка оборудуются устройствами КЗП.

УВК УУПТ имеет функциональную связь с УВК ГАЦ МН и через него с АСУ СС для использования предварительной информации о каждом распускаемом отцепе, а в процессе роспуска для отслеживания координаты перемещения их по маршруту. Следует заметить, что в микропроцессорных системах управления часто сложно разделить некоторые функции, одновременно реализуемые в одной системе и используемые в другой. В частности в системах ГАЦ МН и УУПТ используется общая память, информационные сигналы [6,8].

Загрузка программного пакета УУПТ регистрируется на мониторах АРМов индикацией о готовности системы к работе. В процессе работы в окне сообщений на мониторах АРМов постоянно в реальном масштабе времени обновляется и отображается информация о текущих процессах, связанных с управлением торможения отцепов [9,10,12].

Система УУПТ в процессе автоматического управления торможением отцепов реализует следующие функции:

• управление с центрального поста вагонными замедлителями, расположенными на I, II и III ТП, с целью обеспечения интервального и прицельного регулирования скоростями движения отцепов;

• регулирование скорости движения отцепов с помощью ТП с автоматической адаптацией к изменению внешних условий (температура воздуха, скорость и направление ветра, осадки и т.д.), а также характеристик замедлителей (мощность и инерционность);

• прогнозный расчет интервала допустимых скоростей выхода отцепа из ТП, задаваемый нижней и верхней границей, которые определяются технологическими ситуациями, возникающими в ходе роспуска и не допускающими нагонов и боя вагонов;

• непрерывное в процессе роспуска отслеживание пространственно-временной модели (текущие координаты отцепов) состояния подгорочного парка с выдачей на пульты оперативно-диспетчерского персонала информации о расположении отцепов на путях подгорочного парка, наличии межвагонных промежутков (окон) и текущем перемещении отцепов по каждому пути;

• контроль за изменением профиля каждого пути подгорочного парка в зоне действия системы КЗП;

• диагностирование устройств УВК и напольных горочных устройств;

• ведение протоколов роспуска по управлению вагонными замедлителями, а также, ручных вмешательств эксплуатационного персонала в ходе роспуска и их документирование;

• отображение всего технологического процесса, обеспечивающего возможность роспуска составов независимо от условий видимости отцепов.

Из сферы действия автоматического управления исключаются следующие типы подвижного состава: отцепы с разрядными грузами, отцепы с признаком «с горки не спускать», отцепы, требующие особой осторожности пропуска через горку в соответствии с перечнем, устанавливаемым ОАО «РЖД».

Все перечисленные функции выполняются согласно программному описанию каждой задачи. В основе реализации задач управления торможением заложены следующие положения. В УВК формируется банк нормативно-справочной информации о путевом развитии данной горки, включая план и профиль путей; параметрах вагонов, распускаемых с горки, включая их геометрию, осность вес (без груза); характеристиках тормозных средств (замедлителей); границах и координатах участков путей, где размещены путевые датчики, рельсовые цепи, и т.п.

Реальные данные о распускаемом составе, получаемые из сортировочного листка АСУ СС в автоматическом режиме, либо вводимые вручную оператором горки, поступают в банк данных системы, уточняются и служат для расчета массива прогнозируемых траекторий (моделей) скатывания каждого отцепа. При этом построение прогностических моделей, т.е. обоснованно ожидаемых, ориентировано как на участки свободного скатывания, так и на участки управляемого в тормозных позициях движения каждого отцепа по своему маршруту. На этом этапе внутрисистемного моделирования учитывается и последовательность попутно скатывающихся отцепов по качествам бегунов (хорошие, плохие).

Использование предварительных расчетов режимов движения отцепов с последующей их корректировкой в системе предусмотрено с целью оперативного выбора решений в процессе управления быстротекущими процессами при скатывании вагонов.

Непосредственно перед приближением отцепов к тормозным позициям УВК системы адресно, т.е. для конкретного отцепа решает несколько главных задач.

1. На базе банка справочных и оперативных данных решается задача расчета скоростей выхода каждого отцепа для каждой тормозной позиции.

Эта задача включает в себя подбор в банке данных системы исходной информации по отцепу для предварительного расчета траектории его скатывания. С появлением уточненных

данных по результатам его скатывания по измерительному участку другим участкам пути до первой ТП данные об отцепе уточняются, а прогнозируемая траектория его движения корректируется.

На их основании при подходе отцепа к ТП рассчитывается скорость, до которой он должен быть заторможен, по алгоритмам, изложенным в пункте 4.4.4.

Основными критериями при расчете скоростей выхода от цепов из I и II ТП является минимизация времени его движения между ТП и исключение нагонов отцепов на стрелочных участках и последующих ТП.

Отличие задачи расчета скорости выхода отцепа из парковой позиции состоит лишь в определении координаты прицеливания и не допущении превышения скорости соударения отцепов. Алгоритм, т.е. последовательность выполняемых операций расчета скорости выхода отцепов из ТП описан в пункте.4.4.

2. Вторая, главная задача, решаемая УВК УУПТ, связана с выбором решений по управлению замедлителями ТП. Здесь реализуются алгоритмы плавного торможения отцепов до заданной, расчетной скорости. Последовательность действий программных и аппаратных средств системы, рассчитывающих и реализующих такой режим торможения также изложен в пункте 4.4. Этот процесс включает как операции торможения, так и адаптивного торможения.

3. После проведенных операций по торможению на системном уровне контролируются их последствия. В частности, для парковой ТП при получении информации от системы контроля заполнения путей о координате остановки отцепа (доехал ли он до назначенной точки или нет) вносятся коррективы в управление на последующих шагах управления.

Попутно в процессе управления скоростью движения отцепов, информация от напольных датчиков и исполнительных устройств поступает в УВК системы, протоколируется и диагностируется на предмет выявления предотказных состояний.

В системе предусмотрены алгоритмы управления движением отцепов и для случаев внезапных отказов (аварийные ситуации) каких-либо технических средств. Так, если отказывает скоростемер, основной источник данных о скорости движения вагонов, то в системе предусмотрено использование аналогичной информации от датчиков счета осей, либо рельсовых цепей. При отказе датчика счета осей информацию о местоположении отцепа получают от других датчиков. Эти варианты, предусматривающие так называемые реконфигурированные алгоритмы управления, используются в аварийных ситуациях, когда вагоны уже скатываются с горки и остановить их практически невозможно. Одновременно при возникновении аварийных ситуаций на АРМах операторов горки и дежурного появляется информация об аварийной ситуации и полается звуковая индикация. Оператор либо останавливает роспуск, либо переводит управление в ручной режим с горочного пульта.

По окончании роспуска в АСУ СС передается информация об окончании накопления составов на путях подгорочного парка.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк

2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

ОБЗОР СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКИХ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЙ

Качуровский М.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Современные системы ДЦ способны увязываться увязке практически со всеми системами ЖАТ(МПЦ, РПЦ, автоблокировки, СТДМ).

Системы ДЦ способны формировать на контролируемых пунктах диагностические информационные блоки, которые отправляются на центральный пост ДЦ и в систему технической диагностики и мониторинга (СТДМ). Полученная в СТДМ информация позволяет анализировать работу системы в условиях отсутствия связи в тракте ДЦ.

Из систем СТДМ в ДЦ возможно передавать дискретные диагностические сигналы, которые определяют выход за регламентные границы напряжения на путевом реле, на фазах питающих фидеров и др. С помощью сигналов с систем СТДМ возможно обнаружить отказ в работе устройств ЖАТ (отклонения параметров работы приборов, превышение нормативного тока и нормативного времени перевода стрелки, ухудшение контакта нулевого провода с землёй, отключение фаз питания или фидера и др.)

Расширение функций системы связано с возможностью идентификации подвижных единиц с помощью информации из систем ГИД и последующего отображения номера поезда на схемах АРМ поездного диспетчера (ДНЦ) [1,3,8,11,14]. По запросу ДНЦ можно получить информацию о длине поезда, негабаритности, весе, разрядности, номере, серии локомотива и др.

Наглядное представление поездной модели в АРМ ДНЦ разгружает оперативный персонал и позволяет минимизировать технологические ошибки управления перевозочным процессом.

Технология координатного контроля местоположения объектов на основе данных спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS, разработанная в ОАО «НИИАС», передаёт информацию о дислокации и идентификации поезда и локомотива, а так же данные с аппаратуры КЛУБ-У. Эти данные используются в современных системах ДЦ для оповещения ДНЦ о нажатии тревожной кнопки машинистом, фактической скорости локомотива и др.

По состоянию на 01.01.2015 общее количество диспетчерских участков на сети железных России составляет 350. Системами диспетчерской централизации оборудовано 257 участков, что составляет более 80% от общего количества[2,4,5,6,7].

Всего в диспетчерскую централизацию включено более 3000 станций из общего количества (более 5300 станций).

Из них современными линейными пунктами микропроцессорных систем ДЦ («Сетунь», «Тракт», «Юг», «Юг на базе РКП», «Диалог», ДЦ МПК) оборудованы – около 65% (около 2000 станций).

Более 1000 станций, включенных в диспетчерскую централизацию, оборудованы линейными пунктами устаревших релейных систем (Нева, Луч, Минск, ЧДЦ, ПЧДЦ, ЧДЦ-66) [4].

На рисунке 1 приведена статистика количества станций с диспетчерской централизацией на железных дорогах ОАО «РЖД».

На основе анализа систем ДЦ определили основные тенденции развития:

1.Создание региональных центров управления движением поездов;

2.Развитие систем, которые выдают поездному диспетчеру рекомендации по организации движения поездов;

3.Создание распределённых систем с децентрализованными функциями управления по формуле –«интеллектуальный центр» - «интеллектуальные терминалы» - «интеллектуальные поезда»;

4. Использование в качестве каналов связи волоконно-оптических линий;

5.Расширение функций систем ДЦ и превращение их в информационно-управляющие системы.

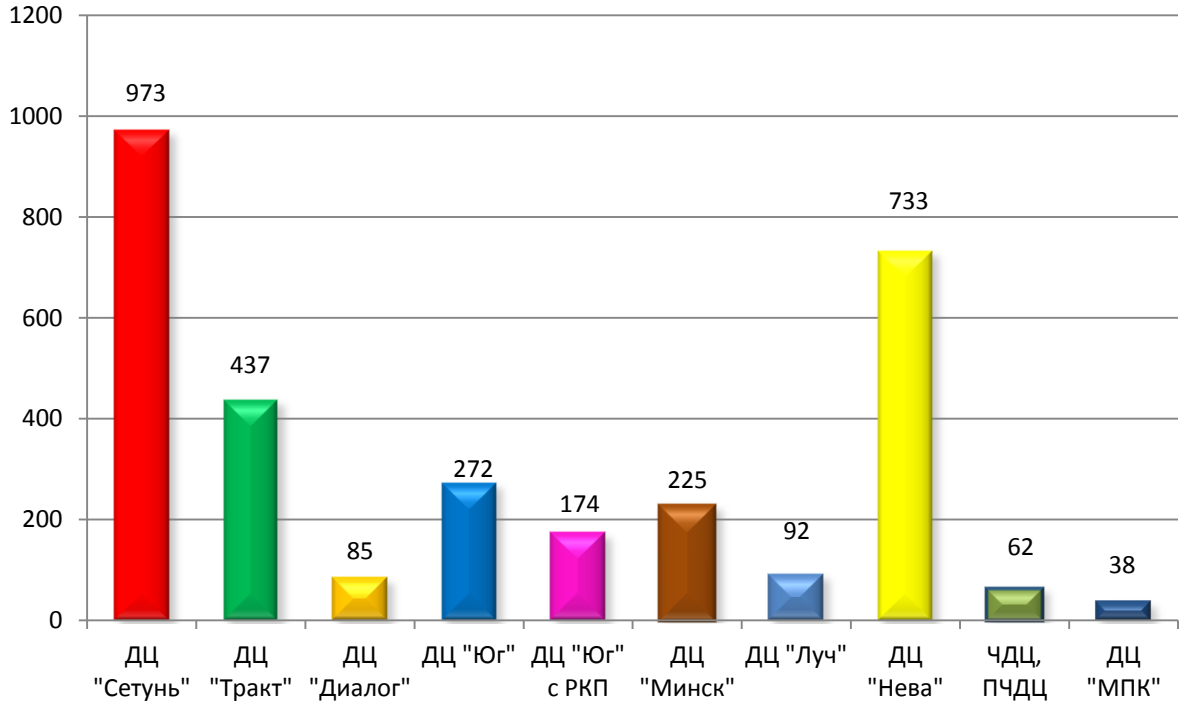


Рисунок 1 – Количество станций с системами ДЦ

Одним из зарубежных разработок систем ДЦ является система компании Alstom Signaling.

Конструкция ДЦ основана на распределённой архитектуре и применяет отраслевой стандарт, включает в свой состав аппаратные и программные средства. Достоинствами системы является её гибкость, модульность и экономическая эффективность [9,10,12,13].

Благодаря использованию гибких подходов и применение модульности, открытых систем программного обеспечения и оборудования, система охватывает широкий спектр системных и возможностей. Построение системы также позволяет легко наращивать функциональные решения.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА,

ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ АБТЦ-М

Пилюгина Н.П.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Система АБТЦ-М (автоматической блокировки с тональными рельсовыми цепямис централизованным размещением аппаратуры) всецело строиться на микропроцессорной базе, что позволяет формировать и обрабатывать ТРЦ сигналы посредством цифровой основы, тем самым, исключая релейные схемы. Программное адаптирование позволяет

решить различные задачи интервального регулирования и обеспечить высокий уровень безопасности на перегонах при движении поездов.

Данная система подходит для оснащения однопутных, двухпутных и многопутных участков железных дорог с различными вариантами тяги. Аппаратная часть системы АБТЦ-М централизованно устанавливают на постах ЭЦ станция, которые ограничивают перегон, а также в шкафах, путевых и трансформаторных ящиках на перегоне. Если расстояние между станциями более 24 км, то дополнительно размещают аппаратуру в специализированных транспортабельных контейнерных модулях.

Для питания системы используется источники электроснабжения в зависимости от комплектации системы. Во-первых, составные части, которые находятся на станции, функционируют за счет типовых панелей питания с выходным значением 220 В переменного тока частотой 50 Гц и постоянного тока 24 В. Во-вторых, резервное энергообеспечение от аккумуляторов с напряжением 24 В постоянного тока.[1,2,4]

Посредством системы реализуется двухстороннее движение поездов по всем путям перегона. На однопутных и двухпутных перегонах АБТЦ-М позволяет проводить регулирование движения без проходных светофоров при помощи данных локомотивных светофоров АЛС.

Микропроцессорная система позволяет организовать централизованное управление объектами на перегоне с интегрированием в единый комплекс технологического функционала автоблокировки, возможности связи с объектом и оперативно-техническим персоналом по станции – АРМ ДСП-АБ и электромехаником СЦБ – АРМ ШН.

Рельсовые цепи позволяют контролировать состояние пути межстанционного перегона с дифференцированием контроля для каждой отдельно взятой рельсовой цепи. Помимо этого, обеспечивать безопасную работу при разном виде тяги, централизованном энергоснабжении пассажирских вагонов и при любом варианте управления тягового тока электроподвижного состава. В случае асимметрии тяги позволяет контролировать работу в пределах нормы, а при нарушении стандартов – не допускает нарушение режима безопасности. При данной системе возможна реализация нормального, шунтового и контрольного режима работы без вспомогательного регулирования при смене изоляционного сопротивления балласта от 0.8 Ом/км до 50 Ом/км и дроссель-трансформаторов с междупутными перемычками для стабилизации тягового тока. АБТЦ-М реализует защиту аппаратной составляющей от воздействия тока тяги, гроз и других сторонних помех.

АБТЦ-М – это комплект оборудования, посредством которого формируются необходимые структуры, основной задачей которых является решение проблемных ситуация интервального регулирования и поддержание режима безопасности на перегоне. Также посредством системы производится контролирование следования, создание и коммуникация кодов АЛСН и/или АЛС–ЕН навстречу поезду с помощью рельсовой линии и сообщение информации на локомотив благодаря цифровому радиоканалу. [3,5-9]

Помимо этого, функционал АБТЦ-М позволяет производить координацию работы устройств автоматической переездной сигнализации и следить за их состоянием, взаимодействовать с аппаратурой ЭЦ, ДЦ, осуществлять смену направления движения в пределах перегона (при его полном освобождении), изменять направление посредством вспомогательного режима при неверном отображении занятости рельсовой цепи (при участии двух дежурных или диспетчера поезда), обеспечивать соблюдение безопасного режима в случае отказов в блоках, диагностировать устройства с использование индикации и незамедлительно оповещать персонал о сбоях или отказах микропроцессорных блоков с занесение данных в протокольный архив.

АБТЦ-М представляет собой систему из трех уровней, которые сообщаются между собой каналами передачи. Связь осуществляется последовательно, то есть верхний – со средним, а средний – с нижним. Междууровневые интерфейсы, которые выполнены по спецификации CAN, изолированы друг от друга. Это обусловлено разным функционалом и мерами безопасности. [10-14]

На верхнем уровне происходит взаимодействие с другими системами управления и контроля движения поездов, а также информирование о текущем состоянии перегона и режиме функционирования системы. Помимо этого, на данном уровне происходит получение команд управления, которые поступают от дежурного по станции. Непосредственно аппарат располагается в помещении дежурного.

Следующий, средний уровень, отвечает за логическую обработку данных о состоянии, которые поступают с нижнего уровня, и команд управления, полученных с верхнего уровня. Информация переформировывается в управляющие команды для устройств нижнего уровня, а для верхнего уровня - в информационные данные. Аппаратура данного уровня размещается в контейнерном модуле или релейном помещении поста ЭЦ.

Сбор и обработка данных от датчиков с путей и других систем осуществляется посредством нижнего уровня АБТЦ-М. Также этот структурный элемент осуществляет передачу полученной информации на средний уровень и исполнение (трансляция)команд управления с верхнего. Расположение аппаратуры нижнего уровня идентично среднему уровню, однако, датчики и перегонные устройства помещают в трансформаторные ящики, релейные шкафы или помещения дежурного по переезду.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта,

промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ ОТЦЕПОВ

Прусакова С.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Часто движение отцепов на спускной части горки рассматривается практически как идеализированное движение по наклонной поверхности, не имеющей неоднородностей. В связи с тем, что на любом этапе торможения отцепов (на I, II или III тормозных позициях) решается задача прогнозирования дальнейшего их движения, немаловажным условием является реализация такой стратегии торможения, при осуществлении которой обеспечивалась бы хорошая предсказуемость дальнейшего движения.

На самом деле любой вагон представляет собой механическое транспортное средство, на движение которого весьма существенно оказывают влияние инерционные силы. Рассматривается движение тел по гладкой наклонной плоскости с постоянным уклоном, причем действие инерционных сил не учитывается. Рассматривается динамически установившееся движение транспортных средств:

$$F_{рез} = F - R = Q(i - w_o)\ 10^{-3}$$

где F – движущая сила, действующая на вагон; R – сила сопротивления движения вагона; Q – сила тяжести вагона; w_o – общее удельное сопротивление движения вагона; $w_o = w_{осн} + w_{доп;}$ $w_{осн}$ – основное удельное сопротивление движению; $w_{доп}$ - дополнительное удельное сопротивление движению; I – уклон участка движения вагона [1-3].

Основное сопротивление движению действует постоянно при скатывании вагона и вызывается следующими факторами: трением между колесами и рельсами, сопротивлением движению со стороны пути $w_п$ (просадка пути, сужение колеи, наличие стыков и пр.). трение осей в буксах $w_{тр}$ зависит от качества смазки и типа подшипника, от температуры. При роликовых подшипниках вместо трения скольжения в шейках осей возникает трение качения $w_к$. Природа возникновения трения качения связана с тем, что при перемещении колеса по

рельсу оно вдавливаясь в рельс как бы гонит перед собой упругую волну на его головке. Такая же волна, но меньшая по величине, следует за колесом. Это приводит к появлению сил сопротивления движению колесных пар вагона, действующих постоянно [4-8]. Одновременно при движении вагона наблюдается проскальзывание колеса относительно рельса вследствие конической поверхности качения колес, неравенства их диаметров в одной и той же колесной паре, неточной сборки колесных пар и виляния вагонов $w_{ск}$. Таким образом, основное удельное сопротивление движению может быть представлено в виде суммы трех составляющих:

$$w_{осн} = w_{тр}+(w_к+w_{ск})+w_n= w_{тр}+w_{кс}+w_n$$

Дополнительное сопротивление появляется при воздействии на движение вагона внешней среды $w_{ср}$ (ветра, воздуха), а также при следовании вагона по неоднородностям пути, кривым $w_{кр}$, стрелкам $w_{стр}$ и т. п.

Эта составляющая сопротивления также может быть представлена тремя слагаемыми:

$$w_{доп} = w_{ср}+ w_{стр}+w_{кр}$$

Действие всех перечисленных факторов в процессе движения вагонов практически и предопределяет то, что мы называем динамикой свободного скатывания. Значения всех этих составляющих удельного сопротивления движению примерно одного порядка и составляют величину около (0,1-0,5) Н/кН.

Уравнение движения транспортных средств может быть приведено к виду:

$$ma=mg_0(i – w_o)10^{-3}$$

Откуда

$$a= g_0(i – w_o)10^{-3} \quad (4.2)$$

где a – ускорение движения отцепа (вагона); g_0 – приведенное ускорение свободного падения вагона с учетом вращающихся масс, принимается равным 9,6 м/с^2.

По существу уравнение движения транспортных средств является основным для описания динамики движения вагонов в свободном скатывании и реализуемым при автоматизации управления их торможением.

Однако существенную сложность и непредсказуемость при использовании этого уравнения вызывает то, что все составляющие удельного сопротивления движению w_o, как и уклон участков пути движения, носят случайный характер. Попытки использовать среднестатистические значения составляющих w_o не принесли желаемого результата.

Очевидно, что на участках пути, где уклон по величине соизмерим с удельным сопротивлением, неопределенность использования уравнения движения транспортных средств становится все более очевидной при детермированном представлении w_o.Теперь понятно, что при управлении движением для снижения неопределенностей в случайном характере сопротивления движению, как и других факторов, включая сопротивление среды и уклон пути, необходимо ориентироваться на ускорение движения как интегральную оценку, вычисляемую по непосредственному измерению скорости движения вагона, согласно уравнению.

Более того, в процессе свободного скатывания отцепов с горки на их пути располагается множество неоднородностей (стыки, стрелочные зоны, переменный профиль т. п.), а также производится неоднократное регулирование скорости скатывания в тормозных позициях, что адекватно действию локальных зон с переменным профилем. В этих условиях

динамика движения вагона не в полной мере отражается установившимся режимом. Движение вагонов сопровождается действием инерционных сил.

Различают два основных режима движения отцепов: установившийся (стационарный) и неустановившийся (переходный) [9].

К первому режиму относят равномерное, равноускоренное или равнозамедленное движение, при котором действуют внешние постоянные или медленно изменяющиеся силы. В этом случае усилия в ударно-тяговых приборах определяются в основном указанными внешними силами (силами сопротивления движению, составляющими веса частей отцепа на уклоне и др.) и силами инерции отцепа, возникающими вследствие ускорений его как единого жесткого тела. Относительные перемещения масс вагонов в таком отцепе весьма малы и практически не влияют на силовые процессы.

Ко второму режиму относят переходный процесс разгона и торможения, резкое изменение параметров движения при торможении в замедлителях, а также при соударениях вагонов. В отмеченных случаях силы взаимодействия между вагонами отцепов определяются не только внешними силами, приложенными к отцепу, но и относительными скоростями движения отдельных вагонов, ударами между ними, деформациями упругих связей. Действующие при этом продольные силы существенно зависят от упруго-фрикционных свойств поглощающих аппаратов сцепных устройств и масс взаимодействующих вагонов. Этим и определяется ограничение по допустимой скорости соударения вагонов величиной 1,4 м/с (5 км/ч).

Плавное движение вагонов по пути с реальными неровностями обеспечивается благодаря системе рессорного подвешивания, состоящей из упругих элементов и гасителей колебаний. При движении вагона возникают собственные и вынужденные его колебания. Первые возникают в системе, выведенной из состояния равновесия какой – либо причиной и мгновенно освобожденной или выведенной из состояния покоя толчком. Такие колебания постепенно затухают. Вторые возникают и постоянно поддерживаются под действием какого-либо источника возмущения в течение определенного промежутка времени [10-13].

Таким образом, все эти колебания возникают при входе вагона на участок пути с неровностью, а связанные с ними процессы рассматриваются как переходные на участках с изолированной неровностью.

Именно переходный процесс колебаний кузова вагона после действия тормозной силы замедлителя предопределяет непредсказуемое или слабо прогнозируемое движение отцепа. Теоретический анализ динамики движения вагона в условиях случайного воздействия тормозящей силы в зависимости от ее величины и области приложения достаточно сложен и малоизучен. Практически важнее знать статистические характеристики всего комплекса амплитуд колебаний вагона либо его интервальную реакцию на динамику движения после и в процессе воздействия внешних сил.

Примечательно и то, за короткое время движения в пределах неровности возникшие собственные колебания не только не затухают, но и практически не успевают уменьшаться.

Таким образом, в процессе движения вагона он испытывает одновременно как собственные, так и вынужденные колебания, причем воздействия внешних факторов носят, как правило, не детермированный, а случайный характер (в том числе неровности пути) [14].

Под действием приложенных сил к отцепу, скатывающемуся под уклон на сортировочной горке, он движется с ускорением (торможением в замедлителе) a. В общем случае уравнение движения отцепов может быть записано в виде суммы сил, включая силы инерции:

$$H = a\sum km_i + \sum(Q_i w_i + B_{Ti})$$

где H – продольная сила, действующая при движении отцепа в режиме ускорения или замедления; a – ускорение торможения (разгона) отцепа; n – число вагонов в отцепе; k –

коэффициент, который учитывает долю увеличения кинетической энергии отцепа за счет вращения колесных пар:

$$k = 1 + (m_{кп}p^2)/(m_i r^2)$$

где $m_{кп}$ – масса колесных пар вагона; r,p – соответственно радиус круга качения колес и радиус инерции колесной пары; m, Q – соответственно масса и вес единицы подвижного состава; B_{Ti} – тормозные касательные силы вагонов.

Следует иметь в виду, что при трогании с места и при торможении направление действия инерционных сил противоположно направлению движения, а при движении они действуют в направлении движения.

Процесс неустановившегося движения может растянуться на десятки, а то и сотни метров, что приводит к тому, что отцеп, въезжающий на очередную тормозную позицию не будет находиться в состоянии стационарного движения. Это означает, что на очередном шаге торможения отцепа мы будем иметь дело с объектом управления, «отличным» от ожидаемого. А в случае прицельного торможения отцепа с парковой тормозной позиции непредсказуемость действия инерционных сил после торможения может привести к существенным погрешностям в прогнозировании координаты прицельного торможения системы динамического КЗП при линейной экстраполяции движения. Таким образом, чем меньше ускорение торможения отцепа в момент полного торможения замедлителя, тем быстрее завершается переходный процесс и наступает установившееся, хорошо прогнозируемое его движение и наоборот. Это указывает на необходимость реализации плавного (мягкого) торможения отцепов в замедлителях тормозных позиций.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.
2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.
3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.
4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.
5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.
6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.
7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.
9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.
10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.
11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.
12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.
13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.
14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ С ПОДВИЖНЫМИ БЛОК-УЧАСТКАМИ

Прилуцкая М.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

На перегонах применяется АЛС (автоматическая локомотивная сигнализация), специфичность которой заключается в том, что в ней не используются проходные светофоры и сигнальные знаки-указатели границ блок-участков. Категория «плавающий» («подвижный») блок-участок обозначает одну или несколько рельсовых цепей за хвостовой частью поезда, которые кодируется идентичным АЛС (автоматическая локомотивная сигнализация). Число рельсовых цепей, включенных в блок-участок, формируется в системе посредством вычислений в реальном времени с учетом координат, характеристик и типа поездов попутного движения. На рисунке 1 изображен пример построения описанной выше модели [1,3,5-9].

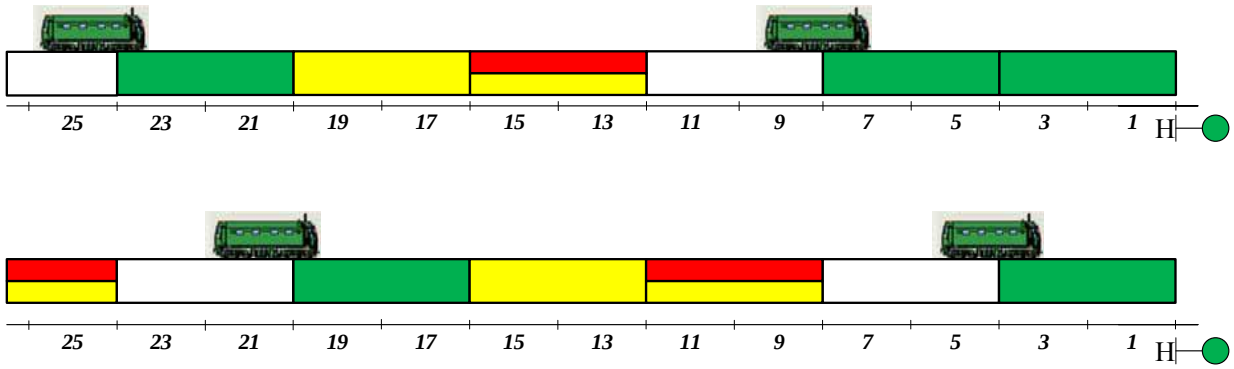


Рисунок 1 – Формирование плавающих блок-участков

ЗУ (защитный участок) без кодировки сигналами АЛС располагается в хвосте поезда. Если используются сигналы АЛСН, то длина ЗУ рассчитывается с учетом тормозного пути поезда идущего следом со скоростью 60 км/ч, для сигналов АЛС-ЕН этот показатель формируется со скоростью движения поездов 20 км/ч. Количество рельсовых цепей, входящих в данный участок может варьироваться от одной до нескольких. Число определяется их длиной. Помимо этого учитывается и профиль пути, таким образом, длина может отличаться для разного направления движения. Участок, формируемый за ЗУ, кодируется сигналом «КЖ» и также может включать в себя одну и более рельсовую цепь. На его длину влияет тормозной путь служебного торможения, который начинается со скорости 60 км/ч [2,4,13].

За участком с сигналом «КЖ» располагается кодируемый сигналом «Ж» участок, который определяется необходимым расстоянием для сброса скорости с максимального показателядо 60 км/ч.

Следующий участок, который кодируется сигналом «З», равен расстоянию до головы следом идущего поезда или до ближайшей станции.

После того, как последняя колесная пара освобождает рельсовую цепь, происходит условное смещение вышеперечисленных участков кодирования вперед на одну цепь. То есть основной принцип системы с плавающими (подвижными) блок-участками – это движение кодируемых участков вслед за хвостом поезда.

Для того чтобы добиться максимальной эффективности пропускной способности перегона, следует учитывать при расчете фактические значения скоростного режима. Однако на практике зачастую используются перспективные показатели, что соответственно в значительной степени уменьшает продуктивность перегона в настоящий момент. Помимо этого, необходимо иметь в виду возможность микропроцессорных систем перестраиваться с учетом новых значений используемого скоростного режима [10,12,14].

Несмотря на явные преимущества использование сигналов АЛСН неэффективно на участках со значительно высокой интенсивностью движения. Для данных линий необходима эксплуатация локомотивов, на которых используются передовые устройства безопасности. Они принимают и обрабатывают сигналы многозначной локомотивной сигнализации АЛС-ЕН. В настоящее время чаще используются локомотивы, принимающие лишь сигналы АЛСН. В свою очередь интегрированное использование двух систем кодирования АЛС и АЛС-ЕН увеличивает безопасность движения, так как есть возможность резервирования передаваемой информации на приборы, а, следовательно, больше нет необходимости использовать дорогой цифровой радиоканал.

Стоит учитывать, что эксплуатация плавающих (подвижных) блок-участков изменяет привычную организацию движения поездов. Например, если перегорела нить лампы красного огня на входном светофоре, то происходит изменение кодирования на участке приближения к станции, а запрещающий сигнал транслируется с предвыходного светофора.

Но в данной ситуации, кодируемые сигналы не поступают на первый участок приближения (рисунок 2).

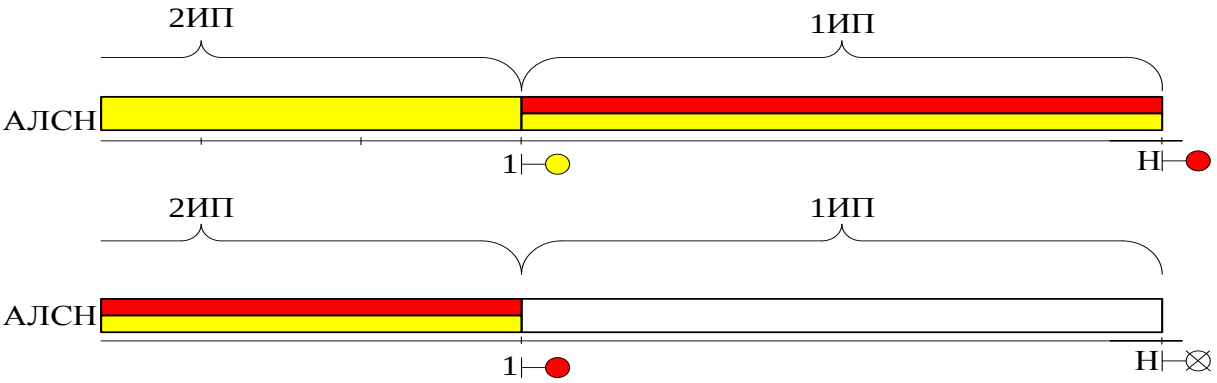


Рисунок 2 – Кодирование участков приближения в случае перегорания лампы красного огня на входном светофоре

Участки приближения к станции также имеются в системе с плавающими блок-участками и выполняют те же функции. Но перенос запрещающих сигналов не может быть осуществлен, так как отсутствуют светофоры на перегоне. Отключение кодирования АЛС на первом участке приближения значительно снизит эффективность пропускной способности перегона, что в свою очередь, недопустимо на линиях с высокой интенсивностью движения. Для решения этой проблемы реализуются новые принципы кодировки рельсовых цепей с погасшим красным огнем на входном светофоре (рисунок 3).

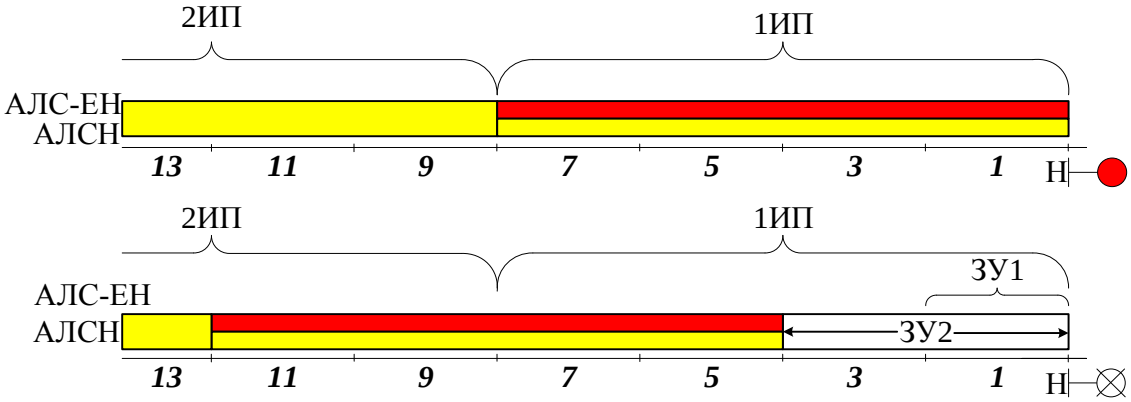


Рисунок 3 – Кодирование РЦ перед входным светофором с погасшим красным огнем

ЗУ2, который не кодируется сигналами АЛСН, формируется перед входным светофором. Его длина рассчитывается по тормозному пути при экстренном торможении поезда со скоростью 60 км/ч [11]. Перед этим защитным участком соответственно располагаются участки, которые кодируются «КЖ» и «Ж» сигналами. Это в свою очередь позволяет гарантировать остановку поезда, который не может принимать сигналы АЛС-ЕН, при перегорании нити ламп запрещающего сигнала светофора. Помимо этого, длина участка ЗУ1 должна определяться тормозным путем поезда со скоростью 20 км/ч при автостопном торможении, таки образом, это дает возможность максимально сократить расстояние между поездом и входным светофором до включения размещающего сигнала.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЕЗДА ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СТРЕЛОК НА СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРКАХ

Сальников П.С.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Комплексирование - это процесс совместной обработки информации от двух или нескольких каналов обнаружения различных датчиков, в результате которого формируется одно общее решение: да или нет (занят или свободен контролируемый участок). В качестве комплексируемых устройств (датчиков) могут использоваться одновременно два и более технических средств, работающих параллельно и решающих одну и ту же задачу обнаружения или измерения. Внешние условия оказывают различное (в идеале противоположное) воздействие на характеристики функционирования этих устройств, поэтому датчики должны реализовать разные физические принципы обнаружения. Эти датчики объединены устройством совместной обработки сигналов обнаружения, которое формирует интегральный (обобщенный) сигнал управления [1,10-14].

Общая длина контролируемого стрелочного участка сортировочных горок составляет около 12-13 м, из них предстрелочный (защитный) участок - 6,5 м и остряки - примерно 6-6,5 м. К датчикам, обеспечивающим защиту стрелок от несанкционированного перевода их под вагоном, предъявляются следующие требования. С момента вступления отцепа на участок первой осью и до освобождения остряков стрелки должно устойчиво фиксироваться занятое состояние. При этом устройства защиты стрелок непрерывно дистанционно контролируют их работоспособность независимо от наличия на контролируемом участке вагона [2]. Достоверность обнаружения вагонов любых типов комплексированным устройством должна быть не более $1x1^{-8} – 1x10^{-9}$, т. е. вероятность пропуска вагонов составляет не более одного на сто миллионов. Это означает, что вероятность пропуска вагонов одним каналом обнаружения датчика в составе комплексируемого устройства должна быть не ниже $1x10^{-5}$.

Таким образом, датчики защиты стрелок от перевода должны обеспечивать достоверное обнаружение всех типов вагонов непрерывно по всей длине контролируемого участка. Датчики, обнаруживающие вагоны в зоне длиной 12-12,5 м, являются вспомогательными средствами защиты стрелок от перевода.

Комплексирование предполагает структурную избыточность устройства, решающего данную задачу. В частности, для защиты стрелок от перевода под вагонами используют два или большее число датчиков, образующих несколько каналов обнаружения, в совокупности удовлетворяющих названным критериям.

На рисунке 1 показана структурная схема, поясняющая принцип комплексирования датчиков обнаружения, используемых для защиты стрелочных участков сортировочных горок. Рассматриваемый метод может быть реализован и для защиты других централизованных стрелок на станциях. С целью более эффективного и своевременного обслуживания напольных устройств, в блоке комплексирования занятости стрелок БКЗС формируется канал передачи диагностируемой информации о работоспособности датчиков обнаружения. Эта информация передается на горочный пост в систему диагностического контроля или на АРМ электромеханика. Далее ее используют для прогнозирования предотказных состояний устройств, уменьшая риск возникновения опасных внезапных отказов [3,4,7-9].

Комплексирование защиты стрелок от несанкционированного перевода эффективно, если уменьшить риск возникновения опасных, нештатных ситуаций при роспуске составов. При этом используют минимальное количество информационно-измерительных датчиков. Достоверность обнаружения вагонов любых типов, т. е. вероятность правильного обнаружения, должна быть максимальна при минимуме вероятности ложной тревоги. В настоящее время используют схему защиты стрелок от перевода, показанную на рисунке 2.

Каждый из датчиков образует канал обнаружения и имеет свое исполнительное реле ИР, контакты которого включены в схему формирования решения.

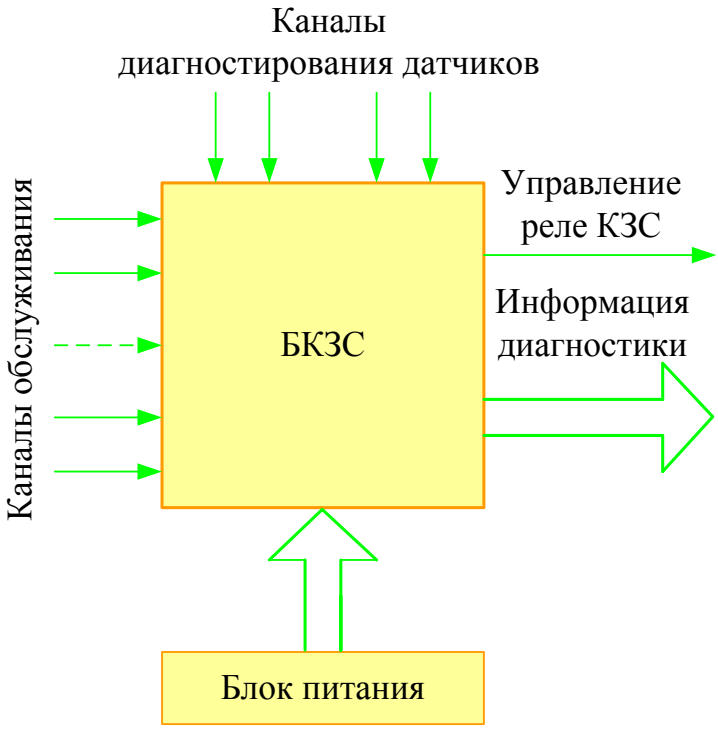


Рисунок 1 - Структурная схема комплексирования

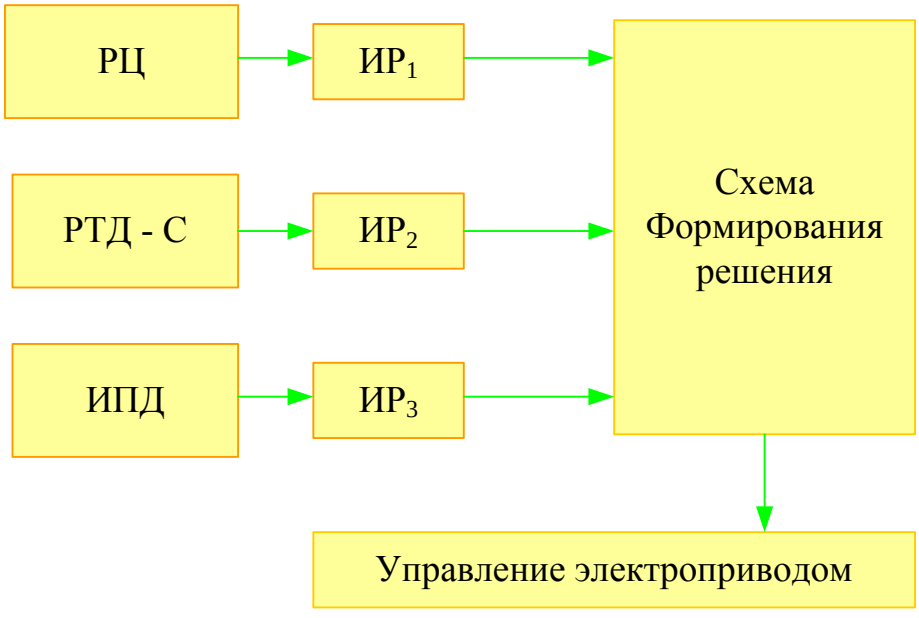


Рисунок 2 - Структурная схема защиты стрелок от перевода

Таким образом, на ближайшую перспективу в качестве реальных технических средств, обеспечивающих защиту стрелок от несанкционированного перевода их под вагонами, следует рассматривать: рельсовую цепь (РЦ), радиотехнический датчик (РТД-С) и индуктивно проводной датчик (ИПД). Следует отметить, что эксплуатируемые нормально разомкнутые рельсовые цепи не обеспечивают обнаружения длиннобазных вагонов и весьма ненадежны при обнаружении вагонов иных категорий из-за потери шунта при их движении.

Более того, они не контролируют работоспособность стрелочного участка при отсутствии на нем вагона. В качестве вспомогательного средства защиты на централизованных стрелках могут рассматриваться датчики счета осей со схемами логического принятия решения [5,6].

Точечные датчики педального типа ДП-50-80 и ПБМ обеспечивают контроль за колесными парами в зоне, не превышающей 0,5 - 0,7 м. Использование медленнодействующих исполнительных реле как бы искусственно увеличивает зону контроля. Но эти датчики непрерывно не контролируют работоспособность стрелочного участка. К тому же датчики ПБМ не обеспечивают защиту стрелок от перевода и поэтому они не должны применяться. Эти датчики уже выработали свой ресурс и не рекомендованы к использованию. В программах развития сортировочных горок ОАО «РЖД» значится оснащение горок РТД-С и ИПД.

Совместное использование РЦ, радиотехнических датчиков РТД-С и ИПД обеспечивает достоверный контроль занятости стрелочных участков при проходе вагонов любого типа. Кроме того, РТД-С непрерывно контролирует работоспособность стрелочного участка даже в случае отсутствия вагонов на нем. Радиотехнический датчик устанавливают на крепежные стойки и производят юстировку в соответствии с Рекомендациями по размещению, юстировке и включению модулей РТД-С.

Основными, базовыми типами датчиков защиты стрелок от перевода следует считать те, которые контролируют занятость стрелочного участка на всей длине и его работоспособность вне зависимости от наличия отцепа в этой зоне. Радиотехнический датчик обеспечивает такую защиту при проходе любого типа вагонов и контролирует функционирование стрелочного участка при выполнении требований Рекомендаций по размещению, юстировке и включению модулей РТД-С.

Несмотря на многолетний положительный опыт эксплуатации РТД-С, необходимо дублировать его функции другим датчиком. Индуктивно-проводной датчик ИПД позволяет обнаруживать вагоны на предстрелочном участке.

Благодаря микропроцессорной технике безопасность роспуска вагонов может быть повышена за счет введения диагностических функций в напольных устройствах. Для устройств защиты стрелок от несанкционированного перевода эта функция весьма актуальна. Прогнозирование предотказных состояний датчиков контроля стрелочного участка предупредит внезапные отказы устройств. Дистанционный контроль функционирования устройств с функцией прогнозирования позволит своевременно выявлять и устранять такие распространенные неисправности, как постепенное изменение рабочих параметров устройств, вследствие их расстройки, в частности, нарушение пространственной настройки модулей РТД-С. Следует отметить, что возникновение внезапных отказов чаще всего происходит из-за постепенного развития отдельных неисправностей, которые в процессе эксплуатации не отслеживаются. И не всегда в этом виноват электромеханик. Методы регламентного обслуживания напольных устройств, даже при всей пунктуальности их проведения, иногда не позволяют предупредить отказы устройств. Очень часто и разработчики не определяют те контрольные точки в устройствах, которые с эксплуатации являются «слабыми».

В настоящее время ВНИИАС, МИИТ совместно с Ижевским радиозаводом разрабатывают блок комплексирования датчиков ИПД и РТД-С. Он формирует в блоках принятия решения БПР команду управления и передает ее на исполнительное реле КЗС на горочном посту на основе анализа и обработки информации о занятости-свободности стрелочного участка от всех датчиков обнаружения. Затем информация о техническом состоянии каналов обнаружения датчиков обрабатывается и передается в УВК ГАЦ по каналу на базе CFN интерфейса (RS-485) для прогнозирования предотказных состояний напольных датчиков. При таком комплексировании объединенный сигнал контроля стрелочного участка формируется непосредственно в БКЗС, а результирующий сигнал их совместного обнаружения передается по типовому каналу на одно исполнительное реле

(КЗС), расположенное в релейном помещении на горочном посту. В качестве этого реле можно применять одно из реле датчиков РТД-С или ИПД.

В этом случае типовые элементы связи датчиков с релейной поста ЭЦ сохраняются, но используется лишь один канал связи с исполнительным реле. Этим реле может быть любое из существующих. Другой освободившийся канал связи может служить для передачи на горочный пост диагностической информации о работе датчиков защиты.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.
2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.
3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.
4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.
5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.
6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.
7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.
8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.
9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.
10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.
11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

ПРИНЦИПЫ И АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ ПОДСИСТЕМ КОНТРОЛЯ ЗАПОЛНЕНИЯ ПУТЕЙ

Смольянинов Е.Д.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Системы контроля заполнения путей сортировочного парка (КЗП) призваны решать несколько задач: находить координату точки прицеливания отцепов, тормозимых в замедлителях; определять степень заполнения сортировочных путей в реальном масштабе времени. То есть они являются элементом обратной вязи в системе автоматического регулирования скорости скатывания отцепов, позволяющим оценить результат управления. Основное назначение систем КЗП состоит в определении координат отцепов на сортировочном пути. В процессе роспуска эта информация постоянно используется для коррекции режимов торможения, а перед его началом – для определения координаты прицеливания тормозимых отцепов [1,3,8,11,14].

Системы КЗП подразделяются на статические и динамические. Каждая из них обладает характерными свойствами.

Алгоритм работы статических КЗП независимо от типа используемых датчиков (рельсовые цепи, РТД, ИПД, счетчики осей) основан на фиксации прохода отцепа через границы участков, на которые разбита зона действия КЗП (~400-500 м).

Длина этого участка составляет 25 м (согласно требованиям ЭТТ по обеспечению точности допустимые отклонения при определении координаты отцепа составляют ±15 м). Исходя из этих данных, можно вычислить время, требуемое для анализа параметров скатывания отцепа в статистических КЗП, приняв их среднюю скорость движения по сортировочному пути = 2,5 м/с:

$$t_{ан} = L_{уч}/ V_{ср} \approx 10 \text{ с.}$$

При интенсивном роспуске интервал между скатывающимися отцепами составляет $t_{инт} \approx$ 2-3 с, который меньше, чем время, выделяемое для анализа параметров в статистических КЗП. Отсюда вытекает, что для работы статистического КЗП: $t_{ан} \geq t_{инт.}$

Таким образом, информация от статистических КЗП не позволяет эффективно управлять торможением отцепов, так как данные о параметрах движения впереди идущего отцепа будут известны позже, чем очередной отцеп вступит или проследует тормозную позицию [2,4,5,6,7].

Из-за большой дискретности измерения расстояния точка прицеливания очередного отцепа может выбираться как в начале, так и в конце участка разбиения. При выборе точки прицеливания в начале участка расчетная скорость соударения, так как отцеп на таком достаточно коротком расстоянии не успеет набрать скорость. При выборе точки

прицеливания в конце участка расчетная скорость в этой точке должна быть несколько меньше, чтобы исключить бой вагонов[9,10,12,13].

Алгоритм работы динамических КЗП основан на периодическом измерении скорости движущегося отцепа радиолокационными измерителями скорости через небольшие интервалы пути $L_{уч}$ = 5-6 м. Тогда время анализа при средней скорости скатывания отцепа:

$$V_{ср} = 2{,}5 \text{ м/с},$$
$$t_{ан} = L_{уч}/ V_{ср} \approx 2 \text{ с}.$$

Таким образом для динамических КЗП выполняется следующее условие:

$$t_{ан} \leq t_{инт.}$$

Видно, что данные о скорости движения отцепа, измеренные динамическим КЗП, позволяют эффективно управлять торможением отцепов в реальном масштабе времени, так как прогнозная координата прицеливания очередного отцепа будет известна до его поступления на парковую тормозную позицию.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.
2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.
3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.
4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.
5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.
6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.
7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.
8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

ПРИЦЕЛЬНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ ОТЦЕПОВ НА БАЗЕ АДАПТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ

Турапин А.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Критериями прицельного торможения, согласно ЭТТ к системам горочной автоматизации, являются два показателя: допустимая скорость соударения отцепов в зоне автоматизации на сортировочных путях (до 450 м) не должна превышать $V_{соуд} \leq 5$ км/ч и длина окон должна быть не более 3 м в расчете на один вагон [1,4,8,9].

Рассмотрим алгоритмы прицельного торможения отцепов с последней тормозной позиции, реализуемые в современных системах УУПТ, АРС. В качестве прицельной ТП может выступать либо парковая (ПТП), либо, в ее отсутствие, пучковая (ПТП).

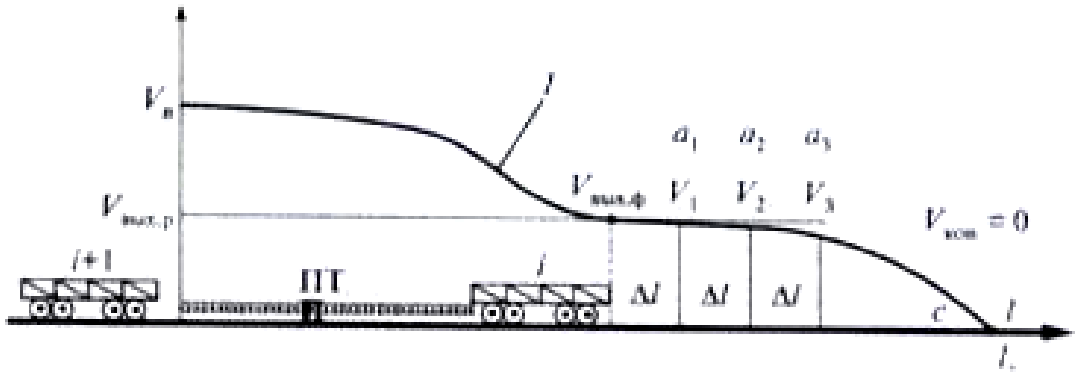


Рисунок 1 – Схема для формирования математической модели точки прицеливания

Согласно кривой, если вагон затормозить в ІІТП до скорости $V_{вых.р}$, то он, подчиняясь законам движения, через какое-то время окажется в координате l_x, в которой его скорость будет равна нулю, т. е. вагон остановится в соответствии с известным уравнением [2,3,10,14]:

$$V_{вых} = \sqrt{V^2_{кон} + 2 a l_x}$$

$$l_x = V^2_{вых} - V^2_{кон} / 2a, \text{ при } V_{кон} = 0.$$

При этом необходимо отметить, что траектория движения отцепа на участке до l_x может быть хорошо (гарантированно) прогнозируемой только при обеспечении такого режима торможения, когда его ускорение движения сравняется с ускорением свободного скатывания на этом участке. Это условие обеспечивает динамически установившийся режим движения отцепа после действия импульсных сил торможения в замедлителе [5,6,7].

Основополагающими положениями в реализации алгоритмов прицельного торможения служат:

- определение координаты точки прицеливания l_x;
- вычисление требуемой (расчетной) скорости отцепа $V_{вых.р}$ на выходе тормозной позиции;
- реализация заданного режима торможения, обеспечивающего минимизацию последствий действия инерционных сил отцепов;
- корректировка расчетной скорости выхода;
- адаптивное оттормаживание замедлителей;
- контроль исполненного режима управления.

Координата прицеливания l_x определяется при условии, что известна скорость выхода отцепа из ТП – $V_{вых}$ и ускорение движения отцепа на участке пути l_x , т.е. если *i*-й отцеп выехал из ТП и его скорость зафиксирована, то дождавшись, когда он остановится на СП ($V_{кон} = 0$), определяется l_x либо ускорение a, с которым он двигался на рассматриваемом участке l_x.

Однако скорость выхода отцепа из ТП должна быть известна по меньшей мере, когда отцеп находится в зоне действия тормозных замедлителей, т.е. задолго до того, как он проедет по участку пути l_x. Более того, чаще всего имеет место, в момент подъезда очередного $i+1$ отцепа, *i*-й находится в движении и его координата l_x (координата прицеливания $i+1$ отцепа) неизвестна. Единственный путь решения этой задачи состоит в реализации прогнозирования координаты l_x . Причем гарантированность (уверенная предсказуемость) прогнозирования при отслеживании динамики движения *i*-го отцепа при движении по участку l_x будет тем выше, чем больше точек отсчета скорости (V_1,$V_{2, ...}$) через равные интервалы Δl будут реализованы. На самом деле в пределе при отсчете скорости $V_{кон}$ в точке, где эта скорость равно нулю, однозначно определяется l_x. таким образом, по мере продвижения *i*-го отцепа после торможения в замедлителе на каждом шаге измерения реальной скорости его движения вычисляется реальное ускорение движения (a_1, a_2, ...) и прогнозная координата $L_{пр}$:

$$L_{пр} = V_к - V_{к+1} / 2a_к$$

По мере продвижения отцепа накапливаются текущие значения вычисленных ускорений $a_к$ и по ним находится усредненное значение $a_к$, так называемая оценка ускорения, значение которого в пределе должно быть равно истинному значению ускорения, с которым отцеп движется по участку l_x:

$$a_г = a_{к-1} + 1/к(a_к - a_{к-1})$$

Аналогично, по мере продвижения отцепа по участку пути через мерные интервалы Δl пройденного пути уточняется прогнозная координата $L_{пр}$, приближения к своему действительному значению l_x.

Вычисляемые значения ускорения движения i-го отцепа отражают его реальные динамические качества, учитывающие все факторы, влияющие на удельное сопротивление движению w_o, фактические условия движения, включая уклон пути и внешние климатические факторы [11,12].

При этом нет необходимости пользоваться ориентировочным экстраполированием ускорения движения отцепа, получаемого на измерительном участке.

К моменту подъезда i+1 отцепа к ТП для расчета его скорости выхода $V_{вых.i+1}$, становится известной координата прицеливания $L_{пр} \approx l_x$. Следует заметить, что координата l_x необязательно должна соответствовать точке остановки хвоста i-го отцепа. Достаточно в качестве конечной скорости $V_{кон}$ принять допустимую скорость соударения $V_{соуд} \leq 5$ км/ч или меньшую, определяемую координатой, в которой i+1 отцеп нагонит i-й со скоростью, меньшей чем допустимая [13].

Немаловажен и тот фактор, что прицеливание и соответственно управление i+1 отцепом осуществляется по переднему – i-му. Управление как бы ведется с ориентацией на «хвост» предыдущего. При этом очевидно, что внешние воздействующие факторы, как и состояние пути движения, за столь короткий интервал попутного следования можно считать практически не меняющимися.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.
2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.
3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.
4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.
5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.
6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.
7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.
8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и

экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ АРС ГТСС

Чубаров Д.С.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Система АРС ГТСС разработана коллективом «Гипротранссигналсвязь». В идеологию построения системы АРС ГТСС положены два основных принципа управления скоростью скатывания отцепов [1-5]:

• самонастройка режимов управления ТП и автоматическая корректировка программ за счет статистической обработки (накопления опыта) данных о фактических скоростях движения отцепов по замедлителям (отдельно по каждой средней весовой категории);

• использование в расчетах режимов управления замедлителя ми весового эквивалента удельного ходового сопротивления и вы явление тенденции отклонения принятого значения от истинного.

Структурная схема системы АРС ГТСС представлена на рисунке 1. Система включает в себя следующие устройства и оборудование:

ДИС — допплеровский измеритель скорости; УО — устройство определения точки отрыва; СР — устройство расчета скорости роспуска; ВК — блок вычисления весовой категории и длины отцепа; М — манипулятор; ПИ — преобразователь информации; УП — устройство памяти; ЭПМ — электроуправляемая пишущая машинка; РПУ — устройство расчета переменного упреждения; СУ — следящее и управляющее устройство; З — блок задания; П — устройство выбора программы; СОД — устройство статистической обработки данных; РС — устройство расчета скоростей выхода отцепа в парк; УПИ — устройство передачи информации; Д — датчик контроля свободности пути.

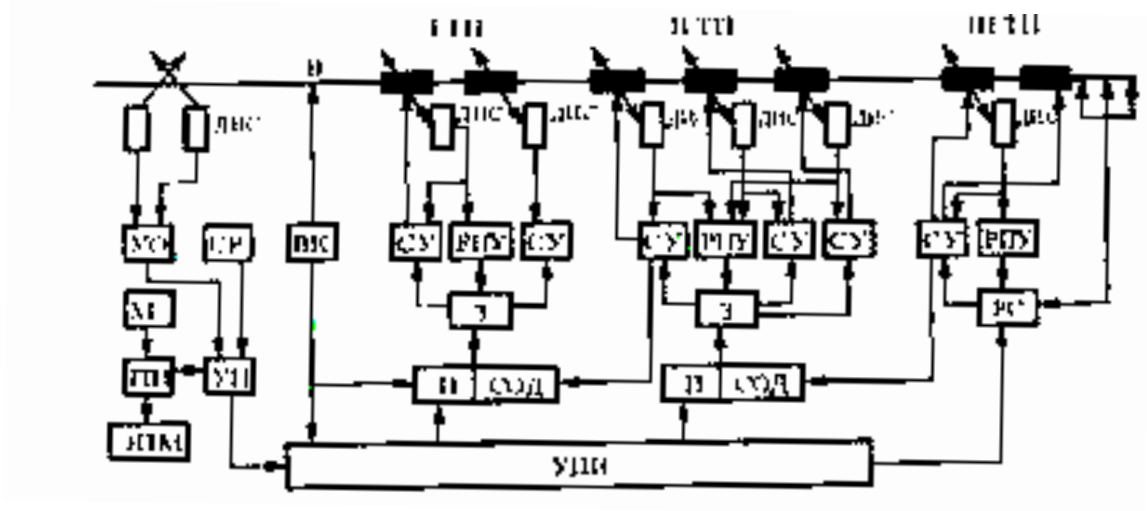


Рисунок 1 – Схема АРС ГТСС

Здесь каждая ТП имеет свой комплект управляющей аппаратуры, основу которой составляют блоки СУ и РПУ. Информацию о скорости движения отцепов СУ получает от ДИС. Величина заданной скорости движения $V_З$ по замедлителям поступает в СУ от устройств 3 в зависимости от информации, полученной при подходе отцепа к ТП из УПИ. Блок СУ непрерывно следит за несоответствием между$V_ф$ и $V_З$ и выдает необходимые команды на замедлители [6,10-14].

В случае совпадения на ІТП $V_ф$ и $V_З$ отцепы свободно движутся в соответствии с маршрутами к ІІТП. При подходе к средней ТП проверяется соответствие входной скорости отцепов $V_З$, а результат запоминается в блоке СОД, где на основании сопоставления подобных данных для группы отцепов определенной весовой категории принимается решение о необходимости сохранить или изменить режим работы 1ТП. При этом производится корректировка заданной выходной скорости из замедлителей 1ТП. Таким образом, выявляется тенденция (по разным причинам) отклонения принятого среднего значения весового эквивалента ходового сопротивления для конкретных весовых категорий отцепов от фактических параметров, т.е. имеет место накопление опыта работы системы в данных условиях [7-9].

Информация о соответствии скоростей подхода отцепов к ШТП заданной величине используется аналогично, и корректировка весового эквивалента ходового сопротивления теперь производится при расчете $V_{вых.З}$. Расчетная величина $V_{вых.З}$ поступает в СУ из РС в зависимости от удельного ходового сопротивления (весового эквивалента), свободности подгорочного пути, длины отцепа, уклона пути и расчетного значения скорости соударения. Данные о свободной длине пути выдают устройства КЗП. выполненные с применением индуктивных датчиков. Динамический контроль заполнения учитывает длину пробега отцепов во время их движения до полной остановки.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и

перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

СИСТЕМА АЗСР

Шалимов А.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Перерабатывающую способность горки можно существенно увеличить, если роспуск составов вести с переменной скоростью. Рекомендуемая скорость 3,6-5,4 км/ч определяется неблагоприятными состояниями отцепов по их ходовым свойствам, что в практике встречается не так часто. При благоприятных условиях скорость надвига можно повышать до 9-10 км/ч. Автоматизация процессов, связанных с заданием переменной скорости роспуска составов, управления огнями горочного светофора и маршрутных указателей, осуществляется системой АЗСР [1,3,8,11,14].

В основу её построения положена зависимость максимально допустимой скорости надвига составов V_0 от условий расхождения двух смежных отцепов на разделительной стрелке. Она описывается уравнением:

$$V_0 = \frac{0{,}5(l_1 + l_2)V_{\min}}{l_{рц} + 0{,}5(b_1 + b_2) + V_{\min}\Delta t},$$

где l_1, l_2 – длины соответственно 1 и 2 отцепов;
b_1 и b_2 – их колесные базы;
$l_{рц}$ – длина рельсовой цепи на разделительной стрелке;
$V_{\min}$ – минимальная скорость движения плохого бегуна;
Δt – разность времени хода плохого и хорошего бегуна до разделительной стрелки.

Вычисление V_0 техническими средствами осуществляется всякий раз, когда происходит отделение от состава очередного отцепа. Таким образом, система АЗСР должна содержать источник информации о маршрутах следования двух смежных отцепов, чтобы определить разделительную стрелку, и количество вагонов в них; устройства вычисления скорости V_0 и её преобразования в удобный для пользователя вид. Рассмотрим взаимодействие соответствующих узлов системы на примере *АЗСР-ЦНИИ* (рисунок 1).

Программа роспуска состава формируется в технической конторе станции с помощью видео терминального устройства ВТ-340. Она содержит номер состава, число вагонов в нем, время его прибытия, сведения о каждом отцепе: порядковый номер, номер пути, число вагонов, особый признак или отметку длиннобазного вагона. По запросу оператора горки программа через формирователь вызова УВИВ и устройство сопряжения УС передается на горочный пост и высвечивается на экране ВТ-340. Оператор горки при необходимости может скорректировать программу. После нажатия клавиши «Пуск» устройства АЗСР и ГАЦ подключаются к её реализации [2,4,5,6,7].

Информация о смежных отцепах считывается в двухступенчатый накопитель НИ. Управление накопителем осуществляется блоком УУ, поставленным в зависимость от контрольного блока КО. В последнем сравнивается, скорость надвига и свободного скатывания, измеренные радиолокационными скоростемерами РИС1 и РИС2, и улавливается их разница в момент отрыва. Схема блока КО приводиться в исходное состояние для работы в очередном цикле после полного проследования отцепом места установки фотоэлектрического устройства ФЭУ.

После определения блоком РС разделительной стрелки информация поступает в блок вычисления скорости роспуска ВСР. Последний содержит трансформаторную схему, моделирующую управление. Её выходное напряжение подается в блок ПСР, где происходит преобразование аналогового значения скорости роспуска в дискретную величину[9,10,12,13]. Здесь же происходит её усреднение, чтобы исключить резкие перепады в ее значениях, и корректировка, если требуется учесть особый признак отцепа. Блок ПСР содержит 15 выходов, соответствующих градациям скорости от 3 до 9 через каждые 0,5 км/ч.

Вычисленные значения скорости фиксируются блоком ФВС, который включает соответствующие реле управления световой индикацией УИ, коммутирующие цепи ламп горочного светофора и маршрутного указателя скорости роспуска. На отдельных маршрутных участках высвечивается информация о количестве вагонов в соседних отцепах, поступающая от блоков ВКВ1 и ВКВ2.

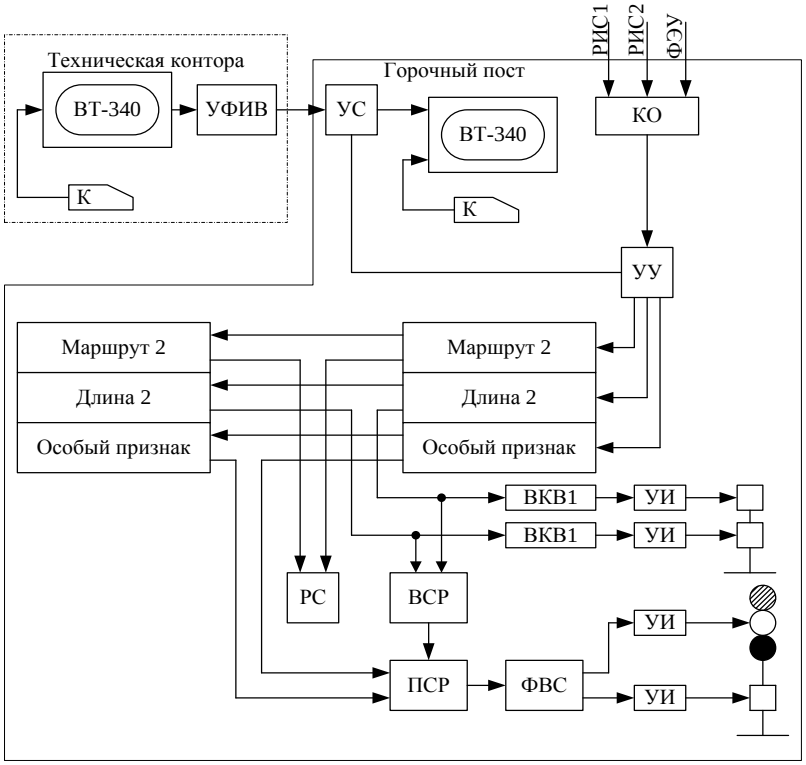


Рисунок 1 – Структурная схема АЗСР

Система АЗСР может быть дополнена устройствами телеуправления горочным локомотивом (ТГЛ). В этом случае блок ФВС дополнительно увязывается с шифратором ТГЛ.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.
6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.
7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.
8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.
9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.
10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.
11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.
12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.
13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.
14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

СИСТЕМА ЭЦ-ЕМ

Фоменко А.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Система микропроцессорной централизации на базе УВК РА (ЭЦ-ЕМ) предназначена для централизованного управления средствами управляющей вычислительной техники объектами низовой и локальной автоматики - стрелками, светофорами, переездами и т.д. - на железнодорожных станциях с учетом выполнения всех требований, предъявляемых Правилами технической эксплуатации железных дорог РФ к устройствам электрической

централизации стрелок и сигналов, в условиях высокой степени безопасности (не ниже релейных систем электрической централизации)[1,4].

Система ЭЦ-ЕМ может применяться на всех малых, средних и крупных станциях (узлах, раздельных пунктах и разъездах) с поездными и маневровыми передвижениями магистрального и внутризаводского железнодорожного транспорта России и стран ближнего зарубежья [2,3].

Система ЭЦ-ЕМ осуществляет в реальном времени сбор, обработку и хранение информации о текущем состоянии объектов ЭЦ. На основании полученной информации реализуются технологические алгоритмы централизованного управления станционными объектами низовой и локальной автоматики с формированием и выдачей управляющих воздействий. При необходимости дежурному по станции (ДСП) могут выдаваться пояснительные сообщения о результатах процесса управления. Одновременно производится непрерывная диагностика состояния системы с формированием и оперативной передачей в ПЭВМ рабочего места ДСП информации для отображения состояния объектов ЭЦ и результатов диагностирования микропроцессорных средств системы[5,10-14].

Управляющий вычислительный комплекс УВК РА является ядром системы ЭЦ-ЕМ и предназначен для управления стрелками и сигналами в составе микропроцессорной централизации в качестве постовых устройств на станциях. УВК РА был создан по заказу МПС в АО «Радиоавионика» (Санкт-Петербург) на основе технических требований, разработанных специалистами института «Гипротранссигналсвязь», с использованием самых современных методов построения отказобезопасных систем [6,7].

Централизованное управление станцией на базе УВК РА обеспечивается возможностью совмещения в одном комплексе функций ЭЦ, связи с объектом и связи с оперативно-технологическим персоналом (рабочие места дежурного по станции – РМ ДСП, автоматизированное рабочее место электромеханика СЦБ – АРМ ШН, и другие). Организация связи УВК РА системы ЭЦ-ЕМ с объектами управления и контроля позволяет обеспечить до 56 контролируемых дискретных входов на один модуль ввода и до 48 управляемых дискретных выходов на один модуль вывода с общим суммарным ограничением по количеству модулей ввода и вывода на один шкаф до 19. Общее количество дискретных входов - до 1080, дискретных выходов – до 790 (в исполнениях УВК РА, содержащих два шкафа).

Контролируемые параметры являются дискретной информацией, принимающей значения «0»/«1». В качестве датчиков используются контакты реле. Выходная управляющая информация выдается на обмотки реле с сопротивлением не менее 1600 Ом (например, Д3-2700, РЭЛ1-1600 или РЭЛ2-2400). Измерение и выдача аналоговых сигналов в системе не производится [8,9].

Электропитание выходных - входных каскадов устройств сопряжения с объектом управления осуществляется от двух источников питания с номинальным напряжением U2н=24В, (Umin=19В, Umax=32В), не входящих в состав УВК РА.

Решение комплекса задач в УВК РА системы выполняется непрерывно циклически. Время цикла – 1 секунда. Время реакции системы на любое внешнее воздействие составляет 1 - 2 секунды.

Максимальное количество одновременно обрабатываемых системой усредненных маршрутов в любой стадии обработки (установка, поддержание, отмена маршрутов и т.д.) составляет не менее 15.

При организации взаимодействия системы Основные функции управления и контроля реализуются в блоке БЦПУ, входящем в один из шкафов УВК РА. В свою очередь, блок БЦПУ содержит три одинаковых вычислительных канала, каждый из которых имеет две линии связи с двумя ПЭВМ РМ ДСП (до трех ПЭВМ в составе ЭЦ-ЕМ), с которого ведется управление объектами централизации. Каждая ПЭВМ физически связана с двумя различными вычислительными каналами. В процессе функционирования системы одна ПЭВМ находятся в рабочем режиме, вторая – в горячем резерве, третья

(если есть) - в холодном резерве. При больших районах управления допускается деление станции на зоны управления с выделением самостоятельных комплектов органов управления и контроля для каждой из зон.

ЭЦ-ЕМ с вышестоящей системой дополнительно может использоваться координационно-согласующее устройство (КСУ), связанное со всеми ПЭВМ РМ ДСП.

В зависимости от состояния системы различаются три режима централизованного управления объектами:

- основной режим;
- вспомогательный режим;
- аварийный режим.

В процессе функционирования УВК РА обеспечивает реализацию технологических алгоритмов с целью обеспечения высокой пропускной способности станции при обеспечении необходимых условий безопасности.

Система ЭЦ-ЕМ позволяет организовать взаимодействие с вышестоящими системами. Такое взаимодействие организуется путем дополнительной установки координационно - согласующего устройства (КСУ), которое должно быть связано со всеми ПЭВМ РМ ДСП.

УВК РА системы ЭЦ-ЕМ обеспечивает связь с другими одноуровневыми комплексами и системами, а также с системами верхнего уровня, через интерфейс RS-422 методом последовательной передачи данных по проводам «витая пара».

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и

экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

СТРУКТУРА ПОСТРОЕНИЯ УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ПРИЦЕЛЬНЫМ ТОРМОЖЕНИЕМ

Рыбалкин В.И.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Свободно скатывающийся на спускной части сортировочной горки отцеп (одно- или многовагонный) представляет собой объект управления.

Термин «управление» является более общим, чем «регулирование», «стабилизация», «слежение», «наведение», «ориентация» и т. п. Система автоматического управления может решать не только любую из этих задач, но и всю совокупность задач такого рода, а также иметь дополнительные функции (рисунок 1).

Величину V_x которую необходимо регулировать, т. е. измерять по заданной программе, будем называть «регулируемой величиной» (скорость отцепа), устройство, в котором происходит процесс, связанный с регулированием скорости, - «регулируемым элементом» (РЭ). Таким РЭ в устройстве АРС назовем «воздухосборник с управляющей аппаратурой» (ВУПЗ), в состав которого входит электропневматическое устройство распределения сжатого воздуха. Автоматически действующее устройство, предназначенное для выполнения задачи регулирования скорости, представляет автоматический регулятор или просто регулятор (АР) [1,3,8,11,14].

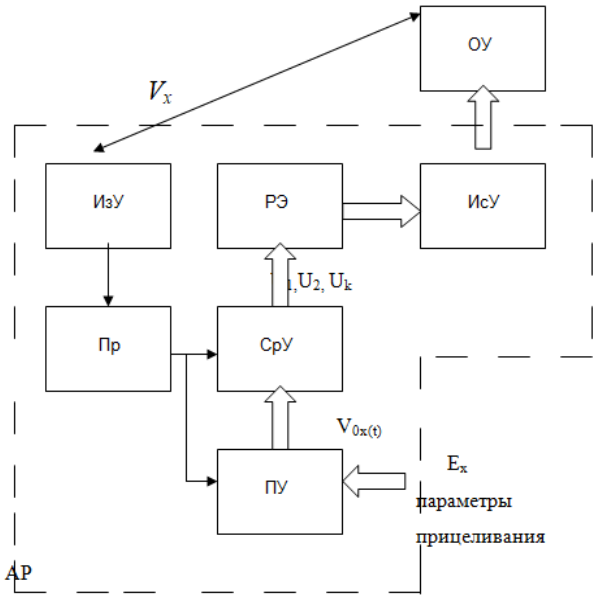


Рисунок 1 – Структурная схема управления торможением отцепов

АР включает измерительное устройство (ИзУ) – горочный измеритель (РИС-В3М, РИС-В2), реагирующий на изменение регулируемой величины V_x преобразователя (Пр), исполнительное устройство (ИсУ) – замедлитель, программное устройство (ПУ), осуществляющее расчет и задание регулируемой величины $V_{0x}(t)$, а также РЭ.

Рассмотренный комплекс называют системой автоматического регулирования. Следует отметить, что обычно объект управления включается в состав системы, тем самым создавая замкнутую систему. В представленной схеме отцеп, выполняющий функцию ОУ, ни физически, ни гальванически не связан с элементами системы регулирования. В частности, измерительное устройство «связано» с ОУ посредством электромагнитного поля, причем эта связь возникает лишь при появлении отцепа в зоне действия измерителя и регулируемого элемента. В остальное время система представляется разомкнутой. Тем не менее, поскольку цикл регулирования и управления объектом осуществляется при его появлении в зоне замедлителя, будем считать систему автоматического регулирования замкнутой.

Процесс регулирования характеризуется передачей воздействия от одного функционального узла к другому по замкнутому контору. Регулируемая скорость V_x отцепа измеряется измерителем и передается на сравнивающее устройство (СрУ), на которое подается задаваемое ее значение $V_{0x}(t)$ от программного устройства, в результате чего вырабатывается управляющее воздействие U_1, $U_2 \ldots U_k$ на исполнительное устройство, в котором электропневматические клапаны (ЭПК) и регулятор давления (РД) измеряют давление P_1, $P_2 \ldots P_k$ сжатого воздуха в пневмосети замедлителя. В результате регулируемый элемент изменяет тормозящую силу замедлителя соответственно $P_{т1}$, $P_{т2} \ldots P_{тk}$, передаваемую на колесные пары отцепа, изменяя тем самым скорость движения отцепа [2,4,5,6,7].

Отсюда очевидна зависимость друг от друга перечисленных параметров, участвующих в прогрессе регулирования. В этом процессе очень сложно определить работу одного звена системы, не имея информации о состоянии другого звена.

Воздействия функциональных узлов регулятора друг на друга представляют собой внутренние воздействия, но кроме них, образующих замкнутый контур, система имеет и некоторые связи с внешними факторами, т. е. имеются и внешние воздействия на систему.

Основным внешним воздействием на систему является возмущающее воздействие на объект управления. Это и смещение центра тяжести груза вагона в процессе торможения, и динамически неустановившееся движение объекта в результате его раскачиваний как

горизонтальных, так и вертикальных, и изменяющийся коэффициент трения поверхностей колесных пар и балок замедлителя, и внешняя среда, и т. п.

Другим внешним воздействием является задаваемая величина $V_{0x}(t)$, рассчитываемая на базе поступающей информации о параметрах прицеливания (L_x, V_x). Оно имеет место в рассматриваемом процессе в том случае, когда происходит изменение $V_{0x}(t)$ при корректировании расчетной скорости выхода отцепа из замедлителя. Если $V_{0x}(t)$ в процессе регулирования не изменяется, будем считать, что данное внешнее воздействие отсутствует.

Третьей группой внешних воздействий на систему автоматического регулирования скорости движения отцепов будем считать такую автоматически (без участия оператора) действующую систему, которая в требуемые интервалы времени в течение достаточно длительного срока изменяет величину скорости движения отцепа по заданной программе [9,10,12,13].

Автоматизированной, в отличие от автоматической, принято называть систему управления с участием человека. Таким образом, устройство регулирования скорости движения отцепов в замедлителе включает:

- измеритель (скоростемер);
- устройство адаптивного управления, включающее блок обработки сигналов и вычислитель;
- управляющее устройство (регулятор замедлителя);
- замедлитель.

Одной из самых сложных задач построения эффективных систем управления является знание параметров объекта управления – отцепа, как в динамике его свободного скатывания, так и в процессе торможения замедлителями тормозных позиций. Учет этих факторов реализован в современной системе управления прицельным торможением (УУПТ).

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и

экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

Балыкин А.Ю.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Диагностирование объектов систем горочной автоматизации в комплексной системе ведется на разных уровнях: систем; подсистем; функциональных устройств; узлов функциональных устройств и т.п. В зависимости от требуемой глубины диагностирования могут быть реализованы локальные системы функционального диагностирования (ЛСФД).

В локальные системы диагностики включают средства, имеющие встроенные устройства самотестирования и диагностирования. Отдельные параметры локальных систем, характеризующие работу ответственных узлов или подсистем, диагностируются непрерывно или по вызову на общие средства диагностики (ОСД). Представленная структура (рисунок 1) общей схемы организации системы функционального диагностирования (ФД) применима практически для любой структуры технических систем управления технологическим процессом на железнодорожном транспорте [1,4,7,9,14].

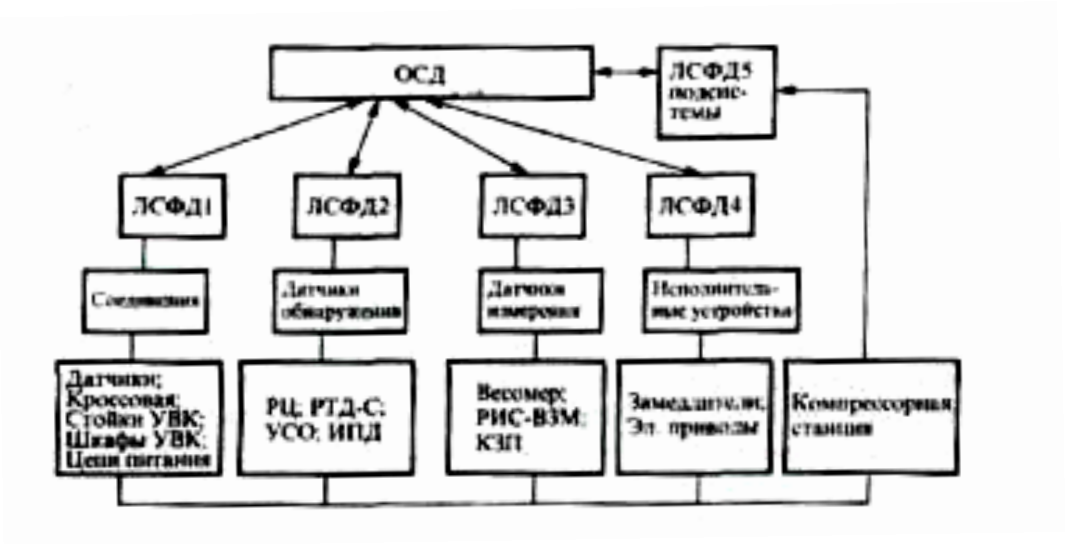


Рисунок 1 – Структура диагностируемых объектов

Различие может состоять в принципах построения локальных систем функционального диагностирования (ЛСФД) и перечне подключаемых средств диагностики.

Системы функционального диагностирования должны использоваться для решения задач проверки правильности функционирования и поиска отказов или неисправностей, нарушающих нормальную работу систем.

Аппаратные средства системы ФД, как правило, конструктивно сопряжены с объектом диагностирования. При этом каждый объект диагностирования имеет свою встроенную диагностическую аппаратуру. Встроенную часть диагностирования называют схемой встроенного контроля (СВК), например индикация работоспособности или включенного состояния устройства.

Распределение функций между средствами диагностирования локальных систем и средствами общей диагностики может варьироваться прежде всего в зависимости от ресурсных возможностей.

В одном случае ресурс позволяет в локальных средствах производить сравнение контролируемых параметров с допустимыми значениями и формировать обобщенный результат в виде «исправен — неисправен». Эти сведения о техническом состоянии объектов диагностирования поступают в ОСД. При возникновении неисправности объекта в задачи ОСД входит выявление адреса неисправного устройства и указание его места оператору, а если возможно, то и выбор резервного режима работы до устранения неисправности [2,3,5,6]. Эта функция весьма важна, поскольку открывает реальные возможности перехода к ремонтно-восстановительным работам в процессе эксплуатации технических средств без остановки технологического процесса роспуска вагонов.

В другом случае каждый объект диагностики оборудуется элементами самодиагностики и передачи информации в ОСД, например радиолокационный горочный индикатор скорости, где производятся цифровое преобразование параметров, сравнение их значений с допустимыми, выработка обобщенных сигналов о техническом состоянии объекта, а также поиск места неисправности [8,10-13].

Среди объектов диагностики горочных устройств наиболее массовыми являются путевые датчики — датчики обнаружения. На нынешнем этапе осуществления диагностики этих устройств, в которых отсутствуют элементы самотестирования и самодиагностики, решение об их функционировании принимается на верхнем уровне, на уровне ЛСФД либо ОСД.

Главной задачей здесь является определение критериев диагностики и критериев принятия решений о текущем и прогнозном состоянии объекта.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и

экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МПЦ EBILOCK-950

Белолипецкий Е.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Один комплект центрального компьютера может управлять 150 логическими объектами (фактический объект станции в программе компьютера), 1000 IPU объектами (стрелки, светофоры, обмотки реле, контакты реле и др.). Такое количество объектов приблизительно соответствует станции 40 - 60 стрелок. Если необходимо централизовать станцию с большим количеством стрелок, то есть возможность расширить систему путём подключения к центральному компьютеру ещё нескольких компьютеров [1,3,8,11,14]. При этом емкость системы по количеству петель связи и объектных контроллеров характеризуется следующими параметрами:

1. максимальное количество петель связи на один компьютер 12;
2. максимальное количество концентраторов в каждой петле связи -15;
3. максимальное количество ОК на петлю связи - 32.

В состав МПЦ входят:

- центральный процессор (ЦП),
- аппаратура управления и контроля (АРМ ШН, АРМ ДСП, АРМ ПТО, АРМ МУ),
- объектные контроллеры, концентраторы связи с устройствами электропитания, размещаемые в релейных помещениях, модулях контейнерного типа (МОК) или в других помещениях, приспособленных для установки указанных устройств и релейной аппаратуры,
- напольное оборудование СЦБ,
- устройства электропитания.

Управление МПЦ осуществляется с автоматизированного рабочего места дежурного по станции (АРМ ДСП), созданного на базе типовой ПЭВМ.

Работа МПЦ контролируется по отображению состояния объектов на дисплее АРМ ДСП, управление осуществляется дежурным по станции с клавиатуры АРМа.

Диагностика МПЦ и контроль технических параметров осуществляются с автоматизированного рабочего места электромеханика (АРМ ШН). Этот же АРМ позволяет анализировать протокол действий дежурного по станции и работы МПЦ.

Центральная обрабатывающая система (ЦОС) состоит из двух компьютеров, обеспечивающих логику действия МПЦ и условия безопасности движения поездов. Один компьютер постоянно находится в работе, второй - в горячем резерве. За счёт непрерывной передачи информации с основного компьютера на резервный, включение в работу резервного компьютера, в случае выхода из строя основного, происходит немедленно.

Оба компьютера связаны через петли связи с концентраторами, расположенными в модулях объектных контроллеров. При переключении компьютеров происходит автоматическая перекоммутация петель связи.

Главная цель ЦП состоит в обработке данных таким образом, чтобы предотвратить выполнение опасных команд от системы управления. ЦП обеспечивает:

- трансформацию команд от системы управления в приказы, которые безопасным образом передаются стрелкам, сигналам и другим устройствам
- замыкание объектов в маршруте

- искусственное и автоматическое размыкание маршрутов,
- другие функции централизации.

Релейная аппаратура размещается на типовых стативах в релейном помещении поста МПЦ, в горловинах - в модулях контейнерного типа. Релейная часть оборудования - это увязки с блокировкой по каждому пути прилегающих перегонов, смена направления движения, рельсовые цепи, кодирование, увязки с другими устройствами и системами [2,4,5,6,7].

Основной и резервный компьютеры ЦП через модемы и посредством четырех проводного (на одну петлю) (2*2) или волоконно-оптического кабеля последовательно связаны с концентраторами связи, размещенными в модулях и на центральном посту. Система связи построена таким образом, что при обрыве кабеля в одном месте информация продолжает поступать на каждый концентратор с другого направления.

Модули объектных контроллеров устанавливаются в горловинах станции в местах, наиболее приближённых к напольным объектам. В МОК располагаются концентраторы связи, объектные контроллеры, релейная часть аппаратуры рельсовых цепей, кодирования, обдувки стрелок, увязки с переездами и другими устройствами и системами, а также устройства электроснабжения.

Система объектных контроллеров является частью системы МПЦ. Данная система осуществляет взаимодействие между компьютерной частью централизации с релейными устройствами и напольным оборудованием.
К одной системе «Ebilock 950» можно подключить от 2-х до 12-и петель связи. Каждая петля связи может объединять до 15-ти концентраторов.
Каждый концентратор может объединять до 8-ми объектных контроллеров.
Максимальное количество объектных контроллеров, подключаемых к одной петле связи - 32.
Максимальное количество объектных контроллеров, подключаемых к одному комплекту «Ebilock 950» - 64. В случае необходимости, ёмкость системы может быть увеличена подключением нескольких комплектов. ОК делятся на следующие типы: - сигнальный, - стрелочный, - релейный, для включения ответственных функций, - релейный, для включения неответственных функций [9,10,12,13].

Объектные контроллеры системы Ebilock 950 позволяют использовать отечественные рельсовые цепи, светофоры, электроприводы, реле и дают возможность осуществлять увязки со всеми существующими системами автоблокировки, переездной сигнализации, кодирования рельсовых цепей, САУТ, очисткой стрелок и другими системами.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.
6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.
7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.
8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.
9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.
10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.
11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.
12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.
13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.
14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ УКАЗАТЕЛЕМ КОЛИЧЕСТВА ВАГОНОВ

КарпенкоД.С.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Для экономии количества жил кабеля в системе ГАЦ – МН для управления указателями количества вагонов УКВ применяется блок дистанционного управления (БДУ). БДУ позволяет управлять тремя УКВ с указанием момента отрыва и правильности расцепа отцепа, а также количества вагонов в нем. БДУ устанавливается в шкафу на горочных путях [1-5].

БДУ представляет собой приемное телемеханическое устройство, принимающее сигналы от постовых устройств ГАЦ в виде циклически повторяющихся временных кодов с широтно-импульсной модуляцией [9-14].

В БДУ эти коды преобразуются с помощью регистров сдвига и поступают на управляющие цепи оптронных тиристоров ТО.

К выходным цепям ТО подключены лампы УКВ, на которых появляются цифры в соответствии с кодами, поступающими на вход БДУ.

БДУ состоит из следующих модулей (рисунок 1):

- блок питания логической части БПЛ - предназначен для питания модулей логики БЛ1 и БЛ2;
- модуль БЛ1 предназначен для приема сигналов из линии связи ЛС, контроля правильности принимаемых серий и выработки сигналов для управления лампами третьего УВК;
- модуль БЛ2 предназначен для выработки сигналов управления лампами первого и второго УКВ;
- модули БТ1, БТ2, БТ3 предназначены для развязки логической и силовой частей устройства БДУ и управления лампами указателей УКВ1-УКВ3 соответственно;
- модуль питания тиристорный БПТ предназначен для выпрямления переменного тока 220В, питающего выходные цепи оптронных тиристоров, к которым подключены лампы указателей УКВ.

Характеристики входных сигналов БДУ:

- входная информация представляет собой циклически повторяющиеся серии импульсов постоянного тока, каждая из которых содержит 54 импульса;

- серия содержит короткие импульсы (КИ) и паузы длительностью 2,5 мс, длинные импульсы (ДИ)- длительностью 17,5 мс, сверхдлинные импульсы (СДИ)- длительностью 35мс;

- амплитуда входных сигналов должна быть в пределах от 20 до 40 В;

Характеристика выходных сигналов БДУ [6-8]:

- выходной сигнал представляет собой сигнал выпрямленного переменного тока напряжением 220 В и величиной тока 12 А.

Номера импульсов серии и их назначения представлены в таблице 1

Таблица 1 – Номера импульсов серии выходных сигналов БДУ

Номера импульсов серии	Назначение импульсов
1, 2, 53	Контроль длины серии
3	Неправильный расцеп
4	Старший разряд УКВ1
5 – 18	Младший разряд УКВ1
19	Неправильный расцеп
20	Старший разряд УКВ2
21 - 34	Младший разряд УКВ2
35	Младший разряд УКВ3
36 – 49	Младший разряд УКВ3
50	Яркость день/ночь
51	Плавное управление яркостью ламп УКВ
52	Защита по четности
54	Синхронизирующий сверхдлинный импульс

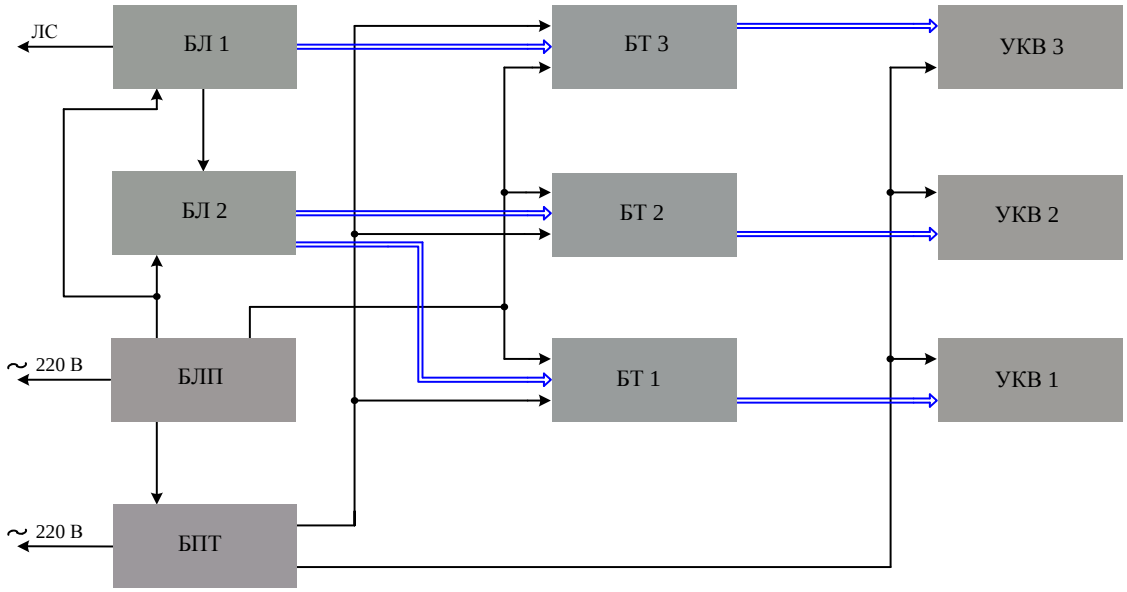


Рисунок 1 – Структурная схема управления напольным УКВ

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и

экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ СП-6МГ

Колупаев Д.С.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

В качестве типовой в релейных централизациях с центральными зависимостями и центральным электропитанием (центральным питанием) применяются двухпроводная схема управления стрелочным электроприводом с двигателем постоянного тока.

Двухпроводная схема управления стрелочным электроприводом (рисунок 1) состоит из следующих элементов.

НПС – нейтральное пусковое стрелочное реле;
ППС – поляризованное пусковое стрелочное реле;
Р– реверсирующее реле поляризованного типа;
МК – минусовое контрольное реле;
ПК – плюсовое контрольное реле;
ОК– общее контрольное реле;
ВЗ – реле контроля отсутствия взреза стрелки;
СК – стрелочный коммутатор;
З – замыкающее реле*;
СП – стрелочно-путевое реле*;
ПУ – плюсовое управляющее реле*;
МУ – минусовое управляющее реле*;
ВК – кнопка вспомогательного перевода стрелки;
КТ – понижающий трансформатор;
ВС – выпрямительный столбик;

БК – блок контакт;

П, М – полюса питания постоянного тока напряжением 24В;

ПХ, ОХ – плюса питания переменного тока напряжением 220В;

РП, РМ – плюса питания постоянного тока напряжением 220В;

С, МС – полюса питания переменного тока напряжением 24В;

з – лампа с зеленым светофильтром, светится при плюсовом положении стрелки;

ж– лампа с желтым светофильтром, светится при минусовом положении стрелки;

к – лампа с красным светофильтром, светится при промежуточном положении стрелки.

Реверсирующее реле Р располагается в путевом ящике ПЯ. Остальные реле установлены на посту ЭЦ. Пост ЭЦ и путевой ящик соединены между собой двумя проводами Л1 и Л2. Путевой ящик соединен со стрелочным электроприводом с помощью пяти проводов [1,3,8,11,14].

Перевод стрелки в минусовое положение осуществляется поворотом стрелочного коммутатора в положение "–", в результате чего замыкается цепь возбуждения управляющего стрелочного реле НПС. Проверяются требования безопасности: отсутствие замыкания стрелки в маршруте (реле З) и свободность изолированного участка (реле СП), в который входит стрелка. Через поляризованный контакт реле ППС, находящийся в нормальном положении, встает под ток реле НПС по обмотке 4-2 (верхняя).

Возбудившись, реле НПС сначала отключает линии Л1 и Л2 от контрольной цепи (тыловые контакты), а затем подключает их к рабочей цепи (фронтовые контакты). Кроме этого, через замкнувшиеся фронтовые контакты реле НПС подготавливается цепь срабатывания реле ППС.

Реле ППС, сработав по цепи питания через верхнюю обмотку, переключает поляризованный якорь. Через переведенные контакты – реле ППС, через фронтовые контакты – реле НПС, токовую обмотку реле – НПС (нижняя) (1-3), через обмотку реле Р протекает ток. Срабатывает расположенное в путевом ящике у стрелки реверсирующее реле Р. Реверсирующее реле Р переключит поляризованный якорь, и через контакты 11-12 автопереключателя замыкается цепь питания электродвигателя. Ток в рабочей цепи возрастает и становится достаточным для удержания нейтрального якоря реле НПС по токовой обмотке (1-3), чем обеспечивается довод стрелки в крайнее положение в случае занятия стрелочной секции в момент перевода стрелки.

Двигатель, начиная переводить стрелку, размыкает контрольные контакты автопереключателя (АП 31-32, 33-34), и начинается перемещение остряков стрелки в минусовое положение [2,4,5,6,7].

Во время перемещения стрелки замкнуты рабочие контакты автопереключателя. Когда остряки стрелки переходят в минусовое положение, происходит размыкание контактов и замыкание контрольных контактов, обмотки двигателя отключаются, ток в обмотке НПС снижается. Реле НПС обесточивается, его контакты размыкают рабочую цепь и включают контрольную.

Реле ОК подключается к линейным проводам тыловыми контактами реле НПС, что обеспечивает выключение всех контрольных реле до начала перевода стрелки и их включение лишь после его завершения. Реле ОК работает от постоянной составляющей, образующейся при шунтировании одной полуволны переменного напряжения выпрямительным столбиком. На выпрямительный столбик напряжение поступает через контрольные контакты автопереключателя.

Контрольная цепь получает питание от полюсов ПХ и ОХ через изолирующий трансформатор КТ. Ко вторичной обмотке трансформатора подключен конденсатор С и резистор R. Конденсатор препятствует протеканию постоянного тока через обмотку трансформатора, имеющего низкое сопротивление для постоянного тока, что повышает коэффициент полезного действия. Направление постоянного тока в обмотках реле ОК определяется контактами автопереключателя стрелочного привода, которые изменяют

полярность подключения элемента ВС к контрольной цепи в зависимости от положения стрелки [9,10,12,13].

При нахождении стрелки в плюсовом положении через ВС и контакты автопереключателя замыкаются отрицательные полуволны переменного тока от полюсов ПХ и ОХ. Через обмотку ОК протекает ток, постоянная составляющая которого имеет положительную полярность. От постоянной составляющей положительной полярности реле ОК притягивает нейтральный якорь, а поляризованный якорь устанавливается в нормальное положение и создается цепь включения реле ПК. Через фронтовой контакт реле ПК включается лампочка с зеленым светофильтром, показывающая плюсовое положение стрелки.

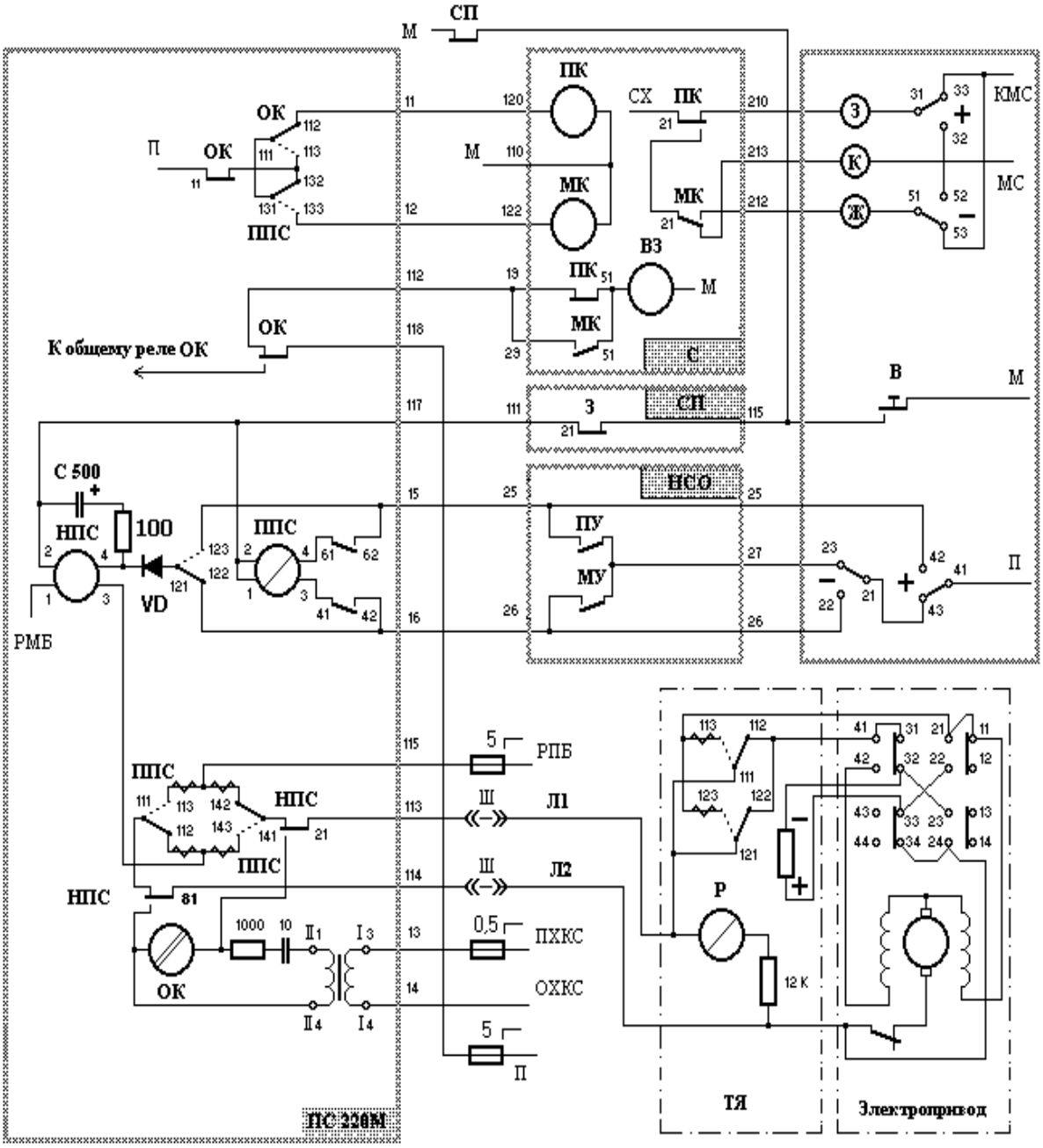


Рисунок 1 – Схема управления электроприводом

При нахождении стрелки в минусовом положении через замкнутые контакты автопереключателя выпрямительный столбик ВС подключается параллельно обмотке реле

ОК обратной полярностью, так что положительные волны замыкаются через ВС, а отрицательные поступают на реле ОК. Реле ОК, сработав, переключает свой якорь в переведенное положение. Притягивает нейтральный якорь и образует цепи питания реле МК. На пульте управления загорается лампочка с желтым светофильтром, показывая минусовое положение стрелки.

При нахождении стрелки в промежуточном положении отключается реле ОК., далее обесточиваются реле ПК и МК и на пульте управления загорается лампочка с красным светофильтром.

Таким образом, схема состоит из трех цепей: управляющей, рабочей и контрольной.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ САУТ-ЦМ

Никитин А.О.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

При разработке системы автоматического управления торможением САУТ-ЦМ/485 (далее САУТ-ЦМ) необходимо учитывать следующие технические требования и характеристики. Приведем технические характеристики аппаратуры САУТ-ЦМ.

Входными параметрами аппаратуры САУТ-ЦМ являются:

угол поворота вала ДПС-У;

сигналы от путевых устройств принимаемые антенной Ан;

давление воздуха в тормозной системе поезда;

сигналы АЛСН;

сигнал наличия электропневматического торможения «ЭПТ»;

напряжение питания электропневматического клапана автостопа ЭПК;

- сигналы цепей управления подвижного состава «ХВП», «ХНЗ», «Тяга», «Электрическое торможение».

В аппаратуре САУТ-ЦМ предусмотрены следующие алгоритмы работы:

- грузовой;

пассажирский.

Алгоритмы работы аппаратуры САУТ-ЦМ задаются при программировании [1,3,8,11,14]. При необходимости работы в грузо-пассажирском варианте, алгоритм задается переключением тумблера, устанавливаемым в соответствии с проектом оборудования.

Выходными параметрами аппаратуры САУТ-ЦМ являются:

- команда «О» - отключение тяги. Срабатывание контактов с нагрузочной способностью 2,5 А при напряжении (50+25/-10) В и индуктивном характере нагрузки;

- команда «П» - перекрыша тормозов. Срабатывание контактов с нагрузочной способностью 2,5А при напряжении (50+25/-10) В и индуктивном характере нагрузки;

- команда «Т» - служебное торможение. Срабатывание контактов с нагрузочной способностью 2,5А при напряжении (50+25/-10) В и индуктивном характере нагрузки;

- сигнал «ЭПК» - экстренное торможение, снимается напряжение постоянного тока (50+25/-10) В с катушки электромагнитного клапана (ЭПК) при токе не более 0,5 А.

- команда «Рег» - регистрация включенного состояния аппаратуры САУТ-ЦМ на ленте локомотивного скоростемера СЛ-2М. Срабатывание контактов с нагрузочной способностью (50+25/-10) В при токе 3А.

- сигнал «Vф» - выдается на пульт машиниста в двоичном последовательном коде, пропорциональном фактической скорости;

- сигнал «Vпр» - выдается на пульт машиниста в двоичном последовательном коде, пропорциональном допустимой скорости в данной точке пути;

- сигнал «S» - выдается на пульт машиниста в двоичном последовательном коде, пропорциональном расстоянию до точки прицельно остановки;

сигнал «р» - выдается на пульт машиниста в двоичном коде, пропорцинальном расчетному тормозному коэффициенту при нажатии и удержании кнопки КОМПЛЕКТ на пульте машиниста.

При функционировании локомотивной аппаратуры САУТ-ЦМ необходимо выполнение следующих технических требований:

. При движении поезда по зеленому показанию АЛС САУТ-ЦМ осуществляет контроль максимально-допустимой скорости Vmax. При достижении поездом Vmax САУТ-ЦМ отключает тягу, а при превышении Vmax на 2 км/час осуществляет автоматическое служебное торможение для снижения скорости до установленной величины. Локомотивные устройства позволяют изменять максимально допустимую скорость до 160 км/ч при изготовлении системы на заводе или настройке в депо.

. При движении поезда по красно-желтому показанию автоматической локомотивной сигнализации к путевому светофору с запрещающим показанием САУТ-ЦМ в начале блок-участка контролирует превышение допустимой скорости движения на красный сигнал V кж, а на расстоянии необходимого тормозного пути до сигнала отключает тягу и обеспечивает автоматическое служебное торможение поезда до полной остановки перед путевым светофором на расстоянии 10-150 м.

. При движении поезда по желтому показанию автоматической локомотивной сигнализации к проходному светофору с желтым огнем или к входному светофору станции с одним желтым огнем САУТ-ЦМ обеспечивает в начале блок-участка контроль максимально-допустимой скорости движения, а на расстоянии необходимого тормозного пути до путевого светофора с желтым показанием отключает тягу и обеспечивает автоматическое служебное торможение до скорости V кж проследования путевого светофора с желтым показанием [2,4,5,6,7].

. При движении поезда по желтому показанию автоматической локомотивной сигнализации к входному светофору станции с двумя желтыми огнями САУТ-ЦМ обеспечивает в начале блок-участка контроль максимально допустимой скорости движения, а на расстоянии необходимого тормозного пути до входного светофора отключает тягу и производит автоматическое служебное торможение до скорости проследования входного светофора. Величина этой скорости определяет автоматически в зависимости от величины ограничения скорости движения по стрелочному переводу и расстояния от стрелочного перевода до входного светофора, но не более скорости V кж.

. При движении поезда по станционному пути САУТ-ЦМ отключает тягу на расстоянии необходимого тормозного пути до начала ограничения скорости и осуществляет автоматическое служебное торможение до величины ограничения скорости по станционному пути. При движении поезда по станционному пути к закрытому выходному светофору САУТ-ЦМ предупреждает превышение установленного ограничения скорости, а на расстоянии необходимого тормозного пути - обеспечивает автоматическое служебное торможение до полной остановки поезда перед закрытым выходным светофором на расстоянии 10-150 м.

. В случае безостановочного пропуска поезда по боковому станционному пути и белому огню автоматической локомотивной сигнализации САУТ-ЦМ позволяет проследовать выходной светофор с установленной по стрелочному переводу скоростью после нажатия машинистом кнопки ОТПР на пульте управления САУТ-ЦМ.

. Для обеспечения более высокой точности остановки поезда перед светофором САУТ-ЦМ позволяет поезду двигаться со скоростью не более 30 км/ч на расстоянии 275 м.

от точки прицельной остановки. В этом случае машинист должен нажать кнопку ПОДТЯГ., расположенную на пульте управления САУТ-ЦМ, и обеспечить остановку поезда перед сигналом, а после остановки поезда САУТ-ЦМ исключает повторное действие кнопку ПОДТЯГ.

. САУТ-ЦМ позволяет проследовать путевой светофор с запрещающим показанием со скоростью не более 20 км/ч после нажатия машинистом кнопки К20 на пульте управления САУТ. При дальнейшем движении поезда по красно-желтому огням АЛС система должна обеспечивать контроль допустимой скорости 20 км/ч. При достижении поездом контролируемой скорости 20 км/ч САУТ-ЦМ отключает тягу, и при необходимости осуществляет служебное торможение до контролируемой скорости. В конце блок-участка САУТ-ЦМ производит служебное торможение и остановку поезда перед сигналом АЛС система обеспечивает контроль допустимой скорости 40 км/ч до конца блок-участка. При этом ограничение скорости отменяет только после повторного нажатия кнопки К20 на пульте управления САУТ.

. Во всех случаях, за исключением п. 1.2.10, при изменении запрещающего показания АЛС на более разрешающее САУТ-ЦМ автоматически снимает ограничение скорости и переходит к программе, соответствующей более разрешающему показанию АЛС.

. При отсутствии информации о длине блок-участка (отказ напольного генератора) в САУТ-ЦМ предусмотрено автоматическое задание длины блок-участка, минимального на данном участке обращения локомотива. Такое задание расстояния производится в начале блок-участка при смене показаний локомотивного светофора с желтого на красно-желтое, с красно-желтого на красное, с желтого на белый (въезд на боковой некодированный путь станции).

. САУТ-ЦМ обеспечивает контроль самопроизвольного движения поезда. При любом показании локомотивного светофора и несанкционированном движения поезда, на расстоянии более 3 м без подтверждения бдительности машинистом, система обеспечивает автоматическое служебное торможение. Для отмены торможения после остановки поезда необходимо нажать кнопку К20.

. САУТ-ЦМ осуществляет контроль и регулирование скорости поезда при движении по участкам пути с постоянными ограничениями скорости. Отмену действия ограничения скорости необходимо производить нажатием кнопки ОС на пульте управления САУТ.

. САУТ-ЦМ обеспечивает регистрацию на ленте локомотивного скоростемера включенного состояния локомотивной аппаратуры САУТ-ЦМ и регистрацию исправной работы путевых устройств на каждом перегоне и станции.

. САУТ-ЦМ обеспечивает непрерывный контроль исправной работы и в случае появления отказа осуществляет экстренное торможение поезда через клапан ЭПК. Система позволяет машинисту отменить экстренное торможение поезда отключением отказавшей системы.

. САУТ-ЦМ обеспечивает измерение фактической эффективности тормозных средств в грузовых и пассажирских поездах и формирует программную скорость в зависимости от действительного значения тормозного коэффициента, профиля пути, расстояния до сигнала и показания автоматической локомотивной сигнализации.

. САУТ-ЦМ передает информацию машинисту:

о резерве скорости в каждой точке пути (разность допустимой и фактической скоростей);

о длине блок-участка или маршрута приема поезда на станцию в момент проследования путевого светофора, а при дальнейшем движении - о текущем расстоянии до путевого светофора;

о фактической эффективности тормозных средств поезда.

. САУТ-ЦМ обеспечивает выдачу машинисту речевых сообщений и дополнительный контроль бдительности, осуществляемый нажатием рукоятки РБ в ответ на

отдельные речевые сообщения, начинающиеся словом «ВНИМАНИЕ». Воспроизведение речевых сообщений, связанных с сигнальными показаниями АЛСН осуществляется при смене кодов АЛСН взамен свистка ЭПК [9,10,12,13]:

1. Впереди зеленый;
2. Внимание! Впереди желтый;
. Внимание! Впереди красный;
. Внимание! Красный;
. Внимание! Белый;
. Внимание! Начало движения;
. Внимание! Сигнал;
. Внимание! Впереди переезд;
. Внимание! Впереди станция;
. Внимание! Впереди опасное место;
. Отключи тягу;
. Впереди проба тормозов;
. Впереди нейтральная вставка;
. Впереди токораздел;
. Впереди мост;
. Впереди платформа;
. Впереди переход;
. Впереди путепровод;
. Впереди ПОНАБ;
. Впереди тоннель.

Содержание и количество речевых сообщений может быть изменено и дополнено в условиях эксплуатации путем перепрограммирования «Flash-памяти» без изъятия микросхем.

. Отказ одного из 2-х ДПС САУТ-ЦМ в пути следования не приводит к выключению системы. В этом случае САУТ-ЦМ автоматически переходит к работе с одним ДПС и вводит дополнительный периодический контроль бдительности машиниста при любых показаниях АЛС. Периодический контроль бдительности сигнализирует машиниста о неисправном ДПС и необходимости записи в журнал ремонта.

. САУТ-ЦМ обеспечивает прием информации от унифицированных путевых генераторов (ГПУ-САУТ).

. САУТ-ЦМ обеспечивает возможность записи в ПЗУ локомотивной аппаратуры базу данных не только перегонов, но и станций с маршрутами приема, задаваемыми унифицированными путевыми генераторами (ГПУ-САУТ).

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.
2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.
3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.
4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА,

ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

УВЯЗКА УСТРОЙСТВ ГАЦ С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЕЙ ПАРКА ПРИБЫТИЯ

Плахотник И.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Примерный схематический план парка приема и часть табло горочного пульта показаны на рисунке 1. Маршрут надвига задает дежурный по ЭЦ нажатием двух кнопок: начальной поездной у светофора с пути надвига и конечной поездной в конце зоны ЭЦ у

горба горки. Однако согласие на задание маршрута надвига дается дежурным по горке нажатием кнопки согласия надвига, например Г2СН при надвиге на 2-й путь. При этом возбуждается реле дачи согласия Г2СН. Фронтовой контакт этого реле замыкает цепь возбуждения реле получения согласия надвига на посту ЭЦ. На горочном пульте и на табло поста ЭЦ мигающим светом загораются зеленые лампочки «Согласие надвига» Г2СН [1,3,8,11,14] .

При отпускании кнопки Г2СН с реле Г2СН1 снимается шунт и оно возбуждается. После срабатывания схем наборной и исполнительной групп ЭЦ создается цепь возбуждения реле восприятия установки маршрута надвига Г2ВН, что свидетельствует об окончательном задании маршрута. Лампочка «Согласие надвига» на пульте ГАЦ и табло ЭЦ будут гореть ровным светом до полного размыкания этого маршрута. В цепи возбуждения сигнальных реле светофора с пути надвига, кроме обычных зависимостей, в схемах ЭЦ проверяется возбужденное состояние реле согласия надвига. Благодаря этому дежурный по горке может до начала использования маршрута переключить сигнал с пути надвига [2,4,5,6,7]. Для этого он нажимает и отпускает кнопку Г2СН. При нажатии кнопки Г2СН за счет шунтирования его обмотки цепью последовательно соединенных контактов реле: ПГ2И, Г2СН1, Г2СН1, Г2СН. Причем фронтовым контактом реле ПГ2И проверяется закрытое положение светофора ПГ2 и Г.

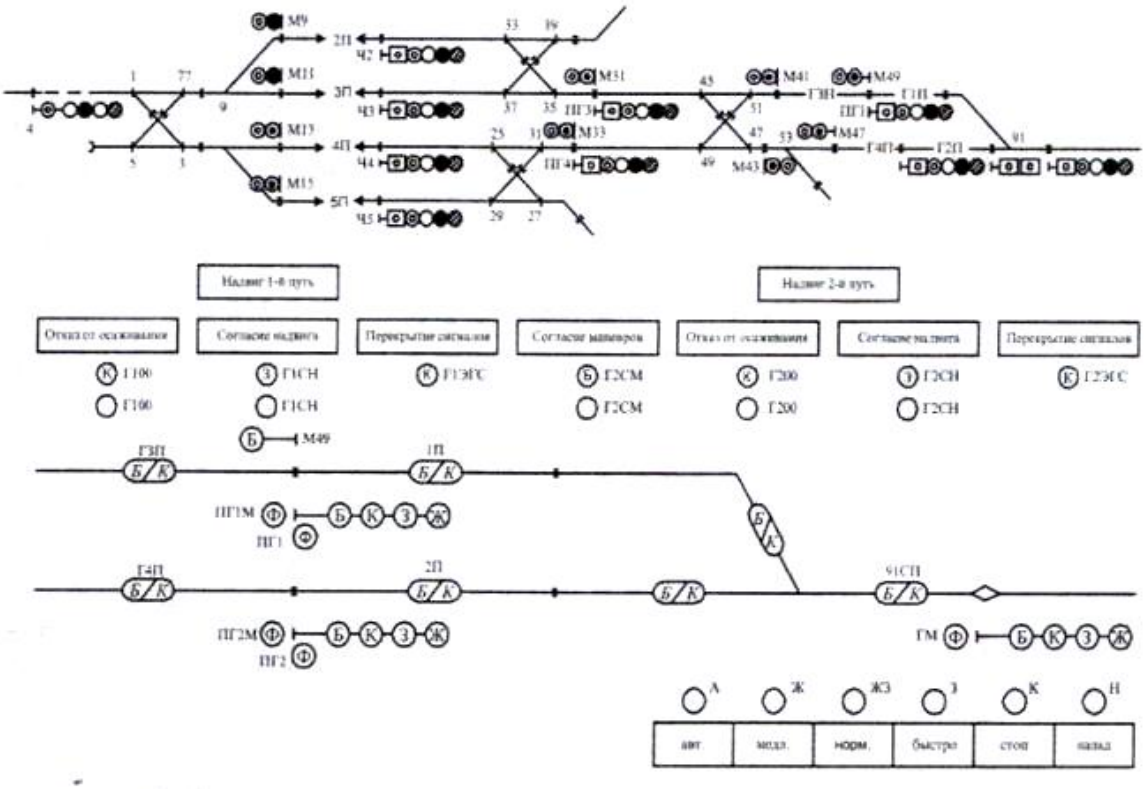


Рисунок 1 – Однониточный схематический план парка приема и элементов табло горочного пульт

Дежурный по горке, убедившись, что маршрут надвига задан (лампочка «Согласие надвига» горит зеленым светом), открывает горочный светофор.

С этого момента все повторительные светофоры, включая светофор с пути подгорочного парка, автоматически повторяют показания горочного светофора, а все попутные маневровые светофоры загораются белым огнем. Для этого в схемах ЭЦ сигнальные реле маневровых светофоров возбуждаются по специальной цепи, в которой проверяется замыкание маршрута, отсутствие искусственной разделки и возбужденное состояние соответствующих вспомогательных реле.

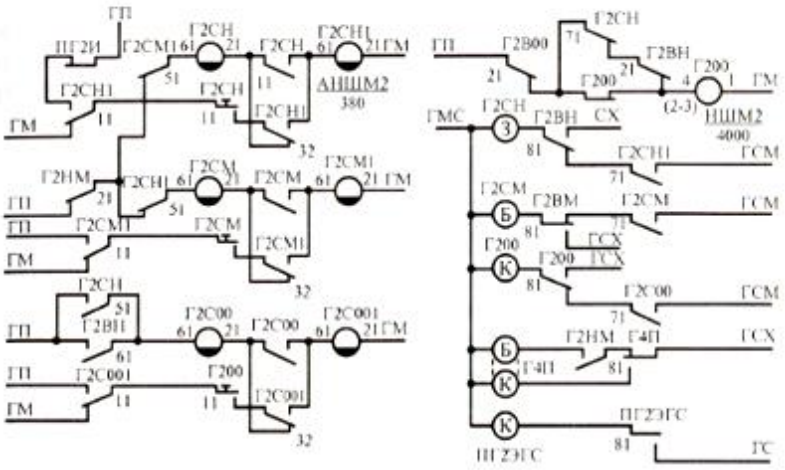


Рисунок 2 – Схема горочного поста для увязки с ЭЦ

При использовании маршрута надвига, когда состав вступит на первую секцию за светофором, на горочном посту возбуждается реле наличия состава на маршруте Г2НМ, которое своим контактом обесточит реле Г2СН, Г2СН1 и включит цепь самоблокировки реле Г2СН поста ЭЦ. Фронтовым контактом реле Г2НМ на горочном пульте засвечивается белая полоса участка, указывающая на начало движения состава. С этого момента согласие на надвиг отменить нельзя [9,10,12,13].

На участке пути перед горочным светофором, если там нет светофора, ограждающего выход в централизованную зону, маневровый маршрут задается с согласия дежурного по горке нажатием кнопки «Согласие маневров» (Г2СМ). При этом порядок действий дежурных по ЭЦ и ГАЦ, а также индикация на пульте ГАЦ и табло ЭЦ аналогичны тем, которые имеют место при задании и отмене маршрута надвига с той разницей, что вместо лампочек Г2СН загораются белые лампочки «Согласие маневров» (Г2СМ).

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.
7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.
8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.
9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.
10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.
11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.
12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.
13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.
14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

УПРАВЛЕНИЕ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИЕЙ

Овчинникова Л.И.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Компрессорные станции предназначены главным образом для производства сжатого воздуха, обеспечивающего работу пневматических замедлителей тормозных позиций. Сжатый воздух используется и для обдувки стрелок, а также для работы пневмопочты.

Компрессорные установки, размещенные в помещении компрессорной станции, поставляются в комплекте со встроенной автоматикой, в основном предназначенной для предотвращения аварийных режимов их работы. С целью оптимизации режимов работы компрессоров на станции, а также для экономии электроэнергии они объединяются в одну сеть, на базе которой строится автоматизация управления компрессорными установками.

Релейные системы автоматизации морально устарели, и поэтому автоматизация осуществляется на базе микропроцессорной техники и ПЭВМ. Несмотря на различия в

технической реализации и элементной базе, все системы автоматизации в той или иной мере принципиально решают одни и те же задачи [1-5].

Система автоматизации обеспечивает экономию расхода энергоресурсов при производстве сжатого воздуха: повышает качество исполнения технологического процесса и безопасность роспуска; увеличивает ресурс срока службы компрессорного оборудования; облегчает работу оператора компрессорной станции.

Она обеспечивает выполнение следующих функций: включение реле запуска двигателя компрессора; включение реле остановки компрессора с разгрузкой; включение реле аварийной остановки электродвигателя компрессора; контроль технологических параметров функционирования агрегатов КС (температура, давление, проток воды); включение аварийной сигнализации; протоколирование технологических параметров функционирования агрегатов компрессоров, включая время их наработки; выбор и очередность включения компрессоров; поддержание номинального давления сжатого воздуха в пневмосети; отображение на экране дисплея компьютерного центра управления текущих технологических параметров [6-10].

В состав системы входит: компьютерный центр управления (КЦУ), включающий промышленный компьютер, монитор, клавиатуру, мышь, принтер, резервный источник питания; устройства ввода-вывода и управления, размещаемые в пультах управления компрессорами; программное обеспечение; соединительные кабели.

Комплектующие устройства системы КСА УКС устанавливаются и монтируются на рабочем месте оператора компрессорной станции и непосредственно в шкафах управления компрессоров.

Для нормального функционирования тормозных средств в пневмосети автоматически поддерживается давление сжатого воздуха $P = 8$ кгс/см^2 при роспуске и не ниже 6,0 кгс/см^2 в отсутствие роспуска, согласно правилам и нормам проектирования сортировочных устройств на железных дорогах. Соответствующие нормативные величины давления сжатого воздуха в пневмосети обеспечиваются и поддерживаются включением определенного числа компрессоров.

В режиме роспуска вагонов в пневмосети должно поддерживаться давление $8{,}5 \geq P \geq 8{,}0$ кгс/см^2. Количество одновременно включенных компрессоров зависит от ряда факторов, в числе которых наиболее значимыми являются производительность компрессора и расход сжатого воздуха.

Комплексная автоматизация предполагает полную автоматизацию включения—выключения компрессоров и постоянный контроль за рабочими характеристиками их агрегатов. Кроме того, система обеспечивает защиту по допустимому времени непрерывной работы компрессора (не более 3 ч для 10ЗВП-20/8 и не менее 1 ч отдыха).

Чаще реализуется «регламентное» включение требуемого числа и очередность включения компрессоров с пульта управления по заданию оператора компрессорной станции. Так, по экспертным оценкам, количество одновременно включаемых компрессоров в режиме «роспуск» для горок большой мощности колеблется от 4 до 6.

Если оператором установлен автоматический режим управления компрессорами, но не задано число одновременно работающих компрессоров в режиме «роспуск», алгоритмом программы предусмотрена одновременная работа не более шести компрессоров в этом режиме. Общим критерием очередности включения компрессоров служит минимум выработанного компрессором ресурса.

В случае, если выходной датчик фиксирует давление $P < 7{,}6$ кгс/см^2, то подключается дополнительно очередной компрессор (вплоть до max = 8).

В случае, если датчик фиксирует давление $P > 8{,}2$ кгс/см^2, то компрессоры выключаются по очереди, оставляя включенными не более 1—2.

В режиме отсутствия роспуска в пневмосети поддерживается нормативная величина давления не ниже 6 кгс/см. Если давление в пневмосети снижается и становится менее 6 (6,5) кгс/см^2, программа включает поочередно компрессоры до тех пор, пока давление не

достигает минимально контролируемой величины. Решение о включении очередного компрессора принимается по истечении назначенного таймером времени.

Контроль функционирования компрессорной станции производится по каналам ввода дискретных сигналов. Встроенная автоматика современных компрессоров реализуется на микропроцессорной базе, обеспечивает контроль и управление за рабочими параметрами компрессора, в том числе аварийные режимы выключения. Поэтому задачи автоматизации компрессорной станции в основном состоят в реализации системной увязки автономных устройств управления. Эти схемы и алгоритмы практически ничем не отличаются и определяются лишь числом компрессоров. На рисунке 1 показано одно из окон, отражаемых на дисплее оператора, контролирующее рабочие параметры одного из компрессоров [11-14].

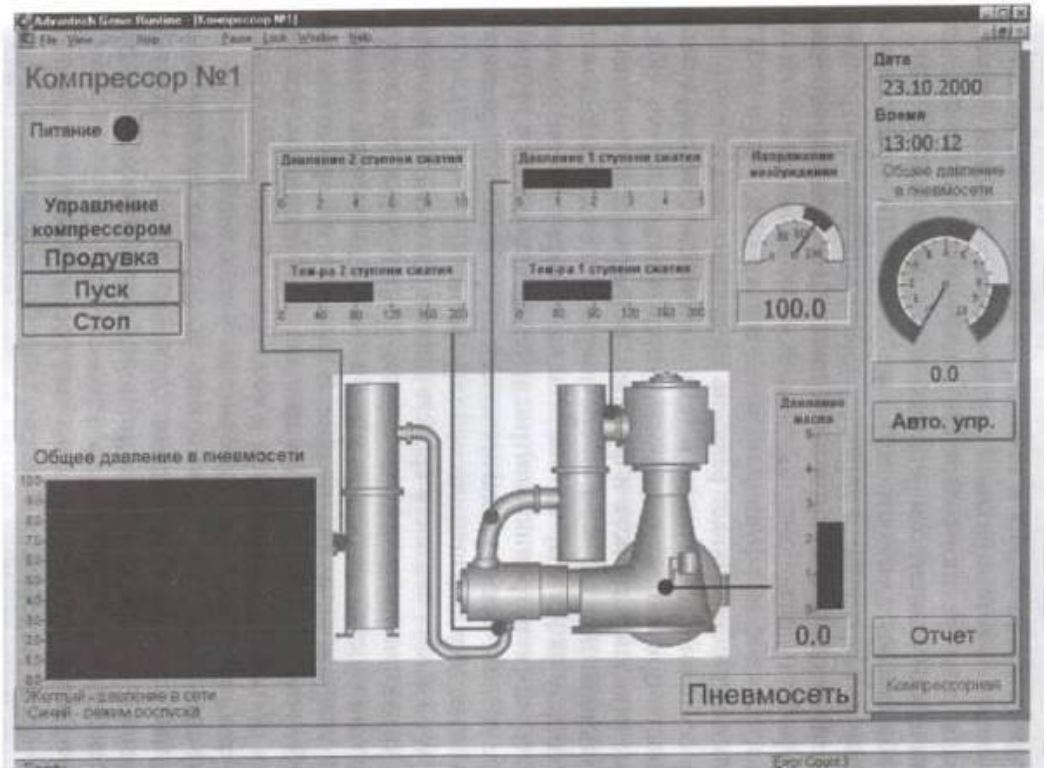


Рисунок 1 – Структурная схема автоматизации компрессоров

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.
6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.
7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.
8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.
9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.
10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.
11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.
12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.
13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.
14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

УПРАВЛЕНИЕ СКОРОСТЬЮ НАДВИГА, РОСПУСКА И МАНЕВРОВЫХ ПЕРЕДВИЖЕНИЙ

Фоминов А.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Подсистемы, обеспечивающие управление отдельными технологическими операциями, объединены в комплексную систему автоматизированного управления сортировочной станцией. Горизонтальные парки оборудуются подсистемой автоматической локомотивной сигнализации с телеуправлением локомотивами и передачей информации по радиоканалу ГАЛС Р.

Ранее сортировочные станции оборудовались системой ГАЛС РЦ. Опыт ее эксплуатации показал, что, несмотря на целесообразность ее использования в качестве самостоятельной системы для повышения безопасности движения, улучшения условий труда машинистов, особенно при плохой видимости, по своим эксплуатационно-техническим характеристикам ГАЛС РЦ не в полной мере удовлетворяет современным требованиям комплексной автоматизации. Это, прежде всего, недостаточный объем информации, формируемый и передаваемый на борт, отсутствие средств диагностики, проблематичность интеграции в общую структуру автоматизации, применение в качестве канала рельсовых цепей предгорочного парка [1-3].

Ранее внедрявшиеся системы горочной АЛС ограничивались опытными образцами аппаратуры, но заложили фундамент для создания современного комплекса аналогичных по назначению систем. Принятая для тиражирования на сортировочных горках система ГАЛС Р обеспечивает обмен информацией и управление локомотивами, осуществляющими маневровые передвижения, надвиг и роспуск составов по заданным маршрутам [4,7-10].

Передача информации на локомотивы осуществляется по цифровому каналу радиосвязи непрерывно на протяжении всего времени работы локомотива в системе. Работа радиоканала борт— пост организуется по асинхронному протоколу и в зависимости от местных условий обеспечивает дальность действия в радиусе не менее 5 км от центра управления. Цикл обмена информацией при одновременной работе 10 локомотивов осуществляется за 2 с. Телеграмма о маршрутном задании содержит адрес локомотива, полное описание маршрута (сигналы, стрелки, длины участков). Такой принцип задания маршрута позволяет локомотивам работать на любой станции. Настройка производится только выбором частоты сигнала. В ответной телеграмме локомотивов указываются: текущая скорость и пройденный путь, направление движения, режим движения и заданные значения скорости, контроль бдительности машиниста и сообщения по диагностике [5-6].

Маршруты надвига и роспуска дополняются командами о показаниях горочного сигнала, расчетном значении скорости, виде маршрута (основной, предварительный или попутный надвиг, роспуск, осаживание), номере вершины горки. Эта же информация выводится на монитор машиниста в дополнение к сообщениям о текущих значениях скоростей, позиции контроллера и расстоянии и до конца маршрута.

Система ГАЛС Р создана на принципиально новой элементной базе с использованием программного обеспечения на основе операционной системы реального времени iRMX. Система состоит из двух частей (рисунок 1): постовой и бортовой (локомотивной) аппаратуры. Постовая аппаратура включает управляющий вычислительный комплекс (УВК) и автоматизированное рабочее место дежурного по парку (АРМ ДСП). УВК ГАЛС Р посредством распределенной матрицы контактов реле собирает информацию о состоянии рельсовых цепей, светофоров, положении стрелок. На ее основе, а также в зависимости от действий дежурного УВК реализует передачу команд на локомотив. Бортовые устройства ГАЛС Р, получив команду с поста осуществляют управляющие воздействия на силовую и тормозную установки локомотива, устройства бдительности машиниста. Таким образом, производится дистанционное телеуправление горочным локомотивом с поста.

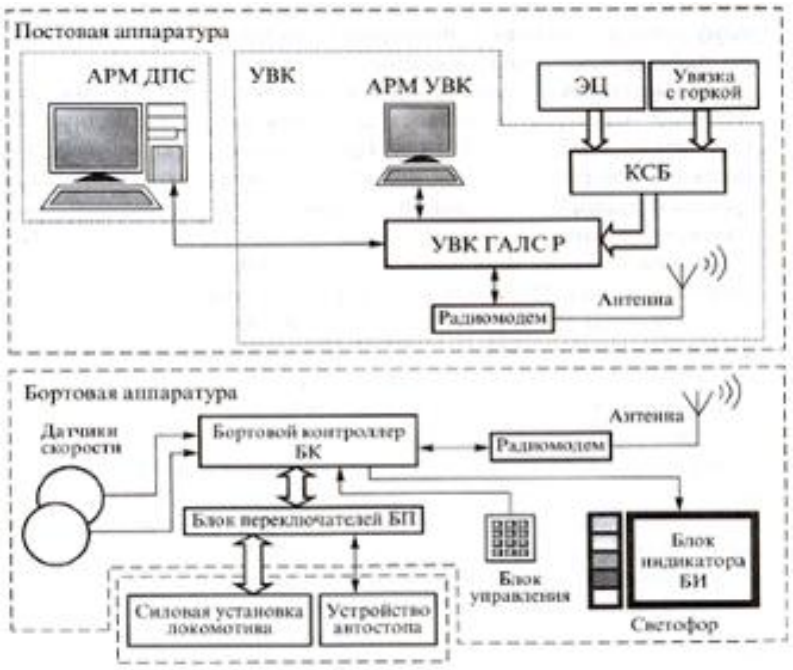


Рисунок 1 – Структурная схема ГАЛС Р

ГАЛС Р предназначена для обеспечения безопасности движения при расформировании составов и проведения маневровых передвижений на станциях, повышения перерабатывающей способности горки и улучшения условий труда локомотивных бригад и ДСП по управлению процессом маневров, надвига и роспуска составов.

Система ГАЛС Р обеспечивает работу на станции в следующих режимах: выполнение маневрового маршрута — контроль непроезда запрещающих сигналов и стрелок, установленных не по маршруту при движении под закрытый сигнал; основной надвиг — подача состава из парка прибытия до горба горки при открытом горочном сигнале; подтягивание — подача состава из парка прибытия до повторителя горочного сигнала при закрытом горочном сигнале; попутный надвиг — подача состава из парка прибытия вслед распускаемому составу или по маневровым сигналам; роспуск состава — надвиг состава после вступления на изолированную секцию перед горочным сигналом; осаживание состава в сторону парка прибытия [11-14].

Основной надвиг и подтягивание составов осуществляется поездным порядком (по поездным маршрутам), попутный надвиг — маневровым порядком. Во время надвига и роспуска может реализовываться два режима:

• ручной режим — контроллером управляет машинист;

• авторежим — контроллером управляет бортовая аппаратура ГАЛС Р. Авторежим формируется из двух подрежимов:

• телеуправление — скорость задается системой ГАЛС Р;

• местное задание — скорость задается машинистом с помощью клавиатуры.

Управление скоростью составов при надвиге и роспуске осуществляется путем реализации бортовым контроллером режима автоматического управления силовой установкой локомотива.

Сразу после формирования маршрута надвига и открытия сигналов по ходу маршрута постовой контроллер системы ГАЛС Р определяет оптимальную скорость движения локомотива, осуществляющего надвиг состава. Значение этой скорости передается на локомотив по радиоканалу. Бортовой контроллер принимает радиотелеграмму и отображает ее в виде заданной скорости на рабочем экране (блок индикации) машиниста наряду с другой информацией о маршруте.

При нажатии машинистом кнопки «Авто» на клавиатуре БА ГАЛС Р, бортовой контроллер немедленно начинает реализовывать заданные параметры движения. В режиме надвига заданная скорость движения состава определяется, исходя из положений, изложенных в регламенте станции. Программное обеспечение постового контроллера содержит ряд таблиц скоростей, приспособленных к различным условиям надвига. В них перечисляются значения заданных скоростей в зависимости от числа свободных блок-участков перед головой надвигаемого состава, режима надвига и показаний поездных сигналов по ходу маршрута.

При занятии головой надвигаемого состава блок-участка, непосредственно примыкающего к горочному сигналу, постовой контроллер автоматически фиксирует переход маршрутного задания из режима надвига в режим роспуска.

По ходу выполнения маршрута (надвига или роспуска) требуемая скорость состава периодически корректируется. В этом случае постовой контроллер формирует новое значение заданной скорости и со следующего цикла радиообмена начинает передавать ее на локомотив. Бортовой контроллер в свою очередь отвечает на это изменением скорости движения локомотива.

По окончании выполнения маршрута постовой контроллер определяет завершение роспуска и передает информацию об этом на локомотив. Бортовой контроллер сбрасывает информацию о составе и заданной скорости надвига и переводит дизель в режим ручного управления скоростью. Дальнейшее управление локомотивом осуществляет машинист.

Реализация описанных функций системы ГАЛС Р позволяет применять ее не только на сортировочных, но и на других станциях, где отсутствуют сортировочные горки, в качестве альтернативы другим системам АЛС.

ГАЛС Р может использоваться, как в составе комплексной системы управления надвигом и роспуском, так и в качестве автономной системы, что в наиболее полной мере отвечает современным требованиям автоматизации сортировочной станции.

В настоящее время система ГАЛС Р, принятая к тиражированию, эксплуатируется на станции Бекасово-Сортировочное в составе комплексной системы автоматизации КСАУ СС.

Основными информационными составляющими мониторинга и управления маневровыми перемещениями являются: идентификация прибывающих на станцию (опорный центр) подвижных единиц; контроль за их перемещением в пределах станции; учет накопления вагонов на путях парков станции; контроль заполнения путей парков станции; контроль габарита стоящих вагонов (наличие проходов); контроль за временным регламентом выполнения отдельных технических операций; регистрация состояния маневровых и поездных локомотивов; регистрация директив или информационных сообщений оперативного персонала (ДСПГ), горочных операторов, ДСП (парков), машинистов локомотивов.

На рисунке 2 представлена структурная схема системы ГАЛС Р в увязке с системами горочной автоматизации. Для обеспечения надежной работы ГАЛС Р в составе комплексной системы КСАУ СС и бесперебойного обмена информацией с абонентами системы (ГАЦ, АСУ СС) управляющий вычислительный комплекс выполнен по дублированной схеме. При сбое в работе основного контроллера производится переключение на резервный.

На крупных сортировочных станциях существует несколько зон ЭЦ. Основная часть сигналов ЭЦ концентрируется на центральном посту, остальные зоны контролируются соответствующими периферийными постами. В связи с этим структура ГАЛС Р дополнена периферийным постовым контроллером ППК, для сбора информации с устройств ЭЦ данного поста и передачи ее УВК центрального поста. Кроме этого, ППК принимает данные о поездной ситуации и выполнении технологических операций с поездами от УВК и отображает ее на АРМ ДСП данного поста. Обработка данных, выработка команд для локомотивов и поддержание радиообмена по-прежнему выполняются УВК ГАЛС Р.

Для каждого дежурного по парку устанавливается свой АРМ ДСП, который имеет обмен данными с основным и резервным контроллерами по независимым друг от друга каналам связи.

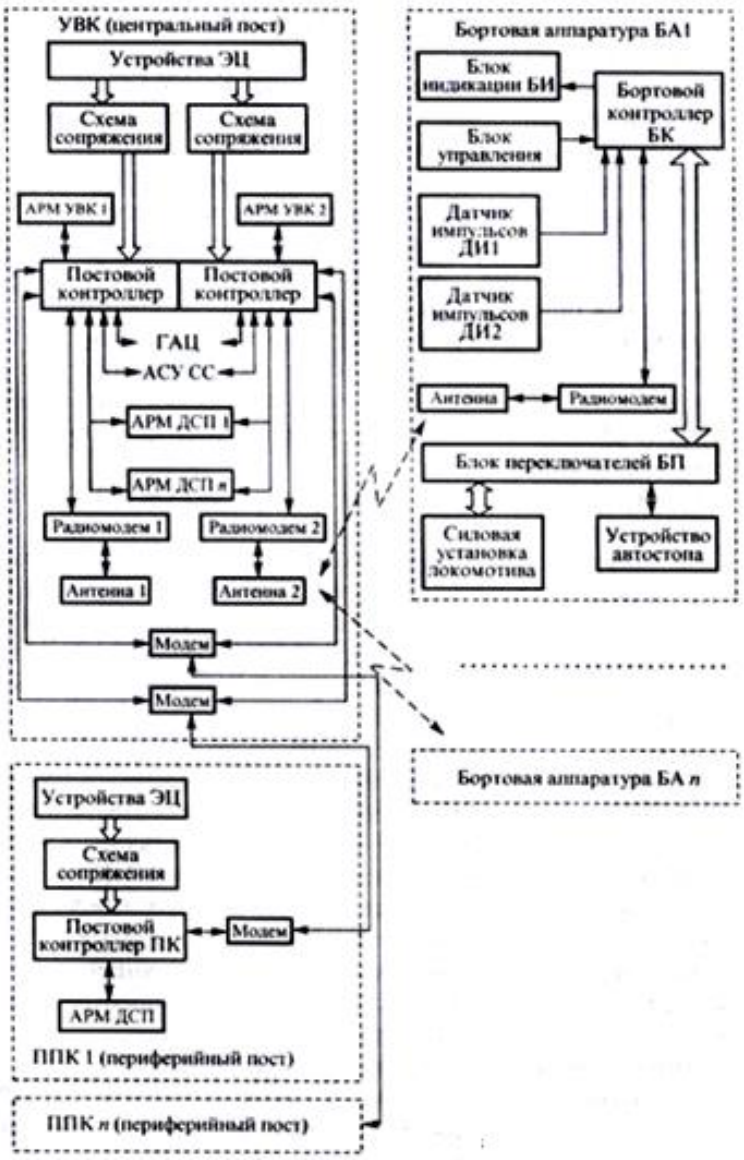


Рисунок 2 – Структурная схема системы ГАЛС Р в увязке с системами горочной автоматизации

Программные средства ГАЛС Р включают как типовое, так и специально разработанное программное обеспечение (ПО). Типовое ПО представляет собой мультизадачную операционную систему реального времени iRMX с поддержкой приоритетов, эффективных межзадачных связей, а также высокой скоростью реакции на события. Разработанное ПО выполнено на языке программирования Си с использованием системных библиотек ОС iRMX. Данное ПО подразделяется на бортовое и постовое. Постовые программные средства одинаковы как для постовых контроллеров (УВК, ППК), так и для автоматизированных рабочих мест дежурных по паркам АРМ ДСП, но функции, которые выполняются на том или ином элементе системы, активизируются с помощью настроек. Бортовое ПО также единое для всех типов локомотивов. Параметры выполняемых им функций настраиваются под конкретный тип маневрового локомотива (ЧМЭЗ, ТЭМ2 и т.п.).

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и

экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

УПРАВЛЕНИЕ ТОРМОЖЕНИЕМ ОТЦЕПОВ В ЗАМЕДЛИТЕЛЯХ

Новиков В.С.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

На ТП происходит быстрое импульсное воздействие тормозящей силы на отцеп, в результате чего резко изменяется динамика его движения вследствие действия инерционных сил. На рисунке 1 показаны различные траектории движения отцепов как в режиме торможения на ТП, так и после нее в режиме свободного скатывания.

Последствия такого торможения трудно предсказуемы до момента перехода отцепа в режим динамически установившегося движения свободного скатывания и существенно снижают точность прогнозирования движения. Так, кривая 1 характеризует движение отцепа с расчетной скоростью $V_{вых.р}$ без торможения на ТП в режиме установившегося движения. Кривые 2, 3, 4 характеризуют разные режимы торможения и, как следствие, различные траектории движения вагонов после торможения. Следует обратить внимание на тот факт, что. в момент оттормаживания замедлителя во всех случаях обеспечивалась одна и та же выходная скорость для одного и того же вагона. Различные траектории движения отцепов после торможения вызваны последствиями действия инерционных сил [1-5].

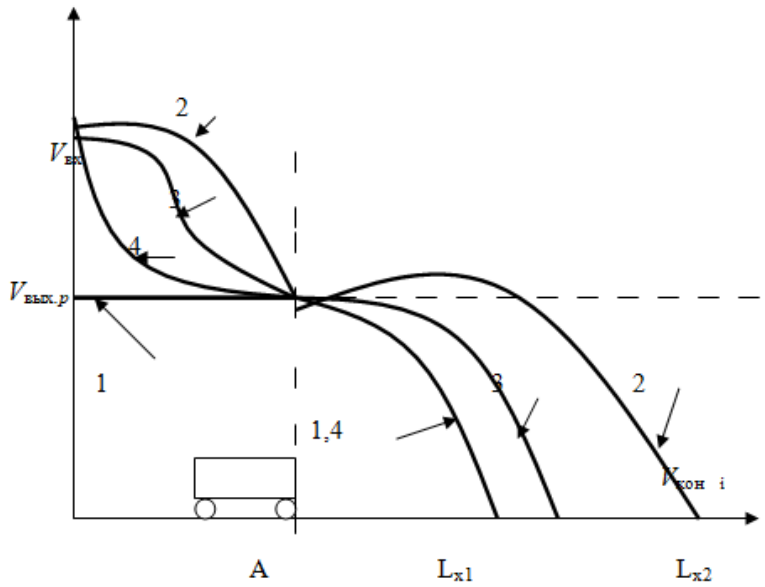


Рисунок 1 – Траектории движения отцепов

Для уменьшения влияния инерционных сил, управление торможением отцепов в замедлителях должно быть плавным (мягким), обеспечивающим плавное сопряжение кривых в момент оттормаживания. Это обеспечивается при условии равенства величин ускорения в момент оттормаживания отцепа и ускорения свободного скатывания его по участку пути (сортировочному пути). Таким образом, критериями прицельного торможения являются два параметра, определяющие динамику движения отцепов: скорость выхода $У_{вых}$ и ускорение в момент растормаживания ($а = я_{св}$), равное ускорению свободного скатывания отцепа [6-10].

На рисунке 2 показана траектория изменения скорости отцепа, поясняющая реализацию плавного режима торможения (ПРТ). Алгоритм, реализующий его, состоит в следующем.

Отцеп въезжает на заторможенный замедлитель, установленный на одну из низших ступеней торможения (I или II). Через равные интервалы пройденного пути Δh (Δh≠Δl) измеряется скорость движения отцепа:V_1, V_2, ...

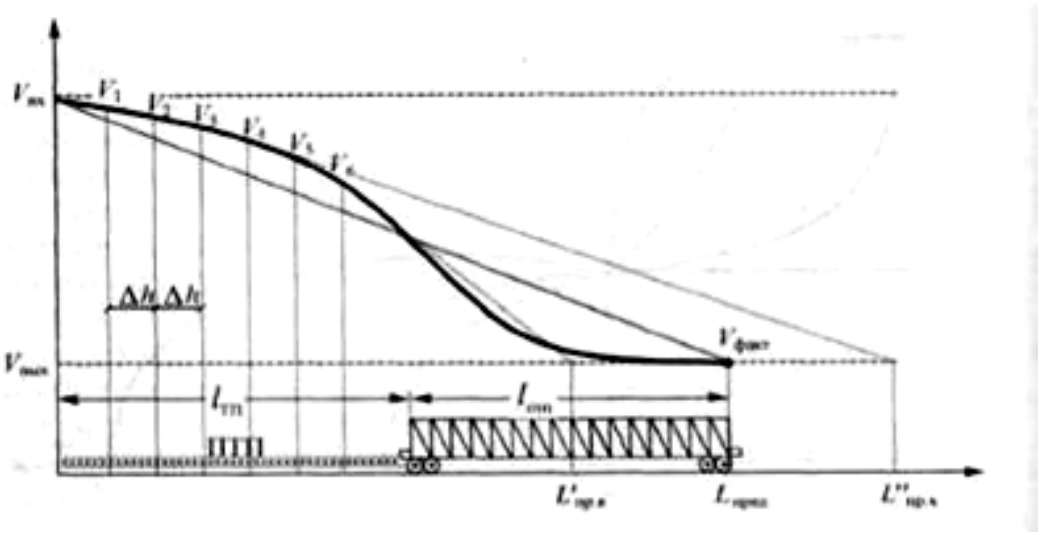


Рисунок 2 – Траектория оптимального торможения вагонов

$$a_h = \frac{V_h^2 - V_{k-1}^2}{2\Delta h}; \quad \hat{a}_h = \hat{a}_{h-1} + \frac{1}{k}(a_h - \hat{a}_{h-1}).$$

По измеренным значениям скорости вычисляются текущие ускорения a_h и их оценка:

$$L_{\text{пр.к}} = \frac{V_k^2 - V_{\text{вых.р}}^2}{2\hat{a}_h}, \quad \text{где } V_k = V_1, V_2, V_3, \dots,$$

Далее вычисляется на текущей ступени торможения координата $L_{пр\ к}$, в которой скорость станет равной расчетной $У_{вых}$; если на текущей ступени торможения окажется, что $L_{“пр\ к} > L_{пр\ к}$,

$$L_{\text{пр.к}} \le L_{\text{пред}}.$$

то необходимо увеличивать тормозящее усилие, т.е. увеличивать ступень торможения. И так до тех пор, пока не будет выполнено неравенство

$$L_{\text{пред}} = l_{\text{ТП}} + l_{\text{отц}}.$$

Минимальная тормозящая сила, обеспечивающая торможение отцепа до расчетной скорости $V_{ВЫХ}$, называется достаточной, а соответствующая ступень торможения— достаточной ступенью торможения. На этой ступени продолжается торможение отцепа до достижения им фактической скорости $К_{факт} = К_{вых.р}$ в точке $L_{пред}$. Эта точка, называемая предельной, определяется координатой, в которой должна находиться «голова» отцепа в момент выезда последней колесной пары его из тормозящих балок замедлителя:

Для вычисления коэффициента $к_а$ достаточно после измерения ускорений

$$a_i = a_{зам\ i} \text{ и } a_{i+1} = a_{замi+1}$$

на начальной, одинаковой ступени торможения, после въезда первой колесной пары отцепа на замедлитель, определить величину:

$$k_a = \frac{a_{замi}}{a_{замi+1}} = \frac{a_i}{a_{i+1}}.$$

Таким образом, реализация МРТ при заторможенном замедлителе на одной из низших ступеней торможения позволяет уточнить разницу в ходовых свойствах попутно следующих отцепов [11-14].

Алгоритм МРТ относится к категории адаптивных алгоритмов определения реальных ходовых свойств отцепов. При этом, что весьма важно, не требуется априорно определять массы отцепов. Немаловажно и то, что заторможенное состояние замедлителя на низшей ступени торможения практически исключает выдавливание отцепов тормозными балками замедлителя и уменьшает время на выполнение команды торможения, связанное с инерционностью замедлителя.

Инерционность работы тормозных средств дает предпосылки к появлению погрешностей в реализации скорости выхода $F_{ВЫХ}$ отцепа из ТП. Очевидно, как это показано на рисунке 2, чем плавнее кривая торможения, тем меньше возможная погрешность реализации скорости $У_{вых}$.

$$a_k = \frac{V_{k-1} - V_k}{\tau},$$

Ускорение торможения $а_к$ может быть вычислено иначе:

где τ — интервал измерения текущих значений скорости, может быть принят численно равным $\tau_{отг}$ Тогда получим:

$$\hat{a}_k \tau_{отт} = V_{k-1} - V_k,$$

положив $V_k = К\tau_{факт}$, определяется скорость V_{k-1}, численно равная скорости, при которой необходимо сформировать команду оттормаживания замедлителя $V_{0ТТ}$:

$$V_{отт} = V_{вых.р} + \hat{a}_k \tau_{отт}.$$

Рассмотренный алгоритм распространяется и на управление торможением отцепов не только на II ТП, но и на один ТП и два ТП.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и

экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ

Тимко Д.О.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Устройства горочной централизации относятся к потребителям первой категории. В комплекс энергоснабжения входят пост, компрессорная для управления замедлителями и очистки стрелок и наружное электроосвещение вершины горки и путей надвига (80—100 м от вершины горки). Электроснабжение производится от самостоятельных трансформаторных подстанций, размещаемых в здании компрессорной или расположенных автономно вблизи горки.

В подстанциях устанавливают не менее двух силовых трансформаторов, каждый из которых должен иметь мощность, достаточную для обеспечения энергией электроприемников первой категории: компрессоров, центробежных насосов компрессорной, горочного поста управления, освещения вершины горки, тормозных позиций и путей надвига. Все горочные потребители получают электроэнергию от двухсекционного распределительного щита низкого напряжения, расположенного в здании компрессорной.

Воздуходувные пневматические почты и пункты проверки составов относятся к потребителям второй категории и получают энергию от двух разных источников питания или от одного, но по двум линиям [1,3,8,11,14] .

Пост ГАЦ обеспечивается безбатарейной системой питания электрической централизации. Она комплектуется из типовых панелей унифицированной электропитающей установки электрической централизации: вводной ПВ60; выпрямителей безбатарейной системы питания 24 В, 30 А и 220 В, 30 А типа ПВ24/220ББ; выпрямителей 24 В, 30 А типа ГТВ24; релейной горочной централизации ПРГ; конденсаторов ПК1-1. Особенностью безбатарейного питания устройств ГАЦ является применение панели конденсаторов ПК1 для довода стрелок при выключении переменного тока, переключении питания с основного фидера на резервный и обратно, повреждения основного выпрямителя, а также если перегорят предохранители в цепях основного фидера или выпрямителя. Остальные панели являются унифицированными и их применяют для питания систем ЭЦ. ДЦ и ГАЦ.

В комплект самостоятельного горочного поста входят панели ПВ60. ПВ24/220ББ (2 шт.), ПРГ и ПК1-1. В комплект горочного поста, совмещенного с постом ЭЦ, входят те же панели, но вместо второй панели ГТВ24/220ББ используется панель ПВ24.

Для питания электропневматических клапанов замедлителей при наличии двух тормозных позиций устанавливают батарею из 14 аккумуляторов (28 В), а при трех — батарею напряжением 56 В для увеличения допустимого падения напряжения в кабелях управления электропневматическими клапанами. Катушки электропневматических клапанов включают последовательно. В этих случаях требуется дополнительный выпрямитель для подзаряда батареи управления ЭПК замедлителей третьей, парковой, тормозной позиции. Для этого установка дополняется выпрямительной панелью ПВ24 с двумя выпрямителями ЗБВ-24/ЗО для заряда двухсекционной батареи 56 В.

Вводная панель ПВ60 обеспечивает электропитание устройств переменным током 50 Гц напряжением 380/220 В. Она позволяет подключать два трехфазных фидера от внешних источников энергоснабжения. На панели контролируется наличие напряжения на фидерах, осуществляется и акустическая сигнализация пропадания напряжения или перегорания предохранителей. Мощности вводной панели достаточно для электропитания устройств ГАЦ

горки, состоящей из шести пучков путей с тремя тормозными позициями и параллельным роспуском составов [2,4,5,6,7].

Нагрузка на вводную панель не должна превышать 60 кВ-А, а ток на фазу — 100 А. Для каждого фидера на панели имеются три трансформатора тока для включения счетчиков потребляемой энергии и амперметра. Счетчики в комплект вводной панели не входят, заказываются отдельно и размешаются на ее боковой стороне.

Релейная панель горочной централизации (ПРГ) предназначена для размещения источников питания и распределения питания ламп индикации, светофоров, маршрутных указателей и рельсовых цепей. На трансформаторы релейной панели поступает переменный ток напряжением 220 В с вводной панели.

В релейной панели имеются сигнализатор заземления для всех нагрузок, а также приборы для измерения потребляемых напряжений и токов. Эта панель обеспечивает: подключение переменного трехфазного тока напряжением 220/380 В частотой 50 Гц; непрерывное и импульсное питание ламп табло от трансформатора переменным током напряжением 24 и 19,5 В; питание от трансформаторов цепей питания светофоров переменным током напряжением 220 В в режиме «День», 180 В в режиме «Ночь», 110 В в режиме двойного снижения напряжения, а также маршрутных указателей; питание контрольных цепей стрелок переменным током напряжением 220 В. рельсовых цепей переменным током 50 Гц. релейных шкафов и маневровых колонок переменным током напряжения 220 и 127 В; оптическую сигнализацию перегорания предохранителей. Измерение напряжения на отдельных источниках питания, тока в питающих шинах и сопротивления изоляции основных цепей питания, а также акустическую сигнализацию состояния заземления сетей нагрузок постоянного и переменного тока.

Панель выпрямителей ПВ24/220ББ предназначена для безбатарейного питания устройств горочной автоматической централизации. Панель комплектуется одним зарядно-буферным выпрямителем (ЗБВ-24/30), двумя выпрямителями 220 В, 30 А и двумя силовыми трехфазными трансформаторами.

Зарядно-буферный выпрямитель служит для питания релейных цепей ГАЦ, а при установке двух панелей ПВ24/220ББ и отсутствии панели ПВ24 также для питания управляющей аппаратуры замедлителей.

Выпрямители 220 В, 30 А служат для безбатарейного питания двигателей стрелочных электроприводов и одновременно заряда конденсаторов панели ПК1-1. В панели установлено два выпрямителя: основной и резервный.

Панель выпрямителей ПВ24/220ББ получает питание от сети трехфазного переменного тока 50 Гц напряжением 220/380 В и обеспечивает заряд кислотной аккумуляторной батареи из 12 аккумуляторов в режиме импульсного ползаряда с автоматической регулировкой напряжения на выводах батареи.

Панель выпрямителей ПВ24 предназначена для питания управляющей аппаратуры замедлителей. Панель укомплектована двумя зарядно-буферными выпрямителями ЗБВ-24/30, которые включаются в есть переменного тока аналогично выпрямителю, установленному на панели ПВ24/220ББ.

Панель обеспечивает: включение двух выпрямителей для параллельной работы с одной из двух кислотных аккумуляторных батарей по 24 В каждая; включение выпрямителей для раздельной работы с двумя аккумуляторными батареями по 24 В каждая; подключение каждого выпрямителя в качестве резервного ко второй батарее при отключении его от своей батареи; измерение токов и напряжений в основных электрических цепях, а также оптическую сигнализацию о перегорании предохранителей [9,10,12,13].

Панель выпрямителей получает питание от трехфазной сети переменного тока 50 Гц напряжением 220/380 В.

Панель конденсаторов ПК1 предназначена для аварийного довода стрелочных электроприводов механизированных горок и маневровых районов при выключении

основного и резервного источников энергоснабжения. Она является частью установки безбатарейного питания и работает совместно с двумя панелями выпрямителей ПВ24/220ББ.

Емкость конденсаторов панели равна 36 000 мкФ и рассчитана для довода трех стрелок (ПК1-1).

Панель конденсаторов обеспечивает: автоматическое переключение нагрузки с основного на резервный выпрямитель в случае снижения напряжения на основном выпрямителе до (185±5) В и обратное переключение при восстановлении напряжения до 210 В; разряд конденсаторной батареи на резистор сопротивлением 28 Ом до напряжения 5 В за время не более 5 с; оптический контроль включенного и выключенного состояний обоих выпрямителей и конденсаторной батареи соответственно, если напряжение на них более 210 В или менее 190 В.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы

развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

УСТРОЙСТВО КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЯ ГОЛОВНОЙ ЗОНЫ (УКГЗ)

Шиянов И.С.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

УКГЗ в составе систем ГАЦ выполняет следующие функции: надежный контроль занятости и свободности головной стрелки при проследовании вагонов любых типов, включая длиннобазные, и в случае потери шунта под обычными вагонами; подсчет фактического числа вагонов в каждом отцепе; фиксацию сигнала наличия расцепа вагонов в отцепах; контроль нагона отцепов на головной стрелке; контроль прохождения длиннобазных вагонов. Алгоритм функционирования устройства базируется на контроле проезда осей подвижного состава в счетных точках, оборудованных датчиками. Схема УКГЗ представлена на рисунке 1.

Для выполнения перечисленных требований стрелочный участок головной стрелки оборудуется точечными датчиками индуктивного типа либо дополняется РТД-С и поделен на несколько контрольных зон. На представленном рисунке зона контроля счета осей организована с помощью датчиков индуктивного типа (педалей) П1 и П2. Нормативная длина участка $L_к$ = 2,8 м. Это расстояние больше максимального расстояния между смежными осями двухосных тележек вагона, но меньше самой короткой базы вагона (расстояния между центрами тележек). Третью счетную точку ПЗ (П4) оборудуют в корне остряков стрелки [1,3,8,11,14].

Зона контроля отрыва отцепа от состава организована с помощью педалей П—П2. Нормативная длина участка $L_о$ = 5,6 м меньше максимально возможного расстояния между крайними осями сцепленных вагонов.

Зона контроля свободности стрелочного участка $Б_З$ организована с помощью педалей П1—ПЗ. Нормативная длина зоны определяется границами стрелочного участка.

Каждая точка, оборудованная датчиками, связывается с блоками определения направления движения (ОНД) и четырехразрядными двоичными счетчиками СчО—Сч4.

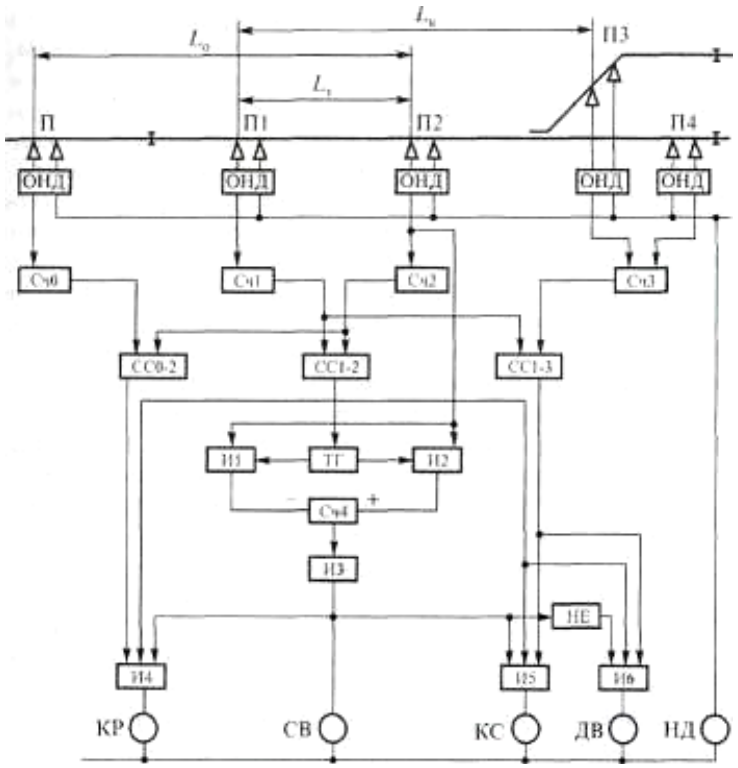


Рисунок 1 – Структурная схема комплексного контроля головной зоны (УКГЗ)

Свободность оборудованных участков контролируется схемами сравнения ССО, СС1. В них производится сравнение (по числу импульсов) числа въехавших на него и выехавших осей колесных пар вагона.

В случае прохода отцепом всех датчиков на всех счетчиках должно быть зафиксировано равное число импульсов, соответствующих осям отцепа, и все схемы сравнения будут находиться в нулевом состоянии. Это свидетельствует о свободности контролируемой зоны [2,4,5,6,7].

При свободности стрелочного участка схемы сравнения ССО, СС1 и счетчик осей Сч4 находятся в нулевом состоянии. Реле контроля расцепа (КР) и контроля свободности стрелочной зоны (КС) возбуждены сигналами с выходов логических схем совпадения И4, И5. Эти схемы контролируют совпадение условий свободности участков L_o и L_K и нулевого состояния счетчика Сч4. Реле контроля длиннобазного вагона (ДВ) и реле счета физических вагонов (в пересчете: четыре оси — один вагон) обесточены. В схеме предусмотрено реле направления движения (НД), которое при штатном направлении надвига вагонов возбуждено, а при обратном направлении движения — обесточено.

При появлении первых осей длиннобазного вагона над датчиком П нарушается равенство импульсов, записанных в счетчиках СчО и Сч2. Поэтому на выходе схемы сравнения ССО-2 вместо нулевого состояния возникает единичное. Схема И4 закрывается и реле КР обесточивается, что регистрируется как занятость участка контроля отцепа L_o. При дальнейшем движении колесной пары отцепа мимо датчика Ш нарушается баланс записанных импульсов в счетчиках Сч1 и Сч2, Сч1 и СчЗ. Схемы СС1-2 и СС1-3 будут фиксировать занятие участков L_K и L_3 соответственно и обесточат реле КС. Это свидетельствует о занятости стрелочного участка.

После освобождения участка L_K первой тележкой счетчик зафиксирует число ее осей, прошедших над счетной точкой П2, и выйдет из нулевого состояния. Схема ИЗ формирует сигнал для включения реле счета вагонов СВ. Поскольку счетчики СчО, Сч1, Сч2 запомнили одно и то же число импульсов, соответствующее числу осей в первой тележке вагона, на схемах сравнения ССО-2 и СС1-2 появится сигнал свободности участков L_o и L_K.

Нулевым сигналом схемы СС1-2 переключается триггер ТГ, который через схемы И1 и И2 управляет режимом работы реверсивного счетчика Сч4 (сложение через И2 и вычитание через И1). При полном освобождении головной стрелки первой тележкой вагона наступает соответствие состояний счетчиков Сч1 и СчЗ и схема СС1-3 формирует сигнал свободности участка L_3, что свидетельствует о перекрытии стрелочного участка длиннобазным вагоном. Тем не менее реле КС и КР не срабатывают, так как счетчик Сч4, фиксирующий проезд над датчиками П2 только первой тележки вагона, занят. С контролем нулевого состояния схем СС1-2 и СС1-3 и занятости счетчика Сч4 схема совпадения И6 формирует сигнал на включение реле ДВ.

При проследовании второй тележки длиннобазного вагона по участку головной стрелки схема работает аналогично. После полного прохождения вагоном зоны L_o и ее освобождения схемы совпадений ССО-2 и СС1-2 фиксируют равное заполнение счетчиков и выдают сигналы 0, поступающие на схему И4. Счетчик Сч4 после отсчета числа осей второй тележки (равно как и осей последнего вагона отцепа) полностью обнуляется и также выдает на вход элемента ИЗ сигнал 0. Последний в свою очередь формирует 0 и транслирует его на вход И4 и реле СВ. При полном совпадении на всех входах элемента И4 сигналов 0 реле КР включается и фиксирует наличие расцепа между вагонами (отцепами).

Алгоритм функционирования элементов схемы УКГЗ при движении обычного вагона аналогичен, за исключением счетчиков Сч1, СчЗ и схемы СС1-3, которая не фиксирует освобождение стрелочного участка под базой вагона до полного проезда отцепом (вагоном) датчиков ПЗ (П4).

Счет вагонов ведется на участке L_K с использованием педалей П1, П2 и счетчиков осей Сч1, Сч2, Сч4 и регистрируется реле счета вагонов СВ. До момента вступления вагона в зону L_K счетчики обнулены. На выходе счетчика Сч4 выдается сигнал 0, реле счета вагонов СВ выключено.

При появлении первой и второй осей первой колесной тележки вагона над датчиком Ш схема совпадения СС1-2 фиксирует неравное состояние счетчиков Сч1, Сч2 и выдает сигнал 1. Триггер ТГ определяет режим сложения либо вычитания счетчика Сч4. В рассматриваемой ситуации ТГ сохраняет состояние 1, счетчик Сч4 считает оси первой тележки, реле СВ выключено.

При прохождении первой и второй осей первой тележки вагона по педали П2 импульсы от счетчика Сч2 через элемент И2 поступают на вход счетчика Сч4, работающего в режиме сложения. Под действием выхода счетчика Сч4 включается реле СВ. После прохождения первой и второй осей второй колесной тележки счетчики Сч1 и Сч2 оказываются заполненными поровну. Через схему совпадения СС1-2 на ТГ выдается сигнал 0. За счет изменения сигнала 1 на сигнал 0 срабатывающий триггер ТГ переключается в состояние 0 и через схему И1 переводит счетчик Сч4 в режим вычитания. Счетчик Сч4 обнуляется и выдает сигнал 0, реле СВ выключается и, отпуская якорь, фиксирует прохождение одного вагона.

Дальнейший счет вагонов протекает аналогично. При движении отцепа, состоящего из нескольких вагонов, участок освобождается всякий раз, когда вторая тележка предыдущего вагона проследует датчики П2, а первая тележка следующего вагона еще не вступит на датчики П1. Поэтому счетчик Сч4 возвращается в исходное (нулевое) состояние после прохода над датчиками П2 четного числа тележек отцепа.

В современном исполнении в микропроцессорных системах функционально задачи УКГЗ практически сохранены и существенно дополнены. Применение микропроцессоров и ЭВМ в системах ГАЦ позволило решить задачу комплексного контроля за технологическим процессом роспуска в зоне вершины горки. Образована зона контроля вершины горки [9,10,12,13]. В нее включен участок контроля от горба горки до первой тормозной позиции, включая головную стрелку. Дополнительно контроллером вершины горки на горочном посту решаются задачи контроля программы роспуска, регистрации момента отрыва отцепов от состава и контроля сохранения расцепа до первой тормозной позиции управления горочным

светофором и указателем. В качестве напольных датчиков педального типа используются индуктивные датчики счета осей, которые решают задачу, связанную с описанием фактических параметров распускаемых отцепов и дальнейшим сравнением этих данных с программируемыми на роспуск. Для контроля расцепа вагонов используют РТД-С и радиолокационные датчики скорости.

Релейные блоки систем БГАЦ, ГАЦ-КР, реализовывавшие функции формирования заданий маршрутов следования отцепов, трансляции маршрутных заданий, а также ряд релейных блоков, связанных с управлением стрелочными приводами (ЗС-75), в современных системах не используются. Вместо них применяются электронные и микропроцессорные устройства, сопрягаемые как с напольными датчиками, так и с ЭВМ, размещаемыми на горочном посту.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы

развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ГАЦ-МН

Черный Н.Г.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Комплекс микропроцессорной ГАЦ (ГАЦ-МН) решает технологические задачи по взаимодействию с конструкцией сортировочной горки, существующим напольным, постовым и дополнительно монтируемым горочным оборудованием и автоматизированной системой управления сортировочной станции (АСУ СС) и комплексом автоматизированных рабочих мест (АРМ).

ГАЦ-МН решает следующие задачи автоматизации технологического процесса на сортировочной станции [1-6]:

- контроль и управление процессом роспуска составов и обмена с действующими станционными системами АСУ СС, АРМ в основном (автоматическом) или резервном (автоматизированном) режимах работы;
- контроль и диагностика действия постовых и напольных горочных устройств и контроля работы с ними;
- техническое обслуживание по регламентным работам на рабочем месте электромеханика ГАЦ, ведения электронных журнальных форм отчетности;
- протоколирование, архивирование и выдача результатов диагностики по совокупности подключенных сигналов;
- анализ отказов и предотказного состояния устройств за период, поиска причин отказов или нештатной работы устройств;
- учет и контроль показателей энергопотребления, анализа их за период.

Система ГАЦ-МН также решает вопросы автоматизации управления и совершенствования технологии обслуживания устройств на сортировочной горке. Оснащение сортировочной горки на станции Валуйки современными средствами контроля, управления и диагностики работы постовых и напольных горочных устройств, позволит обеспечить:

- повышение надежности и безопасности выполнения технологических процессов на станции и горке в условиях сокращения численности обслуживающего и оперативного персонала;

- улучшение условий работы оперативного персонала, повышение производительности и качества работы сортировочной станции в целом (информатизация и мониторинг на АРМ-ДСПГ и АРМ-ДСП, формирование и возможность передачи данных в системы типа АПК ДК и АСДК);

- снижение энергозатрат, за счет использования современной элементной базы, обеспечения автоматического контроля и учета показателей расхода электроэнергии.

Применяемая в комплексе современная элементная база, а также использование высоконадежных средств автоматизации позволяет [7-11]:

- совершенствовать технологию обслуживания устройств на сортировочной горке и минимизировать перечень регламентных работ, выполняемых вручную и требующих измерений параметров работы устройств;

- сокращать трудозатраты на обслуживание горочных устройств и поиск неисправностей.

С внедрением комплекса совершенствуются технологические функции контроля и управления на базе обобщения опыта эксплуатации КГМ, АРМ-ЭЦ, АРМ-ДСП, АРМ-ГАЦ [12-14]:

- автоматизация динамического обмена с АСУ СС и мониторинг технологического процесса роспуска и управления;

- автоматизация контроля роспуска, маневровых передвижений, накопления и анализа для оперативного персонала.

Вопросы автоматизации диагностики действия и техобслуживания устройств решаются на основе:

- непрерывного автоматического сбора, обработки, хранения и протоколирования, контроля параметров и диагностики состояния постовых и напольных горочных устройств;

- создания информационного архива процесса действия устройств и работе с ними – «черного ящика» и документирования информации для разбора нештатных ситуаций;

- внедрения технологии безотказной работы для устройств с постепенным наступлением отказа и оперативной диагностики по мгновенным отказам;

- централизации результатов диагностики для принятия решений по проведению ремонтно-восстановительных работ (с возможностью передачи ШЧД и др.).

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.
7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.
8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.
9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.
10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.
11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.
12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.
13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.
14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 656.257

ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПЕРЕВОДА, ЗАМЫКАНИЯ И КОНТРОЛЯ ПОЛОЖЕНИЯ СТРЕЛОК

Бавыкин А.П..
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Стрелочный электропривод – это модульная конструкция, служащая для перевода и замыкания, а также контроля положения стрелки в непрерывном режиме и обеспечивает возможность ручного перевода остряков из любого положения с блокировкой их электрического перевода с помощью курбеля. Возможные конструкции электроприводов изображены на рисунке 1.

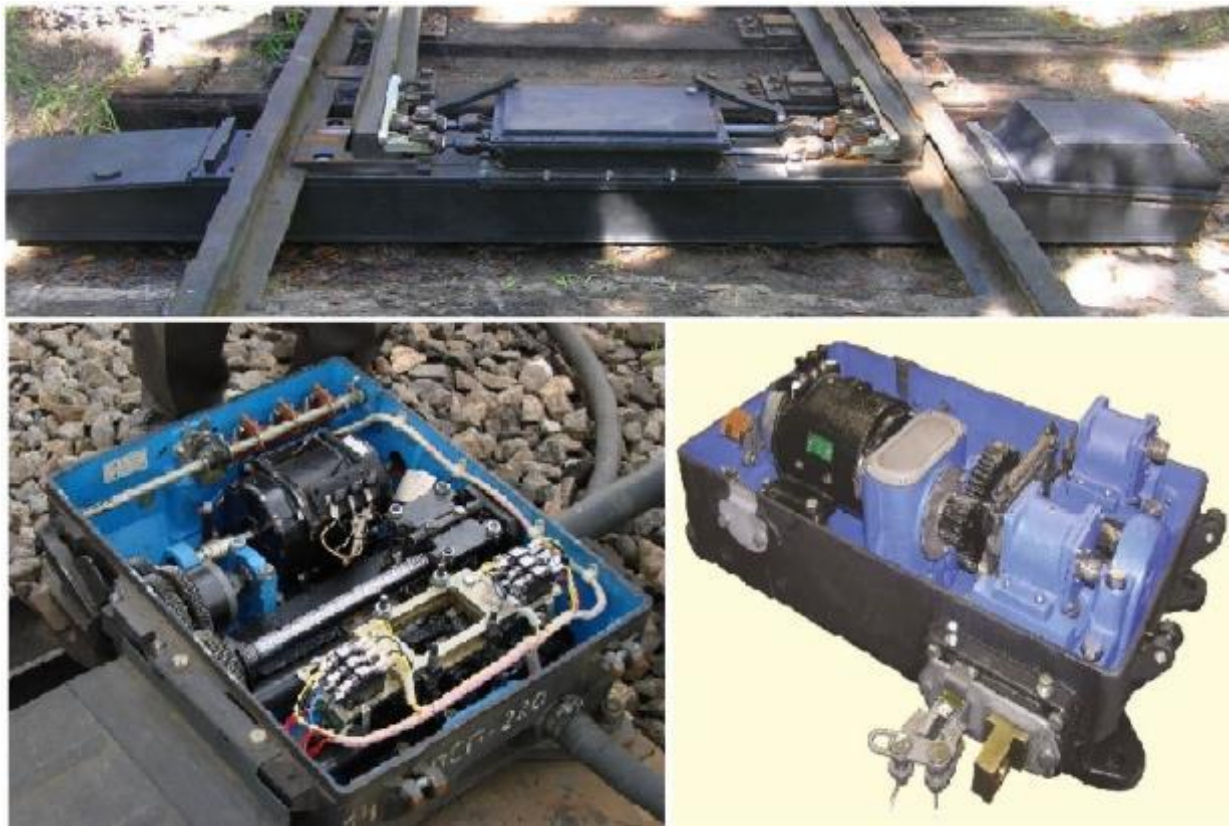


Рисунок 1 – Разновидности стрелочных электроприводов

В соответствии с требованиями ПТЭ - «Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации», основного эксплуатационного документа, устанавливающего общий порядок организации движения поездов, функционирования сооружений и устройств инфраструктуры железнодорожного транспорта, железнодорожного подвижного состава и действия работников железнодорожного транспорта при его эксплуатации в России, электроприводы и замыкатели централизованных стрелок должны:

- обеспечивать в крайних положениях стрелок плотное прилегание остряка к рамному рельсу и подвижного сердечника крестовины к усовику;
- отводить противоположный остряк от рамного рельса на расстояние не менее 125 мм.
- предотвращать замыкания остряков стрелки и подвижных сердечников крестовин при зазоре между остряком и рамным рельсом или подвижных сердечников крестовин и усовиком 4 мм и более.

Главные требования эксплуатации по обеспечению безопасности движения поездов относятся к выполнению методов и механизмов замыкания остряков или подвижных сердечников крестовины стрелочного перевода, и обеспечивать контроль фактического положения механизмов замыкания, остряков стрелки, подвижных сердечников крестовины, взреза стрелки и алгоритма работы стрелочного перевода в комплексе [1-3].

Механизм замыкания шибера, внешний замыкатель, как одни из сложных и ответственных узлов силовой цепи, должен строиться по принципу минимального резервирования в виде двухканального параллельно действующего устройства, способного выдерживать рабочие нагрузки динамического режима работы, каждым каналом самостоятельно с учетом возможного накопления неконтролируемых отказов за период времени между профилактическими осмотрами.

Система двухконтурного замыкания и удержания остряков должна сохранять работоспособность стрелки на удержание прижатого остряка в замкнутом состоянии,

обеспечивать проход подвижного состава по стрелке без ограничений по скорости движения, массе и др. при следующих неисправностях [4]:

- потере несущей способности одного из каналов удержания остряков;
- потере работоспособности одного из механизмов замыкателя (незамкнутом состоянии одного из шиберов привода);
- механическом рассоединении одной из рабочих тяг или соединительных тяг гарнитуры стрелки с остряком, шибером электропривода;
- изломе кляммерного узла внешнего замыкателя.

Силовой механизм электропривода и механизм внешнего замыкателя не должен размыкаться под действием несанкционированных явлений, таких как вибрация, удары от внешних силовых факторов, упругих и других энергетических потенциалов, образующихся во время прохождения подвижного состава по стрелке.

Конструкция и компоновка ответственных функциональных узлов электропривода, внешних замыкателей и гарнитуры должны:

- быть простыми и компактными;
- обеспечивать наглядный доступ к узлам с целью их осмотра и обслуживания, регулировки, смазки и замены в процессе эксплуатации;
- не совмещать двух и более ответственных функций в одном узле (блоке):
- замыкание шибера и функции контроля положения стрелки;
- контрольные функции и функции удержания (замыкания) остряков или подвижного сердечника крестовины;
- обеспечивать раздельное крепление рабочих и контрольных тяг, как к рабочему шиберу, так и к острякам стрелки;
- обеспечивать безопасность работы с изделием ремонтно-обслуживающего персонала, в том числе при ручном переводе стрелки, проведении профилактических работ и др.

Автопереключатель должен выполнять следующие функции [5-8]:

- контроль крайних положений остряков;
- контроль положения внутреннего замыкателя;
- контроль вырыва контрольных линеек;
- контроль неисправности самого автопереключателя;
- контроль взреза стрелки;
- отключение электродвигателя в крайних положениях и подготовки схемы для его реверсирования.

Устройство контроля электропривода должно обеспечивать отсутствие контроля положения стрелки при:

- невыполнении шибером (шиберами) или контрольными линейками своего рабочего хода;
- незамкнутом положении шибера;
- рассогласованном положении контрольных линеек из-за деформации гарнитуры на 4 мм и более;
- переводах, последующих за механическим рассоединения шибера с рабочей тягой, рабочей тяги с межостряковой или рабочей тяги с ведущей планкой внешнего замыкателя;
- переводах, последующих за механическим рассоединением любой из контрольных тяг с остряком или контрольной линейкой.

Устройство контроля электропривода должно обеспечивать потерю контроля стрелки при [9-12]:

- перемещении контрольной линейки прижатого остряка в сторону противоположную ближнему рамному рельсу на 3 мм и более;
- смещении отведенного остряка от его конечного положения более 15мм;
- вырыве одной или двух контрольных линеек из электропривода;
- разомкнутом положении внутреннего замыкателя электропривода;

- взрезе стрелки, а также невозможность получения контроля положения стрелки при попытке ее последующего дистанционного или ручного перевода в любое положение без вскрытия электропривода (блокировка контроля).

При переводе электропривода из одного крайнего положения в другое размыканию шибера должна предшествовать потеря контроля, при завершении перевода получение контроля должно происходить после выполнения своего рабочего хода контрольными линейками и полного запирания шибера.

Усилие перевода контрольных тяг со стороны пути и переключение автопереключателя не должно вызывать деформацию контрольных тяг и излом элементов контрольного устройства.

Использование контрольных тяг в качестве дублируемого канала замыкания и удержания остряков не допускается.

Конструкция узлов соединения стрелочной гарнитуры, внешних замыкателей (шарниров) должна обладать свойствами естественных замков, исключая возможность выпадения болтов, валиков, пальцев и др. в условиях эксплуатации, даже в случае повреждения и излома фиксирующих устройств. Болтовые соединения электропривода, стрелочной гарнитуры и внешних замыкателей в целях исключения раскрутки должны иметь контргайки, отгибные шайбы (планки), шплинты, проволочные закрутки и иные предохранительные устройства.

Стрелочная гарнитура должна иметь тяги, расположенные в шпальном ящике ниже уровня подошвы рельса [13,14]. При вскрытии электропривода и переводе его на ручное управление должны размыкаться курбельные контакты силовой цепи.

Электроприводы, стрелочная гарнитура и внешние замыкатели должны быть устойчивы к воздействию дождя, снегопадов и др. воздействиям внешних климатических факторов.

Электроприводы, автономные устройства контроля и диагностики, внешние замыкатели, стрелочная гарнитура должны иметь защиту от проявления фактов вандализма (констр. + мониторинг).

Конструкция электропривода, стрелочной гарнитуры и внешних замыкателей должна отвечать эстетическим нормам. Компоновка функциональных узлов электропривода должна быть рациональной и обеспечивать:

- оперативность доступа к функциональным узлам с целью их замены без снятия электропривода с эксплуатации;
- удобство сборки, монтажа, установки на стрелку и визуального осмотра деталей и силовой передачи;
- возможность выполнения контрольных и профилактических работ на электроприводе, стрелочной гарнитуре и внешних замыкателях, а также ручного (курбельного) перевода шибера;
- право и левостороннюю установку электропривода по отношению к стрелочному переводу;
- раздельное крепление контрольных и рабочих тяг в горизонтальной плоскости на концах остряков (сердечника крестовины);
- отвечать требованиям габарита приближения строений «С» согласно ГОСТ 9238[4].

Наличие опасных не защищенных отказов не допускается.

Опасным отказом является одно из следующих событий:

- наличие контроля положения стрелки не соответствующее фактическому (ложный контроль);
- отсутствие замыкания рабочего шибера в конечных положениях и наличие при этом контроля положения стрелки;
- самопроизвольное (несанкционированное) размыкание шибера в динамическом или статическом режимах;

- возникновение механического усилия на рабочем шибере при переводе стрелки, превышающее нормы безопасности;
- для взрезных электроприводов - самопроизвольное (несанкционированное) срабатывание взрезного механизма в рабочем или динамическом режимах (самовзрез);
- для электроприводов, конструктивно выполненных в виде стрелочного бруса (привод-шпала), - нарушение прочностных свойств корпуса электропривода (излом, пластическая деформация, упругая деформация, превышающая нормативные требования), вызванных воздействием колесной пары подвижного состава, проходящего по стрелочному переводу.

На рисунке 2 приведена структурная схема состояния объекта в части обеспечения им работоспособного и безопасного состояния. В нашем случае стрелочный перевод в целом или любой из самостоятельных изделий (электропривод, внешний замыкатель, стрелочная гарнитура), входящих в комплекс переводных и замыкающих устройств стрелочного перевода, имеет исключительное значение на обеспечение безопасности движения поезда по стрелке. Поэтому наличие опасных и не защищенных состояний в электроприводах, внешних замыкателях, стрелочной гарнитуре не допускается!

Если отказ электропривода, стрелочной гарнитуры или внешних замыкателей может привести к аварии, то такое состояние является опасным и недопустимым. Если отказ отдельной детали, узла приводит к потере работоспособности системы при сохранении ее защищенности, то такое состояние является защитным, а система является безопасной.

Все множество состояний по условиям безопасности системы (рисунок 1.9) можно разбить на четыре группы состояний:

1) $С_и$ – исправное / неисправное ($С_н$);
2) $С_р$ – работоспособное /неработоспособное ($С_{пр}$) или предельное ($С_п$);
3) защитное;
4) опасное.

Тогда безопасность можно определить по формуле (1.2) как совокупность трех состояний – исправного, работоспособного и защитного:

$$С_б = С_и \cup С_р \cup С_з$$

Зеленым цветом выделен маршрут безопасного работоспособного и защитного состояний объекта.

Электроприводы, внешние замыкатели и стрелочная гарнитура должны быть сертифицированы на соответствие требованиям безопасности установленным порядком согласно системе сертификации на федеральном железнодорожном транспорте.

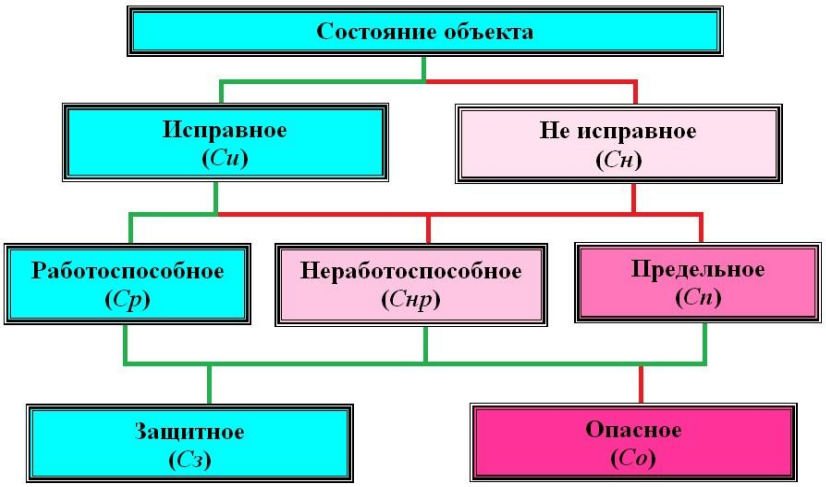


Рисунок 2 - Состояния по условиям безопасности системы

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко С.Н. Системы SCADA и анализ их применения. В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"). труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта». 2019. С. 10-14.

2. Гордиенко Е.П.Особенности разработки аппаратно0программных средств и комплексов систем реального времени. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. сборник научных трудов. 2019. С. 126-130.

3. Гордиенко Е.П.Аналитические и графические методы оценки конкурентоспособности программной продукции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 91-95.

4. Гордиенко Е.П.Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов. В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 41-44.

5. Гордиенко Е.П.Автоматизированные рабочие места работников станции. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 7-11.

6. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования. В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

7. Гордиенко Е.П.Виды информационных систем железнодорожного транспорта. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 11-15.

8. Гордиенко Е.П. Информационно-аналитическая система «Грузовой экспресс». В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 15-19.

9. Гордиенко Е.П.Информационные потоки транспортных технологических процессов. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 19-23.

10. Гордиенко Е.П.Обзор технологий, методов и инструментальных систем разработки программного обеспечения. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 23-29.

11. Гордиенко Е.П. Общая характеристика систем диспетчерской централизации. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 29-32.

12. Гордиенко Е.П. Система автоматического регулирования скорости скатывания. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 38-41.

13. Гордиенко Е.П. Увязка системы диспетчерской централизации с системой контроля состояния перегонов и путевых участков станции на основе счета осей. В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и

экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 41-45.

14. Гордиенко Е.П. Методы онтологического исследования и построения объектно-ориентированных систем. Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 176-178.

УДК 502:504

АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПАССАЖИРСКОЙ КОМПАНИИ

Брейдак А.А., Тарахович А.А.
(Белорусский национальный технический университет)

В 2021 году количество пожаров в Федеральной пассажирской компании к уровню 2020 года снижено на 10 % и составило 9 случаев против 10 в 2021 г. Из них 6 случаев произошло в пассажирских поездах, 2 - пассажирских вагонах нерабочего парка, используемых под жилье,1 - произошел на стационарном объекте. В результате возгораний было эвакуировано и пересажено в другие вагоны 177 пассажиров [1,3,4, 5, 6].

Материальный ущерб от пожаров возрос на 42% и составил 6,8 млн. руб. против 2,9 млн. руб. к уровню 2020 года. Наибольшие суммы ущерба в 2021 году допущены:

- из-за возгорания в пассажирском поезде № 210/209 сообщением «Москва-Санкт-Петербург» на сумму 3,465 млн. рублей;
- из-за возгорания на стационарном объекте покрасочной камеры на 2,163 млн. рублей.

Пожары в пассажирских вагонах допущены в результате следующих причин:

- 5 пожаров (63%) из-за занесения открытого источника огня;
-2 пожара (25%), допущены в результате неисправности электрооборудования вагонов;
- 1 пожар (12%) допущен по причине неисправности системы подачи топлива кухонной плиты вагона-ресторана[2, 7, 8, 9] .

Сотрудниками ведомственной охраны железнодорожного транспорта (ФГП ВО ЖДТ) в рамках действующего Регламента по контролю за соблюдением требований пожарной безопасности на объектах и подвижном составе ОАО «РЖД» (от 30.05.2010 г. № 1097р) в 2016 году была приостановлена эксплуатация более 2000 пассажирских вагонов ФПД [2].

Среди основных нарушений были выявлены:

- неисправность автоматической пожарной сигнализации;
- утечка тока на корпус вагона;
- неисправность или отсутствие первичных средств пожаротушения (огнетушители);
- неисправность системы водяного пожаротушения;
- неисправность аварийных выходов;
- неисправности и нарушения пожарной безопасности в котловом отделении;
- неисправность системы контроля нагрева букс;
- неисправности и нарушения в электрическом щите пульта управления электрооборудованием вагона [10, 11, 12].

В целях повышения уровня знаний правил пожарной безопасности с начальниками пассажирских поездов и поездными бригадами с начала 2020 г. проведено более 7000 внеочередных технических занятий по порядку обесточивания вагонов и действиям в нестандартных ситуациях. Кроме того, 659 внеочередных технических занятий проведено с поездными электромеханиками по техническому обслуживанию электрооборудования пассажирских вагонов [12, 13, 14].

В настоящее время на подвижном составе ФПК эксплуатируется более 50 000 единиц огнетушителей в качестве первичных средств пожаротушения [15, 16, 17].

Дополнительно, согласно рекомендациям ФГП ВО ЖДТ России, для оснащения объектов Федеральной пассажирской дирекции совместно с ВНИИЖТ разрабатывается методика испытаний воздушно-эмульсионных огнетушителей нового поколения типа ОВЭ-5(з)-АВЕ-02, ОВЭ-6(з)-АВЕ-01 производства ООО «Темперо» г. Москва; рассматривается вопрос о перспективе использования модулей порошкового пожаротушения в качестве противопожарной защиты пульта управления электрооборудованием пассажирского вагона, производства ООО «ГК ЭПОТОС» г.Москва.

ФПК совместно с ФГП ВО ЖДТ России и представителями ПКБ ЦЛ в июне 2021 г. на базе пассажирского вагонного депо Орехово-Зуево проведены натурные пожарно-технические испытания генератора огнетушащего аэрозоля оперативного применения АГОС-5 в целях его использования в качестве дополнительного средства первичного пожаротушения в пассажирских вагонах.

Заданием на проведение работ по оборудованию пассажирских вагонов парка ФПК противопожарной защитой при ремонте в объеме КР-2 на вагоноремонтных заводах установлена модернизация до 2021 г 3411 вагонов (2016 г. – 1243 вагона; в 2017 г. – 1057 вагонов; в 2018 г. – 1111 вагонов) [18, 19, 20].

При проведении модернизационных работ выполняется:

– установка системы пожаротушения с давлением воды в водопроводной сети;

– выделение котельного отделения в отдельный блок;

– оборудование аварийных выходов;

– установка пожарных кранов;

– установка самосрабатывающего порошкового огнетушителя ОСП-1;

– установка огнезадерживающих перегородок;

– установка пожарной сигнализации;

– установка внутрипоездоной связи «Контакт».

В целях обеспечения контроля за качеством закупаемого сторонними организациями съемного мягкого инвентаря, используемого в пассажирских вагонах, ФПК совместно с органами санитарного и пожарного надзора разработан проект стандарта ОАО «РЖД» «Съемное мягкое имущество спальных пассажирских вагонов. Общие требования». Данным стандартом предусматривается применение в экипировке пассажирских вагонов текстильных изделий в строгом соответствии с ГОСТ Р 50810-95 «Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация» [20, 21, 22].

В настоящее время при производстве новых вагонов для повышения уровня пожарной безопасности выполняются следующие мероприятия:

- внедрена новая сертифицированная дверь противопожарной перегородки разделяющей служебные помещения вагона от пассажирских помещений [23];

- используется новая система пожарной сигнализации «Ясень», обеспечивающая повышенную достоверность оповещения о пожаре;

- изменена конструкция светильников для чтения в части отказа от ламп накаливания и замены их светодиодами;

- разрабатывается автоматическая система пожаротушения вагона.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.

2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.

3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.

4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.

5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.

6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.

7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.

8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.

9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.

10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.

11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.

12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.

13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.

14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.

15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.

16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.

17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.

18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.

19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.

20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.

21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Барсов А.Р.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Железнодорожный транспорт оказал неоценимые услуги человечеству. Однако, функционирование железнодорожного транспорта, как и других видов транспорта, сопровождается значительным негативным воздействием на природу [1, 2, 3]. Выражается это в загрязнении атмосферы, водных бассейнов и земли, изменении химического состава почв, образовании производственных отходов, шламов, замазученного грунта, котельных шлаков, в создании высоких уровней шума и вибрации, в уменьшении урожайности сельскохозяйственных культур и, наконец в ухудшении здоровья, росте травматизма и гибели людей, животного и растительного мира, в нанесении большого материального ущерба [4, 5, 6].

По продолжительности периода негативного воздействия железнодорожного транспорта на природу различают два вида экологической опасности: постоянно присутствующую и краткосрочную [7].

Постоянно присутствующая экологическая опасность является следствием функционирования железнодорожного транспорта, когда уровень загрязнения воздуха, воды и земли превышает естественный уровень. К таким источникам относятся:

- загрязнение воздуха выбросами котельных, тепловозов и других транспортных средств;
- загрязнение воздуха многими производственными процессами, в том числе шпалопропиточным, лакокрасочным, сварочным и др.
- загрязнение территорий нефтепродуктами, а также остатками перевозимых грузов и отходов производства;
- шум и вибрация от движения поездов, путевых машин и производственного оборудования [8, 9, 10];
- электромагнитное излучения от воздушных линий электропередач, открытых распределительных устройств, термических цехов;
- ионизирующее излучение при перевозке радиоактивных грузов и строительных материалов с повышенным уровнем радиации.

Перечисленные источники можно уменьшить, но устранить нельзя. Политика экологической безопасности от таких вредных источников реализуется путем проведения комплекса мер, направленных на недопущение их роста против установленных по каждому из них допускаемых норм, путем создания и внедрения конструкций и технических средств, позволяющих повысить уровень защиты окружающей среды, и снижения степени ее загрязнения.

Краткосрочная экологическая опасность возникает в аварийных ситуациях, которые могут повлечь за собой вред окружающей среде и нарушения жизнедеятельности людей[11, 12, 13].

На железнодорожном транспорте наиболее тяжелые последствия приносят аварийные происшествия при перевозке опасных грузов. Аварийные случаи с опасными грузами подразделяются на инциденты и аварийные происшествия. К инцидентам относятся случаи

утечки, просыпания опасного вещества, повреждения тары или подвижного состава с таким грузом. К аварийным происшествиям относятся крушения, аварии, случаи схода с рельсов или столкновений подвижного состава, если хотя бы в одном вагоне находился опасный груз. При аварийных происшествиях особая опасность возникает, когда вагоны или тара, загруженные такими веществами, разрушаются [14, 15, 16]. Создается прямая угроза природной среде, намного усложняются работы по ликвидации последствий. Каждое происшествие с опасным грузом создает риск его перерастания в более опасную ситуацию, которая может привести к ущербу, соизмеримому с ущербом от десятков происшествий без наличия опасных грузов. В основу решения этой важнейшей задачи положены следующие основные принципы:

- приоритет вопросов по проблемам безопасности;
- надежность и устойчивость технических средств, обустройств и технологий;
- участие работников железнодорожного транспорта в мероприятиях по обеспечению производственной безопасности;
- непрерывность обучения и повышения квалификации в области предупреждения аварий;
- готовность сил и средств к ликвидации последствий возможных аварийных ситуаций с наименьшими потерями и издержками;
- неотвратимость ответственности за невыполнение законов и иных нормативных актов, регулирующих вопросы безопасности.

При ликвидации чрезвычайных ситуаций с опасными грузами ОАО «Российские железные дороги» в пределах своих технических возможностей решает следующие задачи:

- осуществляет доставку сил и средств в зону происшедшего случая;
- восстанавливает движение поездов [16, 17, 18];
- предоставляет подвижной состав для перегруза (перекачки) грузов;
- производит очистку зоны чрезвычайных ситуаций от неисправного и поврежденного подвижного состава и загрязнения местности.

В более сложных условиях, когда последствия не могут быть устранены силами железных дорог, ликвидацию чрезвычайных ситуаций с опасными грузами осуществляет МЧС России своими силами и средствами с привлечением при необходимости аварийно-спасательных команд других министерств и ведомств. Самым надежным заслоном аварийности при перевозке опасных грузов являются постоянно обновляемые знания и неукоснительное выполнение причастными к этой проблеме правил, инструкций, технологических процессов и обеспечение безопасности движения в целом [19, 20].

Тщательное расследование причин происшествия – это диагностика «заболевания» в перевозочном процессе. При расследовании необходимо тщательно проверить состояние всех технических средств на данном участке, правильность действий работников и содержание документов, имеющих отношение к происшествию [21, 22, 23]. Материалы служебного расследования нарушений безопасности движения должны иметь достаточно глубокую информацию, от которой во многом будет зависеть определение первопричины случившегося и качество разрабатываемых мер по предупреждению повторяемости нарушений. Необходимо выявлять упущения и ошибки непосредственных виновных работников, а также и тех, которые не устранили своевременно предпосылки к крушению или иному происшествию. В предупреждении аварийности важное место занимает информация всех железнодорожников, связанных с движением поездов, о случившихся ЧП и о мерах по их предупреждению.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.

2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.

20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.
22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.
23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 621.43.068

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ, ДЕЙСТВИЙ ЧЕЛОВЕКА

Барсов А.Р.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

«Ошибка человека-оператора – это такое его действие или бездействие, которое привело к отклонению управляемых параметров технической части системы за допустимые пределы или запрещено правилами». Применительно к железнодорожникам классификацию причин ошибок человека можно определить следующим образом [1, 2, 3]:

- недостаточные знания устройств технических средств, правил их обслуживания и ремонта, своих должностных обязанностей;
- заблуждения под влиянием привычек (действия, которые в результате их неоднократного повторения стали для человека притягательными);
- безответственность, неуважение правил и инструкций;
- ошибки памяти (забывает выполнить требуемые действия или проверки в нужный момент);
- невнимательное наблюдение за сигналами, неправильное восприятие их, отвлечение от своих основных обязанностей;
- нарушение требуемой последовательности действий [4, 5, 6];
- ошибки в результате неспособности выполнить свои действия;
- из-за недостатка времени, утомляемость, неподготовленность к работе (особенно в ночное время), нарушение режима труда и отдыха, сильная растерянность или расстройство;
- недостаток необходимого инструмента, измерительных приборов и приспособлений, а также материалов и запасных деталей и узлов;
- отсутствие нормальных условий труда, неудовлетворительная освещенность рабочего места, захламленность или излишняя загазованность;
- ненормальный производственный климат, конфликты в семье или предрасположенность к конфликтам;
- чрезмерная самоуверенность;
- увлечение вредными привычками [7, 8, 9].

И еще одно немаловажное требование к лицам, которые непосредственно связаны с движением поездов, состоит в том, что они должны проходить профессиональный отбор. Обученный и пригодный по профессии работник редко нарушает правила, инструкции и свои непосредственные обязанности. Практический опыт психологов показывает, что равенство в социальном плане мужчин и женщин еще не свидетельствует об их одинаковости при исполнении служебных обязанностей. Опыт показывает, что женщины более пунктуальны и точно выполняют правила управления техникой, меньше рискуют и работают более осмотрительно, они лучше прогнозируют опасность, чем это делают мужчины [10, 11, 12]. Поэтому ошибки и несчастные случаи у мужчин чаще всего возникают из-за переоценки своих возможностей и чрезмерной самоуверенности. Женщины же чаще допускают ошибки

при управлении техникой из-за недостаточной уверенности в себе, нерешительности, чрезмерной осторожности[13, 14, 15].

Установлено, что женщины работают более надежно и безопасно, чем мужчины, только до тех пор пока они действуют в нормальных условиях. В случае их усложнения, появления непредвиденных обстоятельств или утомления уровень этих качеств резко падает по сравнению с мужчинами. Женщины реже создают опасные ситуации, а мужчины лучше из них выходят, избегая негативных последствий.

На обеспечение безопасности немаловажное влияние оказывают возраст и трудовой стаж работника. Установлено, что пики нарушений имеют разную психологическую природу [16, 17, 18]. Первый пик – результат неопытности. Второй пик появляется тогда, когда человек приобретает достаточно высокие трудовые навыки, уверенность в себе, и вот здесь он часта переоценивает свои ещё не столь прочные навыки и умение. Есть и другой фактор, который проявляется в группе лиц с низкими профессиональными качествами. В этой группе оказываются люди с достаточно большим общим трудовым стажем. Не имея особого интереса к своей работе и не прилагая особых усилий для её лучшего освоения, они допускают много ошибок в труде и часто попадают в различные происшествия.

Фундаментом качества осуществляемой человеком работы, в том числе ее безошибочности и безопасности является его профессиональное умение [19, 20].

Важным показателем человека-оператора является способность обнаруживать в возникшей ситуации скрытые опасности и прогнозировать их развитие. Однако еще более важным его качеством является способность заранее принимать меры по предупреждению возникновения опасностей. Умелый оператор должен сам как бы конструировать развитие ситуации в желаемом направлении, не допуская возникновения в ней опасностей.

Нередко ошибку совершают люди, обладающие достаточным опытом и умением работать. Одной из причин этого является утомляемость. Это состояние развивается под влиянием тяжелого или длительного труда и выражается в комплексе соответствующих физиологических сдвигов в организме, понижающих его работоспособность. Оно проявляется в ухудшении функций восприятия и мышления, отчего возникают пропуски сигналов, несвоевременные реакции и снижение общей стабильности деятельности [21, 22, 23].

В литературе приводятся данные, что каждому четвертому несчастному случаю предшествовало состояние явно выраженного утомления. Утомление, возникающее при физическом труде, не просто комплекс сдвигов тяжело или долго работающих мышцах, а общая реакция всей центральной нервной системы и управляемого ею организма на указанный конфликт. В состоянии утомления организм, несмотря на снижение своих возможностей, за счет внутренней мобилизации энергии в той или иной мере способен сохранять требуемую надежность работы. В другом случае возможности организма выходят за установленные пределы, порождая так называемое состояние «динамического рассогласования», ведущее к увяданию деятельности, накоплению патологических сдвигов в организме, которое классифицируется уже как переутомление. Основное отличие этого состояния от обычного утомления заключается в том, что утомление после соответствующего отдыха всегда снимается, а для устранения переутомления требуется медицинское вмешательство. Вот почему на железнодорожном транспорте особое внимание придается соблюдению режима труда и отдыха, и прежде всего локомотивных бригад [1].

Состояние сходное с утомлением, которое тоже приводит к ошибкам, является монотония. Она является результатом однообразия труда или его условий. Состояние монотонии сопровождается изменениями в различных сферах: физиологической – в организме возникают сдвиги, типичные для состояния утомления; психической – рассеивается внимание, затрудняется мышление, возникает нервозность; в поведенческой – снижается точность и скорость выполнения действий, увеличивается количество ошибок. Замечено, что состояние монотонии имеет волновой характер – оно то усиливается, то ослабевает. Причем с переменой характера труда, возникновением при этом новых задач состояние монотонии быстро проходит.

На функциональных возможностях человека сказывается прежде всего состояние здоровья. Есть такие заболевания, при которых человек продолжает работать. К ним относятся сердечно-сосудистые, желудочно-кишечные заболевания, диабет. Все эти болезни порождают недомогание, слабость, быструю утомляемость, повышенную раздражительность. Это вызывает определенную напряженность и ещё больше развивает утомление, которое приходится компенсировать повышением уровня внимания. Образуется схема саморегуляции человека, которая действует только за счет роста напряженности труда.

Рассмотрим такие важные факторы, как эмоции и стрессовое состояние. Отмечено, что в производственном процессе, положительный эмоциональный подъем нередко мешает работе, рассеивает внимание, затрудняет восприятие текущих задач, понижает мышление и трудовую активность. В то же время отрицательные эмоции, хотя в большинстве случаев вредят делу, порой помогают активизировать человека в работе. Появляется энергетическая мобилизация организма, которая способствует успешному выполнению работы. В современных условиях человек не может избежать стрессовых воздействий, которые подстерегают его в быту, на службе и при решении различных задач. Стрессовая реакция оказывается средством приспособления организма к негативным воздействиям. Реакция на стресс во всех случаях состоит их трех стадий: тревоги от столкновения с негативным фактором, сопротивления – приспособления к нему и последней стадии – если противодействие становится уже непосильным для человека, наступает истощение организма. Третья стадия вызывает у человека трудную ситуацию, понижается четкость в действиях, повышается вероятность нарушений, аварий и несчастных случаев. Такую стадию в стрессовой ситуации называют дистресс. Реакция людей на стрессовые ситуации весьма индивидуальна. Возникновению дистресса способствуют и такие индивидуальные качества, как чрезмерная настороженность, торопливость, вспыльчивость [3].

Приведенные факторы, негативно влияющие на действия человека, свидетельствуют о том, что многие нарушения и ошибки происходят по чисто психологическим причинам. Независимо от того, какие причины породили у человека вредные для работы волнения и тревогу, для обеспечения его безошибочной работы нужно искать пути их нейтрализации. Следует или устранить условия, породившие такое состояние, или путем самоконтроля найти пути расслабления и освобождения сознания от «дурных» мыслей. В такой ситуации должны помочь руководители и коллеги по работе.

Реформирование железнодорожного транспорта, разработанные планы и программы его усиления, обеспечении безопасности движения, разумеется, могут быть успешно реализованы при квалифицированном управлении производством в условиях рыночной экономики. На передний план здесь выступает кадровая проблема. В весьма сложный период перестройки железнодорожный транспорт сохранил основной костяк квалифицированных работников, что позволило отрасли работать сравнительно стабильно. Однако, при имеющейся текучести кадров и тенденции роста объема перевозок возникает необходимость наращивания темпов и изменения профиля подготовки и переквалификации специалистов, в том числе и управляющих производством. В вузах отрасли появилось 25 новых специальностей. В программах обучения студентов отраслевых вузов нашли отражение вопросы безопасности движения.

Результативность всей этой работы во многом зависит от качества обучения, учебных пособий, от квалификации преподавателей, их глубоких знаний современных подходов в управлении производством. В управлении процессом обеспечения безопасности движения приобретают особую значимость психологические аспекты. Они включают в себя анализ взаимоотношений между людьми, условий, вызывающих разрушение сложившихся отношений в коллективе, влияние конфликтных ситуаций, эффективность производства, прогноз влияния на персонал стиля работы руководства и других факторов, отражающихся на настроении человека, его производительности, обеспечения безопасности труда.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.

2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.

3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.

4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.

5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.

6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.

7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.

8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.

9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.

10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.

11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.

12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.

13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.

14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.

15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.

16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.

17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.

18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО

(ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.

19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.

20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.

21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА И НЕОБХОДИМОСТЬ ИХ УЛУЧШЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

Безрядин А.О.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

По мере усложнения отношений человека с техникой в процессе производства все более ощутимее становятся экономические и социальные потери от несоответствия условий труда и техники производства возможностям человека. Главной задачей анализа условий труда является установление закономерностей, вызывающих ухудшение или потери работоспособности рабочего, и разработка на этой основе эффективных профилактических мероприятий [1, 2, 3].

Выполнение любой работы в течение продолжительного времени сопровождается утомлением организма, проявляемым в снижении работоспособности человека. Наряду с физической и умственной работой значительное воздействие на утомление оказывает и окружающая производственная среда, то есть условия, в которых протекает его работа.

Условия труда — это совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на функциональное состояние организма работающих, их здоровье и работоспособность в процессе труда. Они определяются применяемым оборудованием, технологией, предметами и продуктами труда, системой защиты рабочих, обслуживанием рабочих мест и внешними факторами, зависящими от состояния производственных помещений, создающими определенный микроклимат [4, 5, 6]. Таким образом, исходя из характера выполняемых работ, условия труда специфичны как для каждого производства, цеха и участка, так и для каждого рабочего места.

Существует и другое определение понятия «условия труда». Условия труда - это сложное объективное общественное явление, формирующееся в процессе труда под воздействием взаимосвязанных факторов социально-экономического, технико-организационного и естественно-природного характера и влияющее на здоровье, работоспособность человека, на его отношение к труду и степень удовлетворенности трудом, на эффективность труда и другие экономические результаты производства, на уровень жизни и всестороннее развитие человека как главной производительной силы общества [7, 8, 9].

Данное определение дает целостную характеристику условий труда: их сущности как объективного явления, механизма формирования и основных направлений воздействия

на работающего человека, эффективности, влияния на социальное развитие. Это определение конкретизирует термины «производственная среда» и «условия труда», представляющие собой единство двух сторон. С одной стороны, это факторы, воздействующие на формирование условий труда, а с другой - элементы, составляющие условия труда. К элементам условий труда относятся, например, температура, загазованность, влажность и т. д., то есть все то, что непосредственно влияет на работающего человека, его здоровье, работоспособность и социальное развитие [10, 11, 12].

По данным Минтруда и социального развития, износ основных фондов предприятий приблизился к 60%, доля использования устаревших технологий и оборудования в отдельных отраслях промышленности составляет более 80%. Неудовлетворительные условия труда зачастую являются основной причиной высокого уровня производственного травматизма, общей профессиональной обусловленной заболеваемости. Россия ежегодно теряет почти 2% ВВП (более 500 млрд. руб.) из-за неудовлетворительных условий труда, травм и гибели работников на производстве [13].

Несчастные случаи на производстве и профессиональные заболевания являются не только человеческой трагедией, но и причиной наиболее серьезных, как уже было сказано выше, экономических потерь. По данным Росстата, доля занятых на работах, не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям, а также количество впервые выявленных профессиональных заболеваний неуклонно растут [14, 15].

В 2017 г. в сравнении с 2016 г. несколько возросло абсолютное количество работающих на оборудовании, не отвечающем требованиям безопасности. При этом в течение 2015 – 2017 гг. общая численность работников, работающих на таком оборудовании, изменялась незначительно и составляла ежегодно чуть более 50 тыс. человек. О том, что более трети работников, среди которых значительную часть составляют женщины, занято на работах с вредными и опасными условиями труда, свидетельствуют показатели по представлению различных компенсаций за условия труда, которые пока не снижаются. Ежегодно на производстве погибает около 5 тыс. человек трудоспособного возраста [16, 17].

Факторы, формирующие условия труда, можно разделить на следующие группы:

· санитарно-гигиенические;
· психофизиологические;
· эстетические;
· социально-психологические;
· организационно-экономические.

Санитарно-гигиенические условия формируются под влиянием на человека окружающей среды (вредные химические вещества, запыленность воздуха, вибрация, освещение, уровень шума, инфразвук, ультразвук, электромагнитное поле, лазерное, ионизирующее, ультрафиолетовое излучение, микроклимат, микроорганизмы, биологические факторы) [18, 19, 20].

Благоприятные санитарно-гигиенические условия труда способствуют сохранению здоровья человека и поддержанию устойчивого уровня его работоспособности. Работа по улучшению условий труда предполагает в первую очередь совершенствование техники, технологии и физико-химических свойств сырья, а также дальнейшее совершенствование производственных процессов с учетом комплекса санитарных норм, стандартов и требований.

В понятие метеорологические условия (микроклимат) производственной среды входят температура, влажность, движение воздуха и его барометрическое давление. Повышенные или пониженные против нормы температура и влажность воздуха вызывают дополнительные производственные затраты энергии человека, снижают производительность труда. Систематические охлаждения и прогревание организма могут привести к различным заболеваниям. Холодными производствами считаются такие, в которых тепловыделение от окружающих предметов, людей, солнечных лучей не превышает 20 ккал на 1 $м^3$ в час. При

низкой температуре снижается подвижность конечностей, притупляется внимание, организм расходует дополнительную энергию на поддержание нормальной температуры [21, 22, 23].

При высокой температуре учащается дыхание, нарушается водный и солевой баланс организма в результате обильного выделения пота, температура тела может подниматься до 39 °С. Потери воды в горячих производствах достигают 5-8 л в смену, то есть 7-10% веса человека.

Для создания благоприятного микроклимата на рабочих местах и в производственных помещениях необходимо герметизировать оборудование, укрыть и изолировать поверхность испарения жидкостей, теплоизолировать источники тепла, а также автоматизировать и механизировать процессы с избыточным выделением тепла и влаги.

Шум и вибрация с физической точки зрения во многом сходны, но один воспринимается слухом, другая – осязанием. В настоящее время шум – один из наиболее распространенных факторов внешней, в том числе производственной среды. Шум характеризуется силой (уровнем) звука, определяемой в децибелах (дБ), частотой в герцах (Гц) и интервалом частот в октавах. При этом уровень интенсивности звука вызывает у человека разные ощущения. Так, при 50-60 дБ возникает чувство спокойствия и комфорта, при 60-80 – лишь чувство удобства, шум в 90 дБ – вполне приемлемый, 100 дБ – ощущение шумности, 110 дБ – дискомфорт, 120 дБ – ощущение тревоги, 130 дБ – мучительное чувство. Наибольшее влияние оказывают высокочастотные звуки даже при одинаковой силе (уровне). Вредное воздействие шума сказывается на нервной и сердечнососудистой системах, на работе органов пищеварения, повышает кровяное давление, притупляет внимание и приводит к быстрому утомлению. При этом уровень интенсивности звука вызывает у человека разные ощущения [1].

Вибрация сопровождает многие производственные процессы. Она вызывает заболевания суставов, может нарушить двигательные рефлексы человека. Вибрации неодинаково влияют на человека, при этом по характеру воздействия следует различать местную и общую вибрации. Общая вибрация вызывает сотрясение пола, стен, местная вибрация воздействует на ограниченный участок тела [2].

Для уменьшения шума и вибраций на рабочих местах, участках и в цехах необходимо прежде всего устранить причины образования вибраций в самом их источнике. С этой целью применяются различные конструктивные решения при модернизации оборудования и технологических процессов. Снижение интенсивности шума и вибрации достигается: с помощью облицовки стен, потолков звукопоглащающими и звукоизолирующими покрытиями; исключения или уменьшения резкого изменения давления, вихревых движений в машинах и оборудовании; применения пружинных амортизаторов; отвода «шумных» цехов за пределы помещений, где работают люди; точной подгонки всех деталей и отладки их работы, применения глушителей и индивидуальных средств защиты и т.д [2].

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.

2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.

3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.

4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.

5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.

6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.

7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.

8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.

9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.

10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.

11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.

12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.

13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.

14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.

15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.

16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.

17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.

18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.

19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.

20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.

21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 621.43.068

АНАЛИЗ ТОПЛИВО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЛОКОМОТИВНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Битюцких В.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Эволюция развития человечества и создание индустриальных методов хозяйствования привели к образованию глобальных техносфер, одним из элементов которой является железнодорожный транспорт. К подвижному составу по обеспечению экологической безопасности в районах или на трассах их эксплуатации предъявляются требования, формируемые на основании природоохранных норм и правил, обязательных к реализации при изготовлении и эксплуатации подвижного состава [1, 2, 3]. Поездная работа на станции осуществляется на электровозной и тепловозной тяге. Однако самое негативное воздействие на окружающую среду оказывают выбросы тепловозных дизелей. В состав выхлопных газов тепловозных дизелей входят следующие основные компоненты: пары воды, кислород, двуокись углерода, окись и двуокись азота, водород, углеводороды, сернистый ангидрид, альдегиды и сажа. По характеру воздействия на человека их можно разделить на две группы. В первую группу входят нетоксичные вещества: азот, кислород, пары воды, двуокись углеводорода и водород [4, 5, 6]. Действия второй токсической группы на человеческий организм разнообразно от неприятных ощущений до раковых заболеваний [7, 8, 9].

Попадая в организм человека, канцерогенные углеводороды накапливаются до критических концентраций, при которых стимулируется развитие злокачественных опухолей. Кроме того группы углеводородов (особенно олефины) играют наиболее активную роль в образовании смога. Они вступают в реакцию с окисями азота под воздействием солнечного облучения и образуют озон и другие, биологически активные вещества, которые вызывают заболевание глаз и носогорловой полости человека, а также вредно воздействуют на растительный и животный мир [10, 11, 12].

Окись углерода образуется во всех двигателях при всех режимах как промежуточный продукт, который подлежит дальнейшему окислению с образованием двуокиси углерода, при полном сгорании за счет плохого смесеобразования и наличия зон с малым содержанием кислорода.

Содержание окиси углерода в выхлопных газах дизелей относительно невелико по сравнению с карбюраторными двигателями, так как основные продукты неполного сгорания в выхлопных газах выделяются в виде сажи. Поступая в организм человека окись углерода, соединяется с гемоглобином крови, дает устойчивое соединение – карбоксигемоглобин, который ухудшает процесс газообмена и приводит к кислородному голоданию [13, 14]. По воздействию на человека и всю природу окислы азота являются самыми вредными выбросами дизеля. Азот, соединяясь с кислородом, может образовывать 5 соединений: NO, NO2, NO3, NO4, NO5.

Непосредственно на человека NOx воздействует с инкубационным периодом. Если человек работает на воздухе с большим содержанием NOx, он вначале ничего не ощущает, но затем тяжело заболевает. При этом основное воздействие NOx происходит путем образования в дыхательных путях азотной и азотистой кислоты за счет реакции с водой. Степень воздействия NOx на человека почти в 10 раз сильнее окиси углерода.

Сернистые соединения, выделяющиеся при работе тепловозных дизелей, разрушительно воздействуют не только на человека, но и на двигатель в виде коррозийного воздействия. При высоких температурах возникает газовая коррозия. При понижении температуры ниже точки росы происходит кислотная коррозия [15, 16].

При цепной реакции самовоспламенения альдегиды являются промежуточным продуктом процесса горения. Они фиксируются в голубом пламени, которое является промежуточным между холодным и горячим пламенем [17, 18]. Затем они окисляются до конечных продуктов сгорания, но при некоторых условиях, связанных с процессом смесеобразования и местным дефицитом кислорода, концентрация их резко увеличивается с выбросом в выхлопных газах.

По воздействию на организм человека нет точных данных, но по аналогии с радикалами они усиливают окислительные процессы и таким образом способствуют развитию патологических процессов и ускорению старения организма.

Сажа, которая в виде дыма выделяется с выхлопными газами, характеризует полноту сгорания. Как указывалось ранее, сажа образуется во всех дизелях, но затем выгорает в зависимости от эффективности процесса смесеобразования. При этом если сажи образуется много, то она не успевает выгорать в двигателе даже при хорошем смесеобразовании.

Сажевые частицы образуются при температуре выше 1073 К и при дефиците кислорода разогреваются во фронте пламени до 2073 - 3073 К. При такой температуре они не пускают мощные потоки электронов и световой энергии [19, 20]. Образованный при этом углерод не сгорает из-за высокой энергии активации и выбрасывается вместе с другими продуктами сгорания в выхлопных газах. Эти явления объясняют то, что в одинаковых условиях горения ароматические углеводороды выделяют сажи в 6.2 - 15.7 раз больше, чем олеиновые, и в 16.2 - 31.8 раз больше, чем парафиновые.

Сажа в выхлопных газах состоит не только из углерода, но и включает кислород, водород и ряд сложных циклических ароматических углеводородов, включая такие токсические вещества, как бензопирен. Поэтому дым дизельных двигателей, бесспорно, вредно действует на организм человека, но медициной не установлены точные вредные концентрации.

Закон РФ «Об охране окружающей среды» от 12.01.2012 г. обязывает при выполнении проектов делать экологическое обоснование. В данном проекте выполняется часть экологического обоснования работы переустроенной сортировочной станции Лихая: рассчитываются вредные выбросы в атмосферу от маневровых тепловозов.

Маневровые тепловозы работают в переменных режимах с частыми троганиями, ускорениями и торможениями. В этом случае выброс отработанных газов значительно возрастает. Уровень загрязнения воздушной среды станции и прилегающих к ним районам зависит от числа одновременно занятых локомотивов.

Для предупреждения выхода экологических характеристик за пределы установленных норм, необходимо проводить техническую диагностику подвижного состава, которая является либо частью технического обслуживания и ремонта, либо самостоятельной операцией по определению его экологической безопасности [21, 22, 23].

За негативное воздействие на окружающую среду взимается плата со всех предприятий (организаций), юридических и физических лиц, осуществляющих хозяйственную деятельность, наносящую ущерб природной среде и здоровью людей.

Большое влияние на массовый состав выбросов оказывают режим эксплуатации тепловозов, исправность систем дизельных двигателей, своевременность проведения регулировки.

Высокое содержание вредных примесей в отработавших газах дизелей при работе в режиме холостого хода обусловлено не только плохим смешиванием топлива с воздухом, но и сгорания топлива при более низких температурах.

Одним из мероприятий по снижению выбросов в окружающую среду является уменьшение работы тепловоза в режиме холостого хода, повышения стабильного режима работы.

В дизельных двигателях тепловозов на увеличение расходов топлива и состава выхлопных газов влияют неисправности:

- уменьшение давления впрыска;
- покрытие иглы форсунки смолистыми отложениями;
- закоксование сопел распылителей;
- износ плунжерных пар топливных насосов;
- засорение воздухоочистителя;
- изменение угла впрыска;
- понижение температуры охлаждающей жидкости;
- износ деталей топливного насоса;
- износ деталей газораспределения и шатунно-кривошипного механизма.

Для нормирования выбросов вредных веществ (ВВ) в ОГ тепловозов определяют следующие параметры:

- содержание окислов азота CNOx (объемная доля, %);
- содержание окиси углерода CC0 (объемная доля, %);
- содержание углеводородов CCnHm (объемная доля, %).

Значения предельно допустимых содержаний выбросов вредных веществ в ОГ новых (после постройки) тепловозов, а также модернизированных (с заменой двигателя) на режимах испытаний. Предельно допустимые значения коэффициента ослабления светового потока (дымности) ОГ новых (после постройки) тепловозов, а также модернизированных (с заменой дизеля) на режимах испытаний.

Измерения выбросов вредных веществ и дымности ОГ новых (после постройки) тепловозов следует проводить при их квалификационных, приемо-сдаточных, типовых и периодических испытаниях. Измерения выбросов вредных веществ и дымности ОГ при типовых испытаниях проводят при изменении конструкции агрегатов, узлов и систем тепловозов и технологического процесса их изготовления, влияющих на количество выбросов вредных веществ и дымность ОГ. Определение выбросов вредных веществ и дымности ОГ должно проводиться не реже одного раза в год. Периодичность проведения контроля устанавливают в технических условиях (ТУ) на тепловозы конкретных серий.

Определение выбросов вредных веществ и дымности ОГ эксплуатируемых тепловозов следует также проводить после ремонта агрегатов, узлов и систем тепловозов (топливная аппаратура, турбокомпрессор, цилиндропоршневая группа и др.), влияющих на содержание выбросов вредных веществ и дымность ОГ. Тепловозы, предназначенные для контроля выбросов вредных веществ и дымности ОГ, должны быть в полной технической исправности, которую определяют при их реостатных испытаниях.

Испытания проводят с соблюдением регулировок систем тепловозов и узлов дизелей, указанных в ТУ на тепловозы конкретных серий и на дизели.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.

2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.

3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.

4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.
23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТЕЙ, ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ

Алонцев Д.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Процесс управления рисками с учетом приоритетов мер управления включает:
Полное устранение риска, в том числе:
ликвидация опасного производства;
использование безопасных материалов и технологий;
передача риска (подрядчику).
Частичное устранение риска, в том числе:
использование менее опасных материалов и технологий;
капитальный ремонт, модернизация, реконструкция или замена неисправного и устаревшего оборудования [1, 2, 3].
Обработку риска, в том числе:
использование средств коллективной защиты;
использование систем контроля технологических процессов, сигнализации, блокировок, знаков безопасности;
описание мер безопасности в инструкциях по охране труда, инструкциях о мерах пожарной безопасности, технологических инструкциях, ПЛА, инструкциях по эксплуатации, нарядах-допусках и других документах;
обучение, инструктаж, аттестацию работников [4, 5, 6];
ограничение доступа работников в опасные зоны;
ограничение времени нахождения во вредных условиях труда;
использование средств индивидуальной защиты.
Планирование мероприятий в области ОТ и ПБ [7, 8, 9]:
– целевые и плановые показатели по улучшению условий труда на рабочих местах в структурных подразделениях УЖДТ разрабатывают структурные подразделения ежегодно в соответствии с требованиями СТП СУОС 05757665-3.3-01;
– мероприятия с указанием сроков выполнения, исполнителей и источников финансирования.
Планирование мероприятий подразделяют на:
перспективное (со сроком исполнения более одного года);
текущее (со сроком исполнения в текущем году).
Оперативное [10, 11, 12].
Перспективное планирование мероприятий осуществляют при:
строительстве новых объектов;
реконструкции, капитальном ремонте действующих объектов;
внедрении новых технологических процессов;
устранении длительно действующих отступлений от правил безопасности;
разработке коллективного договора [13, 14, 15].
Текущее планирование мероприятий включает разработку:
планов организационных мероприятий на текущий год (комплексные, контрольные и целевые проверки, проведение совещаний, проведение обучения и аттестации руководителей и специалистов и т.п.);

технических мероприятий (капитальные ремонты, реконструкция, модернизация оборудования и т.п.) [16, 17, 18];

ежеквартальных планов работ по охране труда и промышленной безопасности;

планов мероприятий по подготовке к работе в летний и зимний периоды и т.п.

Оперативное планирование мероприятий включает:

планы мероприятий по материалам расследования несчастных случаев, профессиональных заболеваний, аварий, инцидентов, предписаний органов надзора и контроля и т.п.;

ежемесячные планы работы по ОТиПБ руководителей подразделений.

Подготовленность к аварийным ситуациям и реагирование на них:

В УЖДТ действует система подготовки к аварийным ситуациям и реагированию на них, которая регламентирована СТП СУОС 05757665-4.7-01 «План ликвидации (локализации) аварии. Порядок действий работников ОАО «НЛМК» при ликвидации (локализации) аварии. Проведение учебных тревог» [19, 20, 21].

Система включает в себя: обучение и подготовку персонала, разработку планов ликвидации (локализации) аварий (ПЛА), проведение учебных тревог и учебно-тренировочных занятий [4]

В подразделениях УЖДТ проводят учебные и учебно-тренировочные занятия с целью изучения действий персонала при ликвидации аварий и учебные тревоги для отработки действий персонала и спасательных формирований.

Периодичность проведения учебных тревог и учебно-тренировочных занятий устанавливают в графике, разрабатываемом структурным подразделением раз в 2 года.

По окончании учебной тревоги и учебно-тренировочного занятия руководитель, проводивший их, проводит разбор и подводит итоги выполнения работ по ликвидации «аварии» [22, 23].

По материалам разбора учебной тревоги члены комиссии, проводившие учебную тревогу, составляют акт, в котором отмечают все выявленные недостатки и предлагают мероприятия по их устранению (с указанием сроков исполнения и ответственных лиц за их выполнение).

Действия рабочих при аварийных ситуациях регламентированы требованиями инструкций по охране труда, которые разрабатывают в соответствии с «Положением о порядке разработки и утверждения инструкций по охране труда».

Для ОПО УЖДТ, на которые распространяется действие ст. 14 Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», разрабатывают декларацию промышленной безопасности.

Декларация промышленной безопасности предполагает:

всестороннюю оценку риска аварии;

анализ достаточности принятых мер по предупреждению аварий, а также готовности к локализации и ликвидации последствий аварий на ОПО;

разработку мероприятий, направленных на снижение последствий аварий и размера ущерба, нанесенного в случае аварии на ОПО.

В УЖДТ подлежат расследованию и учету следующие виды происшествий:

аварии и инциденты, в том числе происшедшие на опасных производственных объектах;

пожары и возгорания;

дорожно-транспортные происшествия (ДТП);

нарушения безопасности движения в поездной и маневровой работе на железнодорожном транспорте (крушения, аварии, случаи брака);

несчастные случаи на производстве;

профессиональные заболевания;

опасные события без последствий.

При проведении расследования и анализа происшествий осуществляется:

выявление исходных недостатков в области ОТ и ПБ и другие факторы, которые могут вызывать происшествия или влиять на их возникновение;

определение необходимости проведения корректирующих действий;

выявляется возможность для проведения предупреждающих действий;

выявляется возможность для постоянного улучшения в виде установления целевых и/или плановых показателей в области ОТ и ПБ;

информирование заинтересованных сторон о результатах такого расследования.

Шум является вредным физическим фактором производственной среды. Воздействие шума на человека характеризуют звуковым давлением, частотой и интенсивностью. Превышение допустимого значения уровня шума может вызвать повреждение слуховой функции, затруднение речевого общения, нарушение психического здоровья, ухудшение производительности труда. Высокий уровень фонового шума может спровоцировать травмоопасные ситуации, вероятность ошибки рабочего [1].

Так как нет данных лабораторных исследований по анализу шума,то произведём расчет ожидаемых уровней звукового давления в расчетной точке и требуемого снижения шума [2].

На исследуемом участке находится 11 источников шума, которые располагаются вокруг расчётной точки и воздействие которых наиболее значительно. Схема расположения источников шума представлена на рисунке 1.

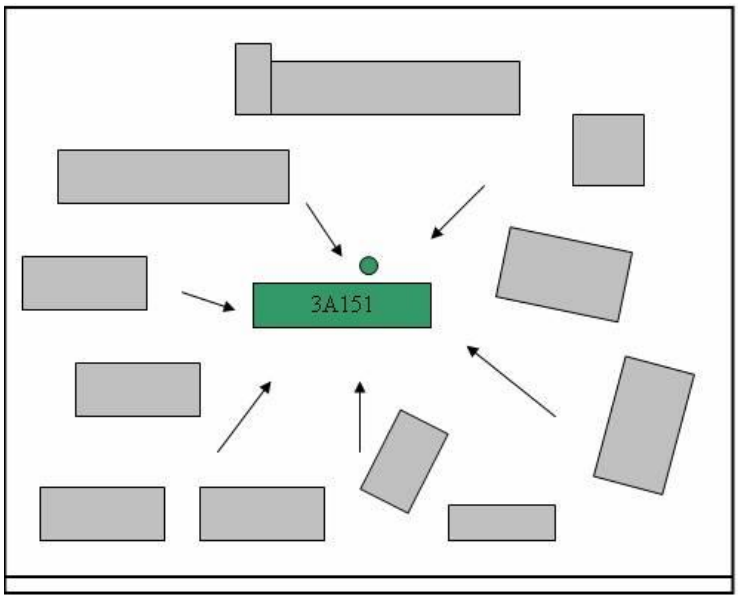


Рисунок 1 – Расчётная схема расположения источников шума

На данном участке находится несколько источников шума, поэтому уровни звукового давления в расчётной точке для среднестатистических частот 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц определяют по формуле 1:

$$L_p = 10\lg\left(\sum_{i=1}^{m}\frac{X_i \cdot \Phi_i \cdot \Delta I}{S_i} + \frac{4\psi}{B}\sum_{i=1}^{m}\Delta I\right), \quad (1)$$

Где: Lp – ожидаемые октавные уровни звукового давления в РТ, дБ;

X – эмпирический поправочный коэффициент, принимаемый в зависимости от отношения расстояния r от РТ до акустического центра к максимальному габаритному размеру источника Lmax , определяется по графику;

Lpi – октавный уровень звуковой мощности ИШ, дБ;

Ф – фактор направленности (для источников с равномерным излучением принимается Ф = 1);

S – площадь воображаемой поверхности правильной геометрической формы, окружающий источник и проходящий через расчетную точку. S = 2Пr2,

где r – расстояние от расчетной точки до источника шума, м2;

Y - коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении, принимаемый по графику в зависимости от отношения постоянной помещения B к площади ограждающих поверхностей помещения Sогр:

Sогр = Sпола+Sпотолка+Sстен (2)

B – постоянная помещения в октавных полосах частот, м2 ;

B=Bf·μ (3)

где μ – частотный множитель, определяемый по таблице;

Bf – постоянная помещения на частоте f Гц, м2.

Для помещения с небольшим числом людей Bf = V/20,

где V – объем помещения, м2;

m – количество источников шума.

Требуемое снижение уровней звукового давления в расчетной точке для восьми октавных полос следует определять по формуле:

DLтреб = Lр. – Lдоп. (4)

где DLтреб – требуемое снижение уровней звукового давления, дБ;

Lрасч – полученные расчетом октавные уровни звукового давления, дБ;

Lдоп – допустимое по нормам октавные уровни звукового давления, дБ.

Допустимые уровни шума на рабочих местах принимается в соответствии с ГОСТ 12.1.003–90 “Шум. Общие требования безопасности” .

Расчет:

r1… r11 – расстояние от источника шума до расчетной точки, м;

S1…S11 – площадь воображаемой поверхности, окружающей источник, м2;

X1…X11 – эмпирический поправочный коэффициент.

Значения этих величин приведены в таблице

Таблица 1 – Значения r, S, X

	Номер источника шума										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
r	4,5	4	7,5	7	10	5	6,5	12	12,5	7,5	3
S	127	100	353	307	628	157	265	904	981	353	56
X	3,5	3,8	3	3,1	2,4	3,5	2,9	2,2	2,1	3	3,9

Площадь ограждающих поверхностей участка по формуле:

Sогр = 44·30+8·(2·44+2·30)+44*30=3824 м2.

Объем помещения равен:

V = 44·30·8 = 10560 м3 .

Постоянная помещения равна:

Bf = 10560/20 = 528.

Таблица 2 – Значение коэффициентов μ, B (по формуле (3)), Ψ

Коэффициент	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
μ	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6
B	264	264	290,4	369,6	528	844,8	1584	3168
Ψ	1	1	1	1	0,95	0,87	0,73	0,55

Таблица 3 – Исходные данные и результаты расчета

Параметр		Среднегеометрические частоты, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Уровень звуковой мощности источников шума, Дб	1	89	90	87	92	91	87	82	80
	2	85	86	92	97	94	83	92	96
	3	87	85	91	94	86	79	78	74
	4	93	89	92	90	94	92	87	85
	5	87	84	95	94	86	87	78	76
	6	89	86	82	82	84	86	89	90
	7	91	90	95	95	96	97	98	91
	8	93	92	90	90	86	82	78	76
	9	86	85	92	96	87	82	80	84
	10	87	91	94	97	87	82	78	75
	11	94	96	96	97	92	89	89	87
Lр, Дб		89,2	87,3	88,7	90,2	86,3	83	83,7	83,6
Lдоп, Дб		99	92	86	83	80	78	76	74
ΔLтреб, Дб		-	-	2,7	7,2	6,3	5	7,7	9,6

Анализируя результаты расчета, приведенные в таблице, можно сделать вывод о том, что на средних и высоких среднегеометрических частотах уровни звуковой мощности источников шума превышают нормативные значения, именно на этих частотах требуется снижение уровня шума.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.

11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.
22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.
23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ОЦЕНКА КАТЕГОРИИ ТЯЖЕСТИ ТРУДА

Болдырихин И.Ю.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Поскольку производственные условия труда рассматриваются с точки зрения их влияния на организм работающего, оценка их фактического состояния должна основываться на учете последствий такого влияния на здоровье человека. При этом очень важно учесть все многообразие факторов, формирующих условия труда [1, 2, 3]. Под влиянием конкретных условий труда формируются три качественно определенных основных функциональных состояния организма:

- нормальное;
- пограничное (между нормой и патологией);
- патологическое [4, 5, 6].

Каждое из них имеет свои отличительные признаки. Степень воздействия условий труда на организм характеризуют категории тяжести труда. В соответствии с разработанной НИИ труда «Медико-физиологической классификацией работ по тяжести» все работы можно разделить на 6 категорий [7, 8, 9].

К первой категории тяжести относятся работы, выполняемые в комфортных условиях внешней производственной среды при допустимых величинах физической, умственной и нервно-эмоциональной нагрузок. У практически здоровых людей такие условия повышают тренированность организма и его работоспособность. Утомление в конце смены (недели) незначительное. В этих условиях реакции организма представляют собой оптимальный вариант нормального функционального состояния [10, 11, 12].

Ко второй категории тяжести относятся работы, выполняемые в условиях, не превышающих предельно допустимых значений производственных факторов, установленных действующими санитарными правилами, нормами и эргономическими рекомендациями. У практически здоровых людей, не имеющих медицинских противопоказаний к таким работам, к концу смены (недели) не возникает значительного утомления. Работоспособность существенно не нарушается. Отклонений в состоянии здоровья; связанных с профессиональной деятельностью, в течение всего трудового периода жизни не наблюдается [13, 14, 15].

К третьей категории тяжести относятся работы, при выполнении которых, вследствие не вполне благоприятных условий труда (в том числе повышенная мышечная, психическая, нервно-эмоциональная нагрузка), у практически здоровых людей формируются реакции, характерные для пограничного состояния организма. Ухудшаются некоторые показатели физиологических функций в межоперационных интервалах, особенно к концу работы, по сравнению с доработочим исходным состоянием; ухудшаются функциональные показатели в процессе выполнения производственных операций, прежде всего функции центральной нервной системы; удлиняется восстановительный период; несколько ухудшаются производственные технико-экономические показатели. Подобные отрицательные сдвиги могут быть сравнительно быстро устранены при улучшении режимов труда и отдыха [16, 17, 18].

К четвертой категории тяжести относятся работы, при которых неблагоприятные условия труда приводят к реакциям, характерным для более глубокого пограничного (предпатологического) состояния у практически здоровых людей. При этом большинство физиологических показателей ухудшаются как в межоперационных интервалах (и особенно в конце рабочих периодов), так и в момент трудового усилия. Изменяются соотношения периодов в динамике работоспособности и производительности труда. Снижаются и другие производственные показатели. Повышается уровень заболеваемости, появляются типичные производственно-обусловленные профессиональные заболевания, увеличивается количество и тяжесть производственных травм [19, 20, 21].

К пятой категории тяжести относятся работы, при выполнении которых в результате весьма неблагоприятных (экстремальных) условий труда в конце рабочего периода (смены, недели) формируются реакции, характерные для патологического функционального состояния организма у практически здоровых людей. Наблюдается относительная, а иногда и абсолютная функциональная недостаточность жизнеобеспечивающих вегетативных подсистем; сильные, иногда искаженные реакции со стороны центральной нервной системы (ее высших отделов), особенно при повышенном нервно эмоциональном и интеллектуальном напряжении и др. У большинства работающих патологические реакции исчезают после достаточного и полноценного отдыха. Однако у некоторых работников по разным причинам, в том числе и в связи с индивидуальными особенностями организма, с течением времени преходящие патологические реакции могут стабилизироваться и перейти в более или менее развитое заболевание. Поэтому для пятой категории тяжести характерен высокий уровень производственно-обусловленной и профессиональной заболеваемости. Значительно

ухудшаются технико-экономические показатели, изменены и нередко хаотичны кривые работоспособности и производительности труда.

К шестой категории тяжести относятся работы, при выполнении которых в результате чрезвычайных, часто внезапных перегрузок, как правило, при стрессовых психических (нервно-эмоциональных) ситуациях, возникают острые патологические реакции, нередко сопровождающиеся тяжелыми нарушениями функций жизненно важных органов [22, 23]. Иногда психический или эмоциональный стресс усугубляется прочими, также неблагоприятными условиями труда. Это снижает общую сопротивляемость организма вредным и опасным производственным условиям [1].

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.

16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.
22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.
23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «БЖД»

Виноградов С.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Быстрый темп нарастания информации в области образования определяет особую актуальность проблемы увеличения эффективности процесса обучения в высшей школе. В полной мере это касается такой относительно молодой дисциплины, как безопасность жизнедеятельности. В настоящее время идет разработка теоретических основ безопасности жизнедеятельности и решения прикладных программ [1, 2, 3].

Как и по другим учебным дисциплинам одним из основных направлений повышения эффективности обучения безопасности жизнедеятельности является активизация процесса обучения, обеспечение сознательности, наглядности, активности и последовательности обучения [13, 4, 5].

Основная цель дисциплины безопасность жизнедеятельности – это подготовка специалиста, способного обеспечить безопасные и здоровые условия жизнедеятельности человека и всего общества. Поставленная цель достигается путем обучения теоретическим знаниям и практическим навыкам решения многочисленных задач, таких как обеспечения комфортных условий, идентификации факторов воздействия среды, мер защиты человека и среды, проектирования безопасной техники и технологических процессов и др [5, 6, 7]. Многообразие связей человека с окружающей средой, как видно на рис.1, предопределяет большой комплекс задач, решаемых в процессе изучения безопасности жизнедеятельности [8, 9, 10].

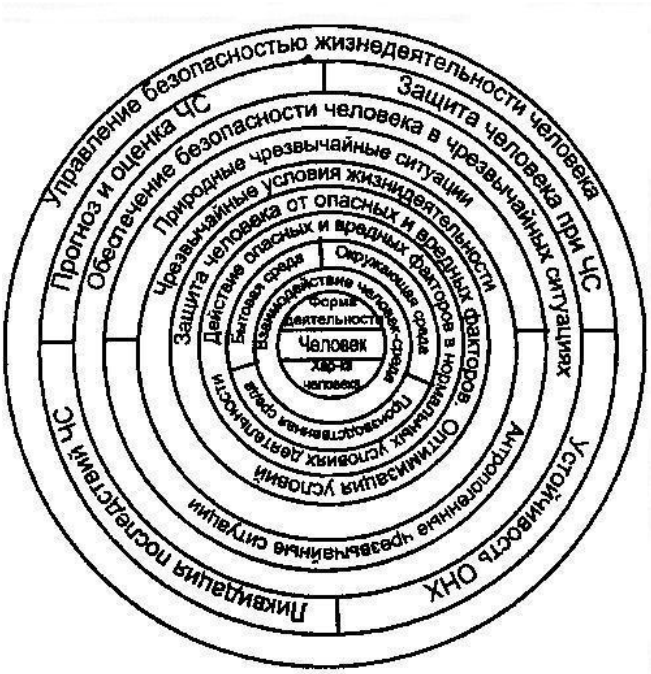


Рисунок 1. Структура дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»

По каждой задаче определяется уровень усвоения учебного материала: знание, понимание, применение, анализ, синтез, оценка.

Представленная учебная программа дисциплины БЖД имеет разветвленную структуру с постепенным наращиванием комплексного характера рассматриваемых задач: от взаимодействия человека с отдельными факторами окружающей среды до управления безопасностью в масштабе страны [11, 12, 13].

В процессе обучения важная роль принадлежит контролю, который обеспечивает обратную связь в обучении. Наличие обратной связи позволяет корректировать процесс обучения, оказывает на него регулирующее действие. Для обучающегося обратная связь содержит информацию о правильности решения, оценку уровня его подготовки [14, 15, 16].

Быстродействие современных компьютеров позволяет получить оперативную информацию о ходе процесса обучения в необходимом объеме. О ходе обучения судят по следующим показателям: правильность ответа, скорость формирования ответа, частота допускаемых ошибок и т.д. Дискретный характер контроля не позволяет в полной мере следить за ходом формирования психической деятельности обучаемого. Однако результаты такого контроля позволяют выявить уровень свойств, которыми обладает обучаемый и которые характеризуют процесс обучения: обобщенность, и прочность знаний, автоматизм в применении знаний и навыков, потребная продолжительность обучения, результаты немедленной и отсроченной проверки усвоения учебного материала [17, 18, 19].

В настоящее время накоплен достаточный опыт тестирования. В программах тестирования наиболее широко используются различные типы тестов, в которых обучаемый решает задачи: конструирования ответа, выбор правильного ответа: восстановления пропущенных слов; проведение расчетов.

Современный уровень оснащения компьютерных классов позволяет получить и накопить необходимую статистику, позволяющую анализировать и оценивать изменения в психической деятельности студентов, а также обеспечить последующую автоматическую обработку результатов и разработать виртуальные лабораторные работы по данной тематике.

Структура дисциплины безопасность жизнедеятельности предусматривает развитие многих тем в некоторых самостоятельных направлениях. Например, тема: «Законодательство и иные нормативные акты по охране труда» включает правовые основы и систему

управления безопасностью жизнедеятельности. В свою очередь в правовые основы входят законы и правовые акты по охране труда, по охране природной среды и по защите населения при ЧС. Система управления безопасностью жизнедеятельности охватывает: управление охраной труда, управление охраной окружающей природной среды и управление защитой населения при чрезвычайных ситуациях [20, 21, 22].

Разнообразие форм ответа должно активизировать психическую деятельность студентов, а следовательно, повышать эффективность процесса обучения. Эффект тестирования в значительной степени зависит от программного обеспечения тестирования [23]. Быстрое нарастание объема информации в данной дисциплине, непрерывный процесс обновления информации требует оперативного изменения тестов, системы оценок, обработки результатов. Эти требования имеют особую актуальность для безопасности жизнедеятельности.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.

15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.
22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.
23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ОСНОВЫ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ» В ВОРОНЕЖСКОМ ФИЛИАЛЕ РОСТОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

Воронин Н.П.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Учебная дисциплина «Безопасность жизнедеятельности», введенная в учебные планы в начале 90-х годов прошлого столетия, объединила в себя такие дисциплины как «Охрана окружающей среды», «Охрана труда» и «Гражданская оборона», ранее существовавшие как отдельные курсы [1, 2, 3]. Содержание дисциплины безопасность жизнедеятельности по стандарту для всех инженерных специальностей характеризуется в значительной мере обобщенной концепцией безопасности человека в техносфере без тесной привязки к конкретным условиям профильной отрасли [4, 5, 6]. Такой подход при составлении стандарта приемлем только для экономических, юридических и гуманитарных специальностей вузов, готовящих кадры для работы в отраслях, не связанных с эксплуатацией промышленных объектов [7, 8, 9].

Для подготовки инженеров для такой отрасли промышленности как железнодорожная одной этой дисциплины становится недостаточно. Требуются дополнительные знания по конкретным вопросам промышленной безопасности и охраны труда, специфические для каждой отрасли и специальности [9, 10, 11].

Основной целью обучения студентов по дисциплине безопасность жизнедеятельности в Воронежском филиале Ростовского государственного университета путей сообщения является формирование у них необходимых знаний для выполнения функций руководителя

или специалиста предприятия и обеспечения надлежащей охраны труда в целом на предприятии или подразделении предприятия [12, 13, 14].

Дисциплина включает в себя комплекс тем по безопасному взаимодействию человека со средой обитания; защите от природных техногенных опасных и вредных факторов; предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также антитеррористической деятельности.

Целью дисциплины является формирование у специалиста мировоззрения о непрерывном единстве эффективной профессиональной деятельности и безопасности (защищенности) человека, что гарантирует сохранение здоровья и работоспособности человека, а также повышает эффективность действий в экстремальных условиях. В задачи дисциплины входит получение теоретических и практических навыков необходимых для:

-создания комфортного и соответствующего нормативным параметрам состояния среды обитания на рабочих местах производственной среды, в быту и зонах отдыха человека [15, 16];

-идентификации опасных вредных факторов среды обитания естественного, техногенного и антропогенного происхождения;

-разработки и реализации технических и организационных мер защиты человека и среды обитания от опасных, вредных факторов и негативных воздействий;

-проектирования и эксплуатации техники, технологических процессов, производств и других объектов экономики в соответствии с требованиями безопасности и экологичности [17, 18, 19];

-обеспечения устойчивости функционирования объектов экономики в нормальных и чрезвычайных ситуациях;

-принятия эффективных решений по защите производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и применения запрещенных военных средств поражения, а также принятие мер по ликвидации их последствий;

-прогнозирования развития негативных воздействий и оценки их последствий.

Поставленные цели достигаются изучением общих закономерностей опасных явлений и методов средств защиты человека и среды обитания от многообразных факторов воздействия; воспитанием особого мировоззрения на основе системного изложения основ идентификации опасностей, а также систем защиты от возможного риска, изучения приемов и приобретения навыков личной безопасности и управления безопасной жизнедеятельностью систем обитания.

Изучив данную дисциплину студент должен иметь представление:

- о теоретических основах и требованиях нормативных документов в области безопасности движения поездов, практических приемах предотвращения нарушения безопасности движения поездов [20, 21, 22];

-о теоретических основах и практических навыках а области предупреждения наездов подвижного состава на работающих железнодорожников, пешеходов автотранспорт;

-о методах и средствах обеспечения безопасной перевозки опасных грузов;

-о системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте.

Студент должен знать и уметь использовать:

-теоретические основы безопасности жизнедеятельности в системе «человек-машина-среда обитания»;

-правовые, нормативно-технические и организационные основы безопасности жизнедеятельности;

-основы физиологии человека и рациональные условия его деятельности [23];

-анатомо-физические последствия воздействия опасных и вредных производственных факторов на человека и меры защиты от них;

-средства и методы обеспечения технической безопасности, экологичности и устойчивости технических средств и технологических процессов;

-методы исследования устойчивости функционирования производственных объектов и технических систем в чрезвычайных ситуациях;

-методы прогнозирования и предупреждения чрезвычайных ситуаций, методы ликвидации их последствий;

-порядок расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве и случаев профессиональных заболеваний;

-порядок предоставления компенсаций и льгот за тяжелые работы и работы с вредными или опасными условиями труда;

-основные функции и полномочия органов государственного управления, надзора и контроля за охраной труда;

-методы организации и управления охраной труда на предприятии;

-оценивать источники вредных и опасных факторов производственной среды и производственного процесса;

-пользоваться нормативной правовой документацией, а также другими нормами и правилами безопасности жизнедеятельности;

-работать с приборами контроля вредных производственных факторов и осуществлять мониторинг окружающей среды; эффективно применять средства защиты от негативных воздействий;

-проводить необходимые расчеты и принимать самостоятельные инженерные решения по снижению вредных и опасных производственных факторов;

-осуществлять меры по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

-применять современные информационные технологии и системы в области безопасности жизнедеятельности.

По данной дисциплине в настоящее время предусмотрена только одна контрольная работа, а курсовые работы и проекты не предусмотрены.

Особенностью данного учебного заведения является то, что в нем преобладает заочная форма обучения. Основной контингент студентов проходит обучение по направлению предприятий ОАО «Российские железные дороги». Для работы в данном акционерном обществе требуются специалисты высокого уровня, имеющие в обязательном порядке профессиональное образование. В связи с тем, что обучающиеся в данном вузе студенты, уже работают в сфере железнодорожного транспорта, проводилось исследование с целью выявления значимости дисциплины «безопасность жизнедеятельности», определения тем дисциплины, представляющих, по мнению студентов, наибольший интерес для различных специальностей. Полученные после исследования данные учитываются нами в ходе учебного процесса.

Как известно, учебный процесс в вузе состоит из лекций, семинарских и лабораторно-практических занятий, консультаций, курсовых работа и проектов и т.д. В состав учебного комплекса входят рабочие программы учебных дисциплин, конспекты лекций, списки литературы по каждой дисциплине, методические указания к практическим и лабораторным занятиям, сборники задач, примеры оформления курсовых и дипломных проектов, отчетов по лабораторным работам, собственно компьютерные лабораторные работы и пояснения к их выполнению, база нормативно-правовой документации по охране труда, электронные видеофильмы.

Организованна процедура пошагового выполнения лабораторных работ с привлечением необходимой для выполнения текущего шага методической информации, вспомогательных компьютерных программ и т.д. Такой подход снижает потребность в перекачке огромных объемов учебной информации через Интернет и исключает риск аппаратных сбоев при доступе к информации, хранимой на сервере [1].

Процесс выполнения контрольных заданий, дипломных работ, а также консультаций может осуществляться дистанционно.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.

19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.

20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.

21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

АНАЛИЗ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ УСЛОВИЙ ТРУДА

Выборнова Ю.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Санитарно-гигиенические условия формируются под влиянием на человека окружающей среды (вредные химические вещества, запыленность воздуха, вибрация, освещение, уровень шума, инфразвук, ультразвук, электромагнитное поле, лазерное, ионизирующее, ультрафиолетовое излучение, микроклимат, микроорганизмы, биологические факторы) [1, 2, 3].

Благоприятные санитарно-гигиенические условия труда способствуют сохранению здоровья человека и поддержанию устойчивого уровня его работоспособности. Работа по улучшению условий труда предполагает в первую очередь совершенствование техники, технологии и физико-химических свойств сырья, а также дальнейшее совершенствование производственных процессов с учетом комплекса санитарных норм, стандартов и требований [4, 5, 6].

В понятие метеорологические условия (микроклимат) производственной среды входят температура, влажность, движение воздуха и его барометрическое давление. Повышенные или пониженные против нормы температура и влажность воздуха вызывают дополнительные производственные затраты энергии человека, снижают производительность труда. Систематические охлаждения и прогревание организма могут привести к различным заболеваниям. Холодными производствами считаются такие, в которых тепловыделение от окружающих предметов, людей, солнечных лучей не превышает 20 ккал на 1 $м^3$ в час. При низкой температуре снижается подвижность конечностей, притупляется внимание, организм расходует дополнительную энергию на поддержание нормальной температуры [7, 8, 9].

При высокой температуре учащается дыхание, нарушается водный и солевой баланс организма в результате обильного выделения пота, температура тела может подниматься до 39°С. Потери воды в горячих производствах достигают 5-8 л в смену, то есть 7-10% веса человека.

Для создания благоприятного микроклимата на рабочих местах и в производственных помещениях необходимо герметизировать оборудование, укрыть и изолировать поверхность испарения жидкостей, теплоизолировать источники тепла, а также автоматизировать и механизировать процессы с избыточным выделением тепла и влаги [10, 11, 12].

Шум и вибрация с физической точки зрения во многом сходны, но один воспринимается слухом, другая – осязанием. В настоящее время шум – один из наиболее

распространенных факторов внешней, в том числе производственной среды. Шум характеризуется силой (уровнем) звука, определяемой в децибелах (дБ), частотой в герцах (Гц) и интервалом частот в октавах. При этом уровень интенсивности звука вызывает у человека разные ощущения. Так, при 50-60 дБ возникает чувство спокойствия и комфорта, при 60-80 – лишь чувство удобства, шум в 90 дБ – вполне приемлемый, 100 дБ – ощущение шумности, 110 дБ – дискомфорт, 120 дБ – ощущение тревоги, 130 дБ – мучительное чувство. Наибольшее влияние оказывают высокочастотные звуки даже при одинаковой силе (уровне). Вредное воздействие шума сказывается на нервной и сердечнососудистой системах, на работе органов пищеварения, повышает кровяное давление, притупляет внимание и приводит к быстрому утомлению. При этом уровень интенсивности звука вызывает у человека разные ощущения [13, 14, 15].

Вибрация сопровождает многие производственные процессы. Она вызывает заболевания суставов, может нарушить двигательные рефлексы человека. Вибрации неодинаково влияют на человека, при этом по характеру воздействия следует различать местную и общую вибрации. Общая вибрация вызывает сотрясение пола, стен, местная вибрация воздействует на ограниченный участок тела [16,17, 18].

Для уменьшения шума и вибраций на рабочих местах, участках и в цехах необходимо прежде всего устранить причины образования вибраций в самом их источнике [19, 20, 21, 22]. С этой целью применяются различные конструктивные решения при модернизации оборудования и технологических процессов. Снижение интенсивности шума и вибрации достигается: с помощью облицовки стен, потолков звукопоглащающими и звукоизолирующими покрытиями; исключения или уменьшения резкого изменения давления, вихревых движений в машинах и оборудовании; применения пружинных амортизаторов; отвода «шумных» цехов за пределы помещений, где работают люди; точной подгонки всех деталей и отладки их работы, применения глушителей и индивидуальных средств защиты и т.д [23].

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.

9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.
22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.
23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА УЧАСТКЕ ЯРОСЛАВЛЬ – ДАНИЛОВ ТЕПЛОВОЗНОЙ ТЯГИ

Вытчиков А.М.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Начиная с середины 80-х годов прошлого века в практике локомотивного хозяйства России достаточно часто происходила замена тепловозной тяги на электрическую, причем зачастую это производилось без должного технико-экономического обоснования [1, 2, 3].

Это обстоятельство привело к появлению на линиях Российских железных дорог (РЖД) значительного количества стыков разных видов тяги, приводящих к замедлению прохождения поездов через эти пункты. Так например ,станция Данилов, выбранная нами в качестве примера для анализа , находится на стыке двух отделений Северной железной дороги : Ярославского и Вологодского [4, 5, 6]. Электрифицированная часть Ярославского отделения обслуживается электровозами постоянного тока серии ВЛ10, ВЛ11, а Вологодского электровозами переменного тока серии ВЛ80т и ВЛ80с. Протяженность участка Ярославль – Данилов 75 км, а участка Данилов – Вологда 139 км.. По станции Данилов происходит смена локомотива, соответственно сквозной пропуск поездов не может быть осуществлен [7, 8, 9].

Для ускорения движения поездов на участке есть два варианта:

1.Электрифицированную часть Ярославского отделения переоборудовать на переменный ток.

2.Ввести в эксплуатацию на этом направлении магистральные тепловозы нового поколения с заменой электрической тяги на тепловозную.

Оба мероприятия дадут возможность обеспечить сквозной пропуск поездов по станции Данилов ,что приведет к увеличению участковой скорости и уменьшению простоя транзитных составов без переработки.

В настоящее время согласно графика движения поездов суммарный суточный простой поездов по станции составляет 160,3 часа [10, 11, 12].

В данной работе рассмотрена возможность использования на участке Ярославль – Данилов тепловозной тяги тепловозами 2ТЭ70 вместо электрической.

Весовые нормы по мощности двухсекционного локомотива - в четном и нечетном направлениях: до 4300 т без условий; от 4300 до 5200 т имеются особые условия пропуска в виде безостановочного проследования ряда раздельных пунктов [13, 14, 15].

Унифицированная длина состава в условных вагонах для транзитных поездов в нечетном и четном направлениях 71.

При проведении тяговых расчетов использовалась программы «ИСКРА-ПТР», которая предназначена для тягово-экономических расчетов с целью идентификации, анализа или решения определенных проблем проектирования, эксплуатации и содержания железных дорог [16, 17, 18, 19].

Далее в таблицах 1 и 2 приведены некоторые варианты проведенных расчетов движения поездов во главе с электровозом и тепловозом.

Таблица 1- Результаты тягового расчета ведения поезда электровозом.

Наименование показателя движения поезда	Единица измерения	Значение показателя		
		чистое	изменение	итоговое
Категория поезда		Грузовой		
Серия локомотива		ВЛ10		
Вес вагонного состава	т	4500		
Длина поезда	м	850		
Количество вагонов	ваг	49		
Начальный раздельный пункт		Данилов		
Конечный раздельный пункт		Ярославль Гл		
Длина участка	км	74,391		
Время хода без учета стоянок	мин	70,3	5,0	75,3
Средняя допускаемая скорость	км/ч	76,4	-5,5	70,9
Ходовая скорость	км/ч	63,5	-4,2	59,3

Техническая скорость	км/ч			46,4
Участковая скорость	км/ч			46,4
Процент реализации допускаемой скорости	%	83,1	-5,5	77,6
Расход электроэнергии	кВт*ч	3513,3	236,4	3749,7
Движение поезда при наличии предупреждений и дополнительных ограничений допускаемой скорости:				
Общая протяженность предупреждений	км /%	0,400/0,5		
Время хода без учета стоянок	мин	75,4	5,1	80,5
Средняя допускаемая скорость	км/ч	70,9	-2,7	68,2
Ходовая скорость	км/ч	59,2	-3,8	55,4
Техническая скорость	км/ч	46		
Участковая скорость	км/ч	46		
Процент реализации допускаемой скорости	%	83,5	-5,3	78,2
Расход электроэнергии	кВт*ч	3749,7	357,8	4107,5

Таблица 2. - Результаты тягового расчета ведения поезда тепловозом.

Наименование показателя движения поезда	Единица измерения	Значение показателя		
		чистое	изменение	итоговое
Категория поезда		Грузовой		
Серия локомотива		2ТЭ70		
Вес вагонного состава	т	4500		
Длина поезда	м	850		
Количество вагонов	ваг	49		
Начальный раздельный пункт		Данилов		
Конечный раздельный пункт		Ярославль Гл		
Длина участка	км	74,391		
Время хода без учета стоянок	мин	71,3	5,6	76,9
Средняя допускаемая скорость	км/ч	76,4	-5,5	70,9
Ходовая скорость	км/ч	62,6	-4,6	58,0
Техническая скорость	км/ч			46
Участковая скорость	км/ч			46
Процент реализации допускаемой скорости	%	81,9	-6,0	75,9
Расход топлива	кг	1048,5	65,8	1114,3
Движение поезда при наличии предупреждений и дополнительных ограничений допускаемой скорости:				
Общая протяженность предупреждений	км/%	0,400/0,5		
Время хода без учета стоянок	мин	76,7	5,5	82,2
Средняя допускаемая	км/ч	70,9	-2,7	68,2

скорость				
Ходовая скорость	км/ч	58,2	-3,9	54,3
Техническая скорость	км/ч	45,4		
Участковая скорость	км/ч	45,4		
Процент реализации допускаемой скорости	%	82,1	-5,5	76,6
Расход топлива	кг	1114,0	117,0	1231,0

Определение сферы эффективного применения каждого вида тяги это решение многовариантной задачи [20, 21, 22]. Степень ее экономичности зависит от множества условий и факторов. Важнейшими из них являются- грузонапряженность с учетом перспективы её роста, количества главных путей, степень трудности профиля пути, стоимости постоянных устройств электроснабжения, типа и стоимости локомотивов, соотношения цен на топливо и электроэнергию [23].

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.

13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.
22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.
23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

АНАЛИЗ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

Герасименко Н.Е.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Среди металлообрабатывающих станков шлифовальные являются одними из самых травмоопасных. Из всех несчастных случаев с тяжелым исходом при работе на металлообрабатывающем оборудовании да долю шлифовальных станков приходится около 10 % случаев.

Широкое распространение травмирования при шлифовании связано с возникновением опасных факторов, большинство из которых обусловлено наличием в станках подвижных неогражденных элементов. К опасным факторам относят шлифовальные шпиндели, патроны для крепления заготовок, острые кромки и грани, заусенцы на поверхности обрабатываемых заготовок, подвижные части индивидуальных грузоподъемных устройств, используемых станочниками [1, 2, 3].

При установке и закреплении абразивного инструмента, а также обрабатываемых деталей возможно механическое травмирование рук станочника. Тяжелые травмы ног имеют место при падении перечисленных предметов. Такие же травмы могут явиться следствием падения станочника из-за скольжения, причиной чего является пролив на пол смазочно-

охлаждающей жидкости или смазочного материала. Наконец, механическое травмирование возможно при проведении вспомогательных операций, особенно при правке абразивного инструмента.

Возможны ожоги рук станочников при контакте с обрабатываемыми поверхностями.

Разрыв шлифовального круга чаще всего является следствием его недостаточной прочности из-за наличия не выявленных трещин, выбоин, неправильного его обжига [4, 5, 6]. Но он может быть связан и с несбалансированностью инструмента (или ее появлением в процессе его эксплуатации), с превышением допустимого числа оборотов шлифовального круга, неправильной его установкой, эксплуатацией. Возможны частные причины: работа торцом круга, конструкция которого для этого не приспособлена; шлифование с применением СОЖ, действующей на связку абразива, вследствие чего круг теряет свою прочность; заклинивание при прорезке узких пазов, и т. п [7, 8, 9].

Травмирование частями разрушенного абразивного инструмента вызывает переломы рук, ног, ребер и, что имеет особо тяжелые последствия, черепа. Конечно, это может иметь место только в случае отсутствия или неисправности ограждения зоны обработки.

Тяжелые случаи травмирования тела шлифовщика наблюдаются при попадании концов его одежды или волос (последнее характерно для женщин) на вращающиеся абразивный инструмент, шпиндель, крепежные приспособления, что приводит к затягиванию станочника на инструмент, вследствие практически мгновенной накрутки на него одежды или волос. Распространен захват кисти рук вращающимся инструментом. Часто встречающиеся случаи соскальзывания рук в сторону инструмента и захвата им кисти происходят: при раскреплении или закреплении детали в приспособлении без остановки шпинделя; при исправлении положения детали в приспособлении при работающем станке; при контроле размеров обрабатываемой детали без полной остановки шпинделя; при регулировании подачи СОЖ [10, 11, 12].

На рисунке 1 показана опасная зона при вращении шлифовального круга (вид сверху). Сюда относятся: осколки при разрыве шлифовального круга, выделение и распространение вредных веществ, вылет детали.

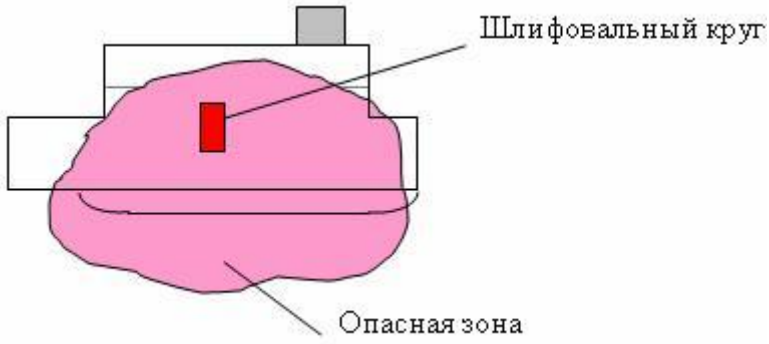


Рисунок 1 – Опасная зона при вращении шлифовального круга

Травмирование при установке и демонтаже обрабатываемых деталей, креплении или снятии инструмента чаще всего связано с нарушением правил безопасной эксплуатации грузоподъемных устройств, неправильной организацией рабочего места, применением запрещенных приемов работы (например, шлифование поверхностями инструмента, которые для этого не предназначены) [13, 14, 15]. Травмирование глаз абразивно-металлической стружкой или частицами абразивного материала возникает в основном из-за отсутствия на станках (в нарушение требований безопасности) защитных устройств, ограждающих зону обработки, а также вследствие работы при этом без защитных очков.

Травмирование рук станочников острыми кромками, гранями, заусенцами всегда связано с нарушением требований техники безопасности при проведении технологического процесса [22, 23].

Вылет детали при шлифовании обусловлен неправильным ее креплением либо неисправностью или износом соответствующих приспособлений [19, 20, 21]. Механические повреждения тела вследствие падения работающих при разливе на полу СОЖ или смазочных материалов всегда связаны с нарушением правил ведения технологического процесса либо с неисправностью систем подачи и отвода СОЖ или системы централизованной смазки станка [16, 17, 18].

Ожоги рук станочников являются следствием нарушения требований безопасности при ведении технологического процесса шлифования и, в частности, работы без средств индивидуальной защиты (рукавиц) при снятии деталей или проведении уборки на остановленном станке.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.

16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.

17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.

18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.

19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.

20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.

21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 621.43.068

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

Григорьев В.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Быстрый темп нарастания информации в области образования определяет особую актуальность проблемы увеличения эффективности процесса обучения в высшей школе. В полной мере это касается такой относительно молодой дисциплины, как безопасность жизнедеятельности. В настоящее время идет разработка теоретических основ безопасности жизнедеятельности и решения прикладных программ.

Как и по другим учебным дисциплинам одним из основных направлений повышения эффективности обучения безопасности жизнедеятельности является активизация процесса обучения, обеспечение сознательности, наглядности, активности и последовательности обучения [1,2, 3].

Основная цель дисциплины безопасность жизнедеятельности – это подготовка специалиста, способного обеспечить безопасные и здоровые условия жизнедеятельности человека и всего общества [4, 5, 6]. Поставленная цель достигается путем обучения теоретическим знаниям и практическим навыкам решения многочисленных задач, таких как обеспечения комфортных условий, идентификации факторов воздействия среды, мер защиты человека и среды, проектирования безопасной техники и технологических процессов и др [7, 8, 9]. Многообразие связей человека с окружающей средой, как видно на рис.1, предопределяет большой комплекс задач, решаемых в процессе изучения безопасности жизнедеятельности [10, 11, 12].

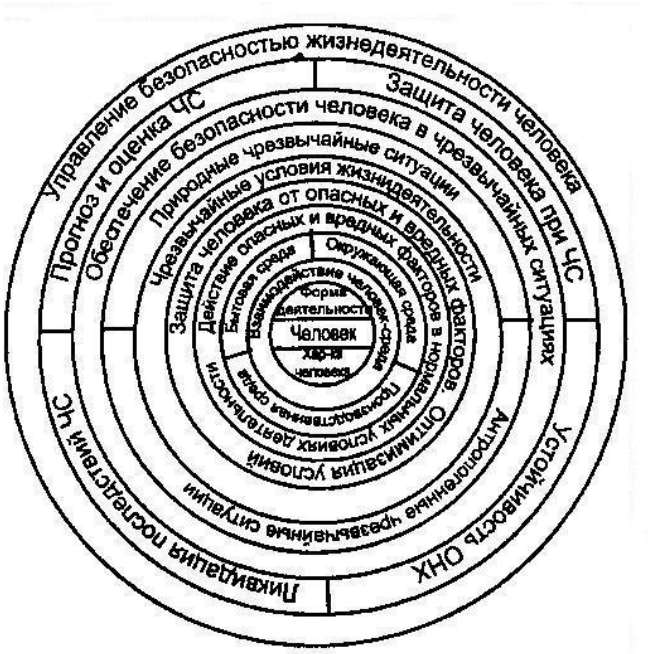


Рис.1. Структура дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»

По каждой задаче определяется уровень усвоения учебного материала: знание, понимание, применение, анализ, синтез, оценка [13, 14, 15].

Представленная учебная программа дисциплины БЖД имеет разветвленную структуру с постепенным наращиванием комплексного характера рассматриваемых задач: от взаимодействия человека с отдельными факторами окружающей среды до управления безопасностью в масштабе страны.

В процессе обучения важная роль принадлежит контролю, который обеспечивает обратную связь в обучении. Наличие обратной связи позволяет корректировать процесс обучения, оказывает на него регулирующее действие. Для обучающегося обратная связь содержит информацию о правильности решения, оценку уровня его подготовки [16, 17, 18].

Быстродействие современных компьютеров позволяет получить оперативную информацию о ходе процесса обучения в необходимом объеме. О ходе обучения судят по следующим показателям: правильность ответа, скорость формирования ответа, частота допускаемых ошибок и т.д. Дискретный характер контроля не позволяет в полной мере следить за ходом формирования психической деятельности обучаемого. Однако результаты такого контроля позволяют выявить уровень свойств, которыми обладает обучаемый и которые характеризуют процесс обучения: обобщенность, и прочность знаний, автоматизм в применении знаний и навыков, потребная продолжительность обучения, результаты немедленной и отсроченной проверки усвоения учебного материала [19, 20, 21].

В настоящее время накоплен достаточный опыт тестирования. В программах тестирования наиболее широко используются различные типы тестов, в которых обучаемый решает задачи: конструирования ответа, выбор правильного ответа: восстановления пропущенных слов; проведение расчетов.

Современный уровень оснащения компьютерных классов позволяет получить и накопить необходимую статистику, позволяющую анализировать и оценивать изменения в психической деятельности студентов, а также обеспечить последующую автоматическую обработку результатов и разработать виртуальные лабораторные работы по данной тематике [22, 23].

Структура дисциплины безопасность жизнедеятельности предусматривает развитие многих тем в некоторых самостоятельных направлениях. Например, тема: «Законодательство и иные нормативные акты по охране труда» включает правовые основы и систему

управления безопасностью жизнедеятельности. В свою очередь в правовые основы входят законы и правовые акты по охране труда, по охране природной среды и по защите населения при ЧС. Система управления безопасностью жизнедеятельности охватывает: управление охраной труда, управление охраной окружающей природной среды и управление защитой населения при чрезвычайных ситуациях.

Разнообразие форм ответа должно активизировать психическую деятельность студентов, а следовательно, повышать эффективность процесса обучения. Эффект тестирования в значительной степени зависит от программного обеспечения тестирования. Быстрое нарастание объема информации в данной дисциплине, непрерывный процесс обновления информации требует оперативного изменения тестов, системы оценок, обработки результатов. Эти требования имеют особую актуальность для безопасности жизнедеятельности.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.

15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.
22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.
23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

СТРУКТУРА ПРИРОДООХРАННЫХ ОРГАНОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

Попов Н.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Железнодорожный транспорт, составляющий основу транспортного комплекса России, является одним из самых экономичных видов транспорта по потреблению природных ресурсов на единицу перевозимых грузов и наиболее благополучным в отношении выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду. Природоохранная деятельность в отрасли рассматривается как одна из важнейших [1, 2, 3].

Система экологической деятельности на железнодорожном транспорте включает в себя:

– оценку воздействия предприятий железнодорожного транспорта на окружающую природную среду;

– разработку нормативной документации предприятия;

– анализ экологической ситуации и установление причин отклонения производственных фактических показателей от нормативных [4, 5, 6];

– разработку мероприятий и программ, необходимых для нормализации экологической ситуации на предприятии; обсуждение, согласование, утверждение, а также практическую реализацию принятых природоохранных решений и ресурсосберегающих технологий [7, 8, 9].

В ОАО «РЖД» функции местных органов управления выполняют отделения дорог. В настоящее время в сети железных дорог функционируют 60 производственных

экологических лабораторий, экологические вагоны-лаборатории, оборудованные комплексом аналитического оборудования. Производственные экологические лаборатории осуществляют постоянный контроль за выбросами загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных и передвижных источников, за сбросами загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты и загрязнением почв на территории предприятий.

Управление природоохранной деятельностью в зоне ответственности железнодорожного комплекса, включая железные дороги и подведомственные предприятия и учреждения, возложено на Департамент безопасности движения и экологии, подведомственные отделы, секторы на дорогах и в отделениях [10, 11, 12].

В рамках ОАО «РЖД» функционируют два Федеральных Центра экологического контроля (в Ярославле и Новосибирске), которые координируют и контролируют деятельность экологических лабораторий на дорогах и отделениях дорог, а также выполняют экологические работы по тематике железнодорожного комплекса. В системе железных дорог ведется природоохранная деятельность экологическими кафедрами железнодорожных вузов и техникумов. Департамент безопасности движения и экологии ОАО «РЖД» взаимодействует с другими федеральными структурами, в том числе с департаментом экологии Министерства природных ресурсов: выпускает ежегодно отчет (доклад) о результатах экологической и природоохранной деятельности в железнодорожной отрасли, который является частью Государственного ежегодного доклада о состоянии окружающей природной среды в России [13, 14, 15].

Управление экологической и природоохранной деятельностью департамента безопасности движения и экологии ОАО «РЖД» осуществляет по следующим направлениям:

– анализ и применение к задачам и условиям функционирования железнодорожного транспорта федеральных экологических законов и нормативных актов с последующим доведением их до всех предприятий и учреждений отрасли;

– развитие правовой нормативной базы охраны окружающей среды и природопользования на основе разработок научных учреждений отрасли и смежных отраслей:

– контроль за экологическим нормированием и паспортизацией в отрасли;

– контроль за экологическим лицензированием на подведомственных предприятиях и учреждениях и участие в государственной экологической экспертизе проектов, относящихся к ОАО «РЖД» или затрагивающих его интересы;

– контроль за проведением экологического мониторинга на предприятиях и в учреждениях ОАО «РЖД» [16, 17, 18];

– участие в контроле за экологическим воспитанием и образованием работников ОАО «РЖД»;

– участие в международном сотрудничестве транспортников по вопросам экологии и охраны окружающей среды;

– организация в пределах ОАО «РЖД» экологической пропаганды.

На различных уровнях железнодорожного транспорта имеются природоохранные структурные подразделения: в управлениях железных дорог есть самостоятельный отдел (сектор) охраны природы; в отделениях железных дорог сектор охраны природы и производственные лаборатории по контролю за выбросами загрязняющих веществ в окружающую природную среду; на линейных предприятиях – должность инженера-эколога или другого работника, выполняющего эти функции; на заводах по ремонту подвижного состава, шпалопропиточных и других промышленных предприятиях – группа (инженер) по охране природы, заводская химическая лаборатория [19, 20, 21]. На природоохранные структурные подразделения возложено, с одной стороны, проведение инвентаризации источников воздействия на окружающую среду, а с другой – осуществление важной функции – производственный контроль за вредными выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух и сбросами стоков предприятий железнодорожного транспорта в

поверхностные водные объекты, а также контроль за работой служб (дистанция пути и путевое хозяйство т. д.) по охране воздушной и водной среды, почвы, растительности и животного мира [22, 23]. Они отвечают за координацию и контроль, за природоохранные мероприятия в производственных подразделениях железнодорожного транспорта, составление и анализ статистической отчетности и другой экологической документации на предприятиях.

Природоохранные подразделения осуществляют взаимодействие с органами Минприроды России и другими контролирующими экологическими органами, анализ, обобщение и прогнозирование материалов экологической деятельности по отдельным источникам воздействия, предприятиям, отделениям дороги и в целом по железной дороге. Наконец, они реализуют внедрение на предприятиях железнодорожного транспорта экологически чистых, безотходных и ресурсосберегающих технологий, организуют экологическую учебу и повышение квалификации специалистов, осуществляющих природоохранную деятельность. Структурные подразделения, осуществляющие экологическую деятельность в управлениях и отделениях железных дорог, на линейных предприятиях, производствах и заводах, подчиняются непосредственно главным инженерам, железных дорог, отделений и предприятий соответственно.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.

12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.
22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.
23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

СНИЖЕНИЕ МАСШТАБОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Бобокулов Ш.Ш.У.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

На долю железнодорожного транспорта приходится 75% грузооборота и 40% пассажирооборота транспорта общего пользования в РФ. Такие объемы работ связаны с большим потреблением природных ресурсов и, соответственно, выбросами загрязняющих веществ в биосферу. Однако я считаю, что загрязнение от железнодорожного транспорта значительно меньше, чем от автомобильного [1, 2, 3].

Снижение масштабов воздействия железнодорожного транспорта на окружающую среду объясняется следующими основными причинами:

• низким удельным расходом топлива на единицу транспортной работы (меньший расход топлива обусловлен более низким коэффициентом сопротивления качению при движении колесных пар по рельсам по сравнению с движением автомобильных шин по дороге);

• широким применением электрической тяги (в этом случае выбросы загрязняющих веществ от подвижного состава отсутствуют);

• меньшим отчуждением земель под железные дороги по сравнению с автодорогами [4, 5, 6].

Несмотря на перечисленные позитивные моменты, влияние железнодорожного транспорта на экологическую обстановку весьма ощутимо. Оно проявляется, прежде всего, в загрязнении воздушной, водной среды и земель при строительстве и эксплуатации железных дорог. Выбросы загрязняющих веществ от подвижных источников составляют в среднем 1,65 млн. т в год. Основное загрязнение происходит в районах, где в качестве локомотивов используют тепловозы с дизельными силовыми установками.

При работе магистральных тепловозов в атмосферу выделяются отработавшие газы, по составу аналогичные выхлопам автомобильных дизелей. Одна секция тепловоза выбрасывает в атмосферу за час работы 28 кг оксида углерода, 17,5 кг оксидов азота, до 2 кг сажи. Но тепловозные дизели при поездной работе имеют более стабильный режим нагрузок, так как регулирование скорости производится с помощью электротрансмиссии, а дизель работает с малыми отклонениями частот вращения. В связи с этим выделение загрязняющих веществ значительно сокращается.

Вместе с тем, маневровые тепловозы работают в переменных режимах с частыми ускорениями и торможениями. В этом случае выброс отработавших газов значительно возрастает. Аналогичный характер загрязнений наблюдается у тепловозов отделений временной эксплуатации, обеспечивающих перевозки строительных и других грузов к участкам и объектам проведения строительных работ [7, 8, 9].

Источники загрязнения окружающей среды объектами железнодорожного транспорта:

• Тепловозы отделений временной эксплуатации
• Магистральные и маневровые локомотивы
• Предприятия промышленного железнодорожного транспорта
• Вагоны с пылящими стройматериалами
• Вагоны с токсичными и пылящими грузами, нефтепродуктами
• Пассажирские вагоны с печным отоплением
• Локомотиво-вагоноремоитные заводы
• Отопительные агрегаты
• Щебеночные заводы

Притрассовый автотранспорт, строительные, путевые и ремонтные машины обеспечивают проведение строительных и ремонтных работ на железнодорожных путях и полосе отвода, что также приводит к загрязнению окружающей среды отработавшими газами, пылью, нефтепродуктами.

Помимо выбросов продуктов сгорания топлива, ежегодно при перевозке и перегрузке грузов из вагонов в окружающую среду поступает около 3,3 млн. т руды, 0,15 млн. т солей и 0,36 млн. т минеральных удобрений. Более 17% развернутой длины железнодорожных линий имеют значительную степень загрязнения пылящими грузами. При остановке и трогании поездов из буксируемых колесных пар выливаются жидкие смазочные материалы. Из вагонов-цистерн на пути и междупутье, во время перевозок, вследствие не герметичности клапанов и сливных приборов цистерн, не плотностей люков теряются нефтепродукты. Они просачиваются через почвенные горизонты и загрязняют грунтовые воды [10, 11, 12].

Из пассажирских вагонов происходит загрязнение железнодорожного полотна сухим мусором и сточными водами. На каждый километр пути выливается до 180 - 200 м. куб. водных стоков, причем 60% загрязнений приходится на перегоны, остальное – на территории станций.

До настоящего времени пассажирские вагоны не полностью переведены на электроподогрев. При работе печного отопления в вагонах, для которого используется каменный уголь, в атмосферу выделяется большое количество соединений серы, углекислого и угарного газа и других вредных компонентов.

Особую тревогу с точки зрения экологической безопасности вызывает перевозка опасных грузов. К опасным грузам относятся вещества и изделия, которые в силу присущих им свойств и особенностей при экстремальных обстоятельствах в процессах перемещения или хранения могут нанести вред окружающей среде, вызвать взрыв, пожар или повреждение транспортных средств, зданий и сооружений, а также гибель, травмирование, отравление, заболевания людей или животных [13, 14, 15].

По российским железным дорогам перевозятся опасные грузы 890 наименований, которые при нарушении условий перевозки и возникновении аварийных ситуаций могут вызвать разные виды опасности: пожаро- и взрывоопасность, токсичную, радиационную, инфекционную и коррозионную. Любой химический груз содержит потенциальную опасность, так как обладает токсичными свойствами. Некоторые вещества, не являющиеся ядовитыми в обычных условиях, способны стать ими при резком изменении внешних условий (попадании в огонь, изменении давления, увлажнении, соединении с другими веществами и пр.).

Наиболее часто встречающимся видом опасности является пожарная, которая приводит к возгораниям, взрывам и выделениям токсичных веществ, заражению местности высокотоксичными продуктами. Россия занимает второе место в мире по загрязнению окружающей среды в результате пожаров. Ежедневно на планете возникает до 600 пожаров, в год - более 5 млн. В их число входят пожары, которые происходят на железных дорогах, особенно при перевозке опасных грузов [16, 17, 18].

Число крушений и аварий поездов с опасными грузами в России довольно высоко (в 1994 и 1995 годах произошло по 12 крупных аварий). Имеются случаи схода и столкновения вагонов, загруженных опасными грузами, которые могут приводить к разрушительным последствиям в черте крупных городов. При перевозке опасных грузов происходят утечки нефтепродуктов, ядовитых и других веществ в пути следования. По показателю аварийности с опасными грузами судят об общем уровне экологической безопасности на железнодорожном транспорте.

Рефрижераторные секции и вагоны, используемые для перевозок скоропортящейся продукции, оборудованы холодильными установками, которые используют энергию автономного дизеля. При вынужденных простоях в ожидании разгрузки холодильная установка приводится в действие дизелем, который за 1 ч работы сжигает 23 кг дизельного топлива. Чтобы поддерживать заданную температуру, дизель должен работать 10 ч в сутки, потребляя топливо и загрязняя атмосферу.

В холодильном оборудовании рефрижераторного подвижного состава используются озоноразрушающие вещества (фреон и другие), которые в случае утечки оказывают воздействие на глобальный природный баланс озона в стратосфере. Каждая холодильная машина (их две на вагон) заправлена 35 кг фреона. В силу изношенности оборудования герметичность холодильных машин нарушается, и газ вытекает из системы охлаждения. Утечки - явление часто повторяющееся. Они приводят к активизации процессов уничтожения озона. Серьезность глобальной экологической проблемы разрушения озонового слоя требует скорейшего отказа от применения озоноразрушающих веществ в отечественном холодильном оборудовании [19, 20, 21].

Стационарные источники загрязнения. На железнодорожном транспорте имеется 35 970 стационарных источников выбросов в атмосферу. От них поступает в атмосферу 197 тыс. т загрязняющих веществ ежегодно, в том числе 53 тыс. т твердых веществ, 144 тыс. т - газообразных. Более 90% выбросов приходится на котлоагрегаты (котельные, кузнечные производства). Как правило, на каждом ремонтном предприятии железнодорожного транспорта имеется собственная котельная, работающая на газе или мазуте. Всего на железнодорожном транспорте насчитывается 2000 котельных.

Локомотивные, вагонные депо, предприятия промышленного железнодорожного транспорта, заводы по ремонту подвижного состава имеют производства и осуществляют технологические процессы, характерные для технического обслуживания и ремонта

подвижного состава всех видов транспорта. Компоненты и структура загрязняющих веществ у них в основном совпадают [22, 23]. Так, например, при окрасочных работах на предприятиях железнодорожного транспорта используется более 70 тыс. т различных лакокрасочных материалов, при этом ежегодный выброс загрязняющих веществ в атмосферу составляет 27 тыс.т.

Специфическими для железнодорожного транспорта являются предприятия по подготовке и пропитке шпал, щебеночные заводы, промывочно-пропарочные станции.

Пятнадцать шпалопропиточных заводов России производят подготовку и пропитку деревянных шпал, идущих на ремонт и строительство железнодорожных путей. Общий годовой объем перерабатываемой на них древесины – около 3 млн. м.куб. Шпалы пропитывают антисептиком, в состав которого входят каменноугольное и сланцевое масла. Подготовленные шпалы помещают в пропиточный цилиндр, который заполняют под давлением антисептиком. Процесс пропитки длится от двух до восьми часов при температуре около 200°С. После пропитки антисептик удаляется из пропиточного цилиндра с помощью сжатого воздуха и вакуум-насоса. Готовые шпалы выгружаются из цилиндра и после остывания отправляются на склад. Основными источниками выделения загрязняющих веществ являются пропиточный цилиндр в период откачки антисептика, трубопроводы и вакуум-насос, а также остывающие шпалы в процессе их транспортировки в вагонетках на склад.

Процесс обработки шпал сопровождается выделением в воздушную среду нафталина, антрацена, бензола, толуола, ксилола, фенола, то есть веществ, относящихся в большинстве своем к 2-му классу опасности. В целом все шпалопропиточные заводы страны выбрасывают в атмосферу до 10 т. особо токсичных загрязняющих веществ ежегодно.

Помимо атмосферы, на шпалопропиточных заводах происходит загрязнение почвы и водоемов. Основными загрязнителями являются сланцевые и каменноугольные масла, в состав которых входят фонолы, их накопление в почве опасно для живых организмов. Сточные воды заводов насыщены антисептиком, растворенными смолами, фонолами. Один шпалопропиточный завод сбрасывает в год от 40 до 150 тыс. м. куб. производственных и хозяйственно-бытовых вод.

В отрасли функционирует около 100 предприятий по переработке щебня. Щебень добывают открытым способом в карьере с применением взрывных работ. Материалом служат горные породы. Раздробленная после взрыва горная масса грузится экскаватором на автотранспорт и доставляется в дробильно-сортировочный цех завода, где ведется ее дальнейшее измельчение. После сортировки готовый щебень подается на склад или отгружается потребителям. На всех этапах получения щебня в воздух интенсивно выделяется минеральная пыль, содержащая свыше 70% диоксида кремния. Для снижения пылевых выбросов используют гидрообеспыливание и аспирацию (принудительный отсос пыли). Сточные воды щебеночного завода (в объеме от 10 до 250 м. куб. в год) образуются при промывке щебня, в гидрозатворах дробилок, при мокрой очистке воздуха в аспирационных системах. Они могут представлять опасность для экосистем при попадании в близлежащие водоемы.

В составе вагонных депо, либо как самостоятельные предприятия действуют около 40 промывочно-пропарочных станций (далее - ППС), где производится очистка цистерн от остаточных нефтепродуктов. При очистке цистерн выполняют следующие операции: пропарка внутренней полости паром, промывка горячей водой, продувка и удаление остаточных газов из цистерны (дегазация). Все они сопровождаются выделением загрязняющих веществ в окружающую среду.

Сточные воды ППС (объемом от 60 до 500 м. куб.) загрязнены нефтепродуктами, растворенными органическими кислотами, фенолами. Если в цистерне осуществлялась перевозка этилированного бензина, стоки содержат, кроме того, тетраэтилсвинец. Для обмывки используется оборотное водоснабжение, при котором обмывочная вода после

прохождения через очистные сооружения и отделения от нефтепродуктов используется повторно.

Значительное загрязнение сточных вод наряду с ППС получается в пунктах подготовки и обмывки грузовых и пассажирских вагонов. Ведется обмывка внутренней и наружной поверхностей крытых грузовых вагонов и наружной обшивки пассажирских вагонов. В состав загрязнений входят остатки перевозимых грузов, минеральные и органические примеси, растворенные соли и др.

В них также присутствуют бактериальные загрязнения. Пункты в основном не имеют оборотного водоснабжения, что резко увеличивает потребление водных ресурсов и загрязнение природной среды.

При проведении буровзрывных и отделочных работ происходит механическое и химическое загрязнение среды. С открытых складов угля и строительных материалов выветриваются твердые частицы, пыль и другие мелкодисперсные вещества.

Укладка балласта при строительстве и реконструкции железнодорожных линий является еще одним негативным аспектом воздействия на здоровье людей. В качестве балласта сейчас используется смесь щебня и отходов асбестового производства. Последние поставляются с обогатительных комбинатов, где получают асбестовую пряжу из горной породы – серпентина. Ежегодно производят более 3,8 млн. м. куб. балласта с содержанием асбеста, и примерно 50% путей уложено с использованием асбестового балласта. По сравнению с обычным щебеночным балластом, асбестовый балласт имеет более низкую стоимость, хорошо уплотняется и имеет малый коэффициент фильтрации в уплотненном состоянии. Это препятствует проникновению воды внутрь насыпи.

Экологическая опасность применения асбестосодержащего балласта состоит в том, что он при погрузке, транспортировке, хранении и укладке вызывает сильную запыленность. Даже после его укладки в период эксплуатации дороги поднимающаяся от движения поездов асбестовая пыль попадает внутрь вагонов и распространяется на 50-100 м от колеи. Высокая степень содержания асбестовой пыли на рабочих местах путевых рабочих, монтеров, машинистов щебнеочистигельных и землеуборочных машин приводит к ряду профессиональных заболеваний, таких как асбестов, хронический бронхит и трахеобронхит. Являясь хорошим сорбентом, асбест накапливает в себе полициклические ароматические углеводороды, усиливающие его канцерогенность. В результате это может привести к возникновению злокачественных опухолей легких.

Строительство железных дорог связанно с изъятием земельных ресурсов под постоянные и временные сооружения, коммуникации. Земли, находящиеся под временными сооружениями, по завершении строительства должны подлежать рекультивации, однако на практике она осуществляется менее чем с 50% земель.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.

2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.

3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.

4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.

5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.

6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.

7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.

8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.

9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.

10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.

11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.

12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.

13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.

14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.

15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.

16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.

17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.

18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.

19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.

20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.

21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ — САМЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ ВИД ТРАНСПОРТА

Бондарь С.И.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Наряду с изъятием земель происходит уничтожение зеленых насаждений, в первую очередь лесов. По статистическим данным, сооружение 1 км железных дорог сопровождается вырубкой леса на площади от 3 до 20 га. После окончания строительства требуется проводить лесонасаждение вдоль железнодорожных линий, что является средством их защиты от неблагоприятных природных явлений (метелей, заносов и т.п.) и техногенного загрязнения [1, 2, 3]. В настоящее время площади искусственных лесопосадок на железнодорожном транспорте России составляют 200 тыс. га и столько же занято естественными лесами, однако примерно 2/3 из них требуют восстановления и реконструкции.

«Железнодорожный транспорт — самый экологически чистый: в пересчете на один перевезенный контейнер выбросы CO_2 на 30–40% меньше, чем у морского транспорта. Усиливая железнодорожные перевозки Восток — Запад, мы создаем более экологичную логистику будущего [4, 5, 6].

Еще 20 лет назад железнодорожные транспортные компании называли экологичность среди своих преимуществ, но долгое время она оставалась второстепенным фактором, который мало волновал клиентов. За последние два года положение изменилось: больше и больше компаний понимают, что в перевозке по железным дорогам имеют значение не только цены и сроки. Евросоюз декларирует стремление к дальнейшему снижению выбросов CO_2, и бизнес в разных сферах понимает, что если не среагировать на этот сигнал, не добиваться прогресса по снижению выбросов уже сейчас (в частности, повышая экологичность логистики), то в будущем это создаст сложности для развития компании.

У экологичности есть и прямое экономическое значение. В Европе обсуждается идея налога на эмиссию CO_2. И если при перевозке морем эмиссия выше, чем по железной дороге, то на нее будет начислен больший налог: лишние 15 или 25, или 50 евро за тонну CO_2 (размеры обсуждаются). Думаю, этот закон в конце концов примут, а налог будут включать в цену перевезенных товаров. Тогда товары, доставленные поездами, станут более привлекательны для конечного потребителя» [7, 8, 9].

Начиная с 2020 года РЖД формирует экологическую стратегию и ставит перед собой целевые показатели по экологии. Системная работа дает отличные результаты: количество перевозок растет, а загрязнения, вызванные ими, сокращаются из года в год.

Более того, РЖД добровольно ликвидирует экологический ущерб от железнодорожных перевозок, накопленный с 1930-х годов. Уже ликвидировано 270 загрязнений площадью 300 000 кв. м, осталось еще 304 — их компания планирует устранить в ближайшее десятилетие.

«Традиция бережного отношения к природе идет из европейских стран. Сейчас компании там более продвинуты в плане отдельных направлений — в частности, они намерены стать климатически нейтральными к 2050 году. При этом по ряду других направлений РЖД показывает больший темп экологизации по сравнению с ведущими мировыми компаниями. Например, по прогрессу в электрификации РЖД находится на самом высоком мировом уровне. Этот прогресс в сфере экологизации достигается не только за счет „низкого старта“, но и благодаря вложению значительных финансовых ресурсов и человеческого капитала, желанию соответствовать требованиям „зелёного“ финансирования».

«Зеленые» планы РЖД представлены в проекте экологической стратегии до 2030 года. Чтобы выполнить их, компании потребуется значительно обновить техническую базу. Прежде всего обновится парк локомотивов [10, 11, 12].

• РЖД уже используют 4 000 локомотивов с умными системами управления. Они формируют оптимальный алгоритм движения с минимальными затратами энергии, что также обеспечивает сокращение вредных выбросов.

• В ближайшие годы место дизельных локомотивов постепенно займут газомоторные, которые выбрасывают в атмосферу в 5 раз меньше вредных веществ [13, 14, 15].

•Электровозы вообще не создают вредных выбросов в атмосферу. Чтобы использовать их как можно шире, РЖД электрифицируют железные дороги. А на самих электровозах будут больше применять энергоэффективные технологии, например рекуперацию электроэнергии [16, 17, 18].

Стационарные объекты железных дорог — станции, депо, очистные сооружения — тоже будут расходовать меньше ресурсов. Для этого РЖД оптимизируют режим их работы и эффективность отопления и освещения. Даже такое простое изменение, как переход на светодиодные светильники, в масштабах корпорации существенно снизит затраты энергии [19, 20, 21, 22].

Чтобы уменьшить сброс загрязненных вод, РЖД обновит существующие очистные сооружения и построит новые, с современными технологиями водоочистки. А чтобы снизить вред от шума и вибрации, компания будет применять бесстыковые пути и упругие рельсовые скрепления, шлифовать и смазывать рельсы, высаживать вдоль путей деревья и устанавливать шумозащитные экраны [23].

При этом РЖД будет постоянно контролировать выбросы парниковых газов и других загрязняющих веществ, чтобы корректировать свою работу по сохранению экологического равновесия.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.

2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.

3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.

4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.

5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.

6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.

7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.

8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.

9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.
22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.
23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ВЛИЯНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ

Васильков В.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Влияние железнодорожного транспорта на экологическую обстановку весьма ощутимо. Оно проявляется прежде загрязнением воздушной среды, водной и земель при строительстве и эксплуатации железных дорог. Успешное функционирование и развитие

железнодорожного транспорта зависит от состояния природных комплексов и наличия природных ресурсов, развития инфраструктуры искусственной среды, социально-экономической среды общества [1, 2, 3]. Состояние окружающей среды при взаимодействии с объектами железнодорожного транспорта зависит от инфраструктуры по строительству железных дорог, производству подвижного состава, производственного оборудования и других устройств, интенсивности использования подвижного состава и других объектов на железных дорогах, результатов научных исследований и их внедрения на предприятиях и объектах отрасли.

Степень воздействия железнодорожного транспорта на окружающую среду оценивают по уровню расходования природных ресурсов и уровню загрязняющих веществ, поступающих в природную среду регионов, где расположены предприятия ж.-д. транспорта. Все источники загрязнений окружающей среды по характеру функционирования делятся на стационарные и передвижные [4, 5, 6]. Стационарными источниками являются локомотивные и вагонные депо, заводы по ремонту подвижного состава, пункты подготовки подвижного состава, котельные, пропарочно-пропиточные заводы [20, 21, 23]. К передвижным источникам относятся магистральные и маневровые тепловозы, путевые и ремонтные машины, автотранспорт, промышленный транспорт, рефрижераторный состав, пассажирские вагоны и т.п. В свою очередь, стационарные источники по сложности и числу технологических процессов неравнозначны и могут создавать загрязнения не одного, а нескольких видов [7, 8, 9].

В целом, факторы воздействия объектов железнодорожного транспорта на окружающую среду можно классифицировать по следующим признакам:

- механическое воздействие (твердые отходы, воздействие дорожной техники на почву);
- физическое (тепловое излучение, электромагнитные поля, ультра и инфразвук, вибрация, радиация);
- химическое (кислоты, щелочи, сои металлов, углеводороды, краски и растворители, пестициды) [17, 18, 19];
- биологическое (макро и микроорганизмы, бактерии, вирусы);
- эстетическое (нарушение ландшафтов, осушение, заболачивание).

Эти факторы могут действовать на природу долговременно, сравнительно недолго, кратковременно и мгновенно [10,11, 12, 13].

Эволюция развития человечества и создание индустриальных методов хозяйствования привели к образованию глобальной техносферы, одним из элементов которой является железнодорожный транспорт [14, 15, 16]. Природная среда при функционировании элементов техносферы является источником сырьевых и энергетических ресурсов и пространства для размещения ее инфраструктуры. Успешное функционирование и развитие железнодорожного транспорта зависит от состояния природных комплексов, наличия природных ресурсов, развития инфраструктуры искусственной среды и социально-экономической среды общества.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.

4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Горнаков А.М.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Железнодорожный транспорт – один из наиболее экологически чистых видов транспорта. Экологические преимущества железнодорожного транспорта обеспечиваются, в первую очередь, широким применением электрической тяги, которая исключает выбросы вредных веществ в атмосферный воздух и снижает загрязнение почв тяжелыми металлами [1, 2, 3]. Практически во всех субъектах РФ, кроме 7, есть железные дороги. Российские железные дороги включают в себя 16 дорог, общей протяженностью около 85 тыс. км. Из них почти половина электрифицированных [4, 5, 6].

Считается, что вклад ОАО "РЖД" в общее загрязнение России составляет 1%. Основные экологические риски компании ОАО "РЖД" связаны с негативным воздействием объектов компании на окружающую среду, использованием природных ресурсов, включая невозобновляемые. В атмосферу выбрасывается свыше 120 видов загрязняющих веществ. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от тепловозов содержат оксид углерода, оксиды азота, сажу, свинец, диоксид серы [7, 8, 9]. Для уменьшения загрязнения к 2030 году почти треть тепловозного парка структур РЖД вместо дизельного топлива будет использовать природный газ. Очень серьезно стоит вопрос загрязнений - "накоплений прошлых лет", которые оказывают негативное влияние на окружающую среду [10, 11, 12].

Основные пути решения этого вопроса:

- очищение и озеленение полосы отвода;
- закупка современных тепловозов, модернизация тепловозов, внедрение новых двигателей с улучшенными экологическими характеристиками, что обеспечит уменьшение загрязнения почв нефтепродуктами и тяжелыми металлами;
- широкое внедрение экологически чистых туалетных комплексов в пассажирских поездах и на станциях;
- закупка подвижного состава, исключающего проливы и просыпания опасных грузов;
- использование экологически чистых материалов при строительстве и ремонте пути;
- ликвидация экологического ущерба от прошлой хозяйственной деятельности [13, 14, 15].

Главная цель ОАО "РЖД" в сфере экологии - забота о благополучии природной среды и здоровье людей. Для достижения этой цели предусматривается:

- снижение негативного воздействия на окружающую среду на 70% к 2030 г.;
- внедрение эффективных ресурсосберегающих природоохранных технологий и экологически чистых материалов, рациональное использование природных ресурсов;
- снижение энергоемкости перевозок: сокращение удельного расхода электроэнергии на тягу поездов на 14,4%, топлива - на 9,1%;
- повышение экологической безопасности и социальной ответственности деятельности компании [16, 17, 18].

Воздействие железнодорожного транспорта на окружающую среду оценивается уровнем потребления природных ресурсов и уровнем выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду в регионах, где расположены железнодорожные предприятия.

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха являются выхлопные газы дизельных двигателей локомотивов и токсичные вещества, выделяемые тепловыми электростанциями, производящими электроэнергию для электротранспорта, а также предприятиями по производству и ремонту подвижного состава [19, 20, 21].

Самые большие загрязнители: сажа, оксиды углерода, сера и азот, углеводороды, свинец. Накопление этих веществ в воздухе приводит к значительному ущербу для растительности (кислотные дожди), а также для здоровья человека (смог).

С увеличением численности населения и транспортных средств выбросы от транспорта стали одним из наиболее важных источников тяжелых металлов, ПАУ и гербицидов в почве. Высокие уровни концентрации тяжелых металлов часто обнаруживаются вблизи железных дорог. В частности, на железных дорогах биоразложение ПАУ и гербицидов чрезвычайно низкое и может сохраняться в течение десятилетий.

При сгорании топлива, истирании материалов транспортных средств, а также утечках грузов выделяются частицы, содержащие металлы, которые откладываются в почве, где они могут оставаться в течение многих лет из-за их низкой способности к биологическому разложению.

Поскольку большинство продуктов выбросов транспортных средств не разлагаются ни биологически, ни химически, они могут негативно влиять на рост растений и экосистем.

Инфраструктура, связанная с железными дорогами вместе с другими загрязнителями вносит свой негативный вклад в водные экосистемы. Задукоментированы высокие концентрации ПАУ и тяжелых металлов в водных путях, граничащих с железными дорогами [22, 23].

Другими источниками загрязнения воды являются гербициды и пестициды. В отношении гербицидов обнаружили, что в Германии до 1990-х годов на железнодорожных путях применялось гораздо большее количество этих соединений, чем в сельском хозяйстве. Многие гербициды, применяемые во время эксплуатации железной дороги, имеют концентрации, смертельные для большей части водной фауны, особенно для популяций рыб; они указывают на то, что концентрациям таких соединений, как имазапир или диурон, может потребоваться 6 и 48 месяцев, соответственно, чтобы упасть ниже 50% от их исходных уровней.

Резкая смена грунта, необходимая для строительства железнодорожной насыпи, приводит к потере растительности, уплотнению почвы и ухудшению отвода воды. Таким образом, почва подвергается воздействию увеличивающегося стока, что способствует ее эрозии. Эрозия железнодорожных насыпей может привести к вымыванию наносов, которые вызывают загрязнение воды. Кроме того, эрозия почвы и осаждение изменяют биологический процесс минерализации углерода в почвенных ландшафтах, что влияет на качество почвы и, следовательно, на ее растительность.

Железнодорожный транспорт – источник электромагнитного загрязнения окружающей среды. Хотя электрические воздушные линии постоянного и переменного тока появились в конце девятнадцатого века, до сих пор нет единого мнения о влиянии создаваемых ими электромагнитных полей на человеческое тело. Это отражено в санитарных правилах, которые в разных странах различаются. Общее мнение, к которому пришли ученые из разных стран, – это убеждение, что электромагнитные поля постоянного и переменного тока промышленной частоты влияют на нервную систему человека, изменяют артериальное давление, возможно, угнетают кроветворную функцию, но в какой степени и с какими величинами мнения сильно разнятся.

Железнодорожный транспорт – источник шумового загрязнения окружающей среды. Он выделяется в следующих аспектах: шум, возникающий в результате взаимодействия колес и рельсов, является основным источником шума при движении поезда; шум локомотива из-за работы дизельного двигателя, тяговых двигателей, трансмиссии, вспомогательных двигателей и шестерней и аэродинамический шум, который ниже шума качения.

Шумовое загрязнение, которое возникает при эксплуатации подвижного состава с учетом состояния локомотивов, отрицательно сказывается на здоровье людей, проживающих вблизи вокзалов. Учитывая, что для значительной части развитых стран железнодорожный транспорт стал основным транспортным средством, например, метро, трамвай и пригородные поезда, такой параметр, как шум, имеет особое значение. Он вызывает много негативных факторов, таких как нарушение сна, изменение поведения, повышение возбудимости, бессонницу и т. д. Все это напрямую зависит от интенсивности шума, частоты и его продолжительности.

При работе тепловозов наибольший шум производят выхлопные трубы двигателя, который достигает 100-110 дБ. Даже на расстоянии 50 м от железной дороги внешний шум железнодорожного подвижного состава составляет 83-89 дБ. Основным источником шума вагонов являются удары колес по точкам стыковки и неровности рельсов, а также трение ходовой поверхности и гребня колес об рельсы.

Основным фактором увеличения шума является уязвимое состояние железной дороги, в частности рельсов. Дефекты поверхности рельсов вызывают вибрации и удары, снижают устойчивость рельсов, приводят к износу подвижного состава и повышению уровня шума до 15 дБ.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.

13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.

14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.

15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.

16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.

17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.

18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.

19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.

20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.

21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

МЕРЫ ПО ЗАЩИТЕ ВОДНЫХ БАССЕЙНОВ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Грязнов Д.Г.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Состояние подвижного состава, оборудования и дорожной инфраструктуры, обычно эксплуатируемой железными дорогами, находится в плачевном состоянии и необходимы колоссальные инвестиции, чтобы привести все это в порядок. Как следствие вышесказанного мы имеем: чрезмерный расход топлива, повышенные выбросы в атмосферу, шумовое и электромагнитное загрязнение [1, 2, 3]. Необходимы огромные финансовые инвестиции для повышения качества и безопасности железной дороги. Это должно быть первым шагом к решению как экономической, так и экологической проблемы [4, 5].

Сокращение вредных выбросов может быть решено путем электрификации дорог или оснащения железной дороги локомотивами и вагонами последнего поколения, что поможет минимизировать вредные выбросы в атмосферу.

Еще один способ уменьшить вредные выбросы от железнодорожного транспорта – это оборудовать дизельные двигатели системами нейтрализации выхлопных газов, аналогичные

автомобильным, или управлять локомотивами на других, более экологически чистых видах топлива.

Основными мерами по защите водных бассейнов от загрязнения сточными водами железнодорожного транспорта являются строительство и реконструкция очистных сооружений, осуществление оборотного водоснабжения, нормализация потребления и сокращение выбросов загрязняющих веществ, совершенствование лабораторного контроля и др.

Для защиты от шума при проектировании железных дорог необходимо предусмотреть обходные пути для поездов в пути, без въезда в город, для сортировочных станций за пределами населенных пунктов. При строительстве новой железной дороги необходимо отделить железнодорожные пути и станции от жилой зоны на расстоянии не менее 300 м [6, 7, 8].

Для снижения уровня шума поездов используется ряд мер, в основном направленных на защиту от шума качения, который является основным источником в диапазоне до 300 км / ч.

Комплекс этих мероприятий получил название LNT-Technology (Low-Noise Technology):

- использование дисковых тормозов вместо барабанных на всех колесных парах, что позволяет более длительное время поддерживать гладкую поверхность движения колес, тем самым уменьшая шум;
- шлифовка рельсов;
- использование демпфирующих пластин на колесах;
- установка шумозащитных фартуков от беговой дорожки подвижного состава; - строительство малошумных защитных экранов возле вокзала.

Использование мер LNT-технологии на этапе проектирования подвижного состава и строительства или реконструкции железных дорог позволяет снизить затраты, которые потребуются для компенсации негативного воздействия шума, производимого подвижным составом, на окружающую среду [9, 10].

Еще один способ снизить шум от железнодорожного транспорта – использовать зеленые насаждения. Зеленые зоны (деревья и кустарники) расходятся и поглощают энергию волн, распространяющихся через них. В результате этих мер эффекты распространения шума через полосу зеленых насаждений уменьшаются по сравнению с безлесной территорией.

Чтобы добиться значительного эффекта, зеленая полоса вдоль источника шума не должна иметь свободных пространств, т.е. кроны деревьев должны быть примыкающими друг к другу, а пространство под кронами должно быть заполнено густыми кустами. Наилучшие результаты дают хвойные деревья. Использование зеленой полосы шириной около 60 м может обеспечить дополнительное снижение шума от подвижного состава примерно на 12 дБ [11, 12, 13]

Чем масштабнее бизнес, тем выше его ответственность за то негативное воздействие, которое оказывается им на окружающую среду, и мы в ОАО «РЖД» это четко осознаем и реализуем проекты, цель которых — снижение этого воздействия. Наши экологические инициативы уже нашли поддержку не только в России, но и за рубежом: РЖД стали первой (и пока единственной) отечественной компанией, которой удалось привлечь «зеленые» евробонды, причем дважды.

Одним из наиболее перспективных направлений является переход на возобновляемые источники энергии, энерго- и ресурсосберегающие технологии: в прошлом году на них были переведены 132 объекта РЖД. К примеру, в сентябре прошлого года на железнодорожной станции в Светлограде была установлена солнечная электростанция мощностью 30,7 кВт с прямой передачей выработанной электроэнергии во внутреннюю электрическую сеть станции для приоритетного потребления. Сокращение выбросов парниковых газов за счет снижения потребления электроэнергии из общей сети составит 61,6 тыс. т CO_2 в год [14, 15, 16].

Важной задачей также является снижение выбросов вредных веществ в атмосферу от стационарных источников, таких как котельные, и мы достигаем этого в основном за счет строительства новых объектов и реконструкции действующих, перевода их на более экологичные виды топлива. С 2003 года выбросы вредных веществ в атмосферу от котельных снижены на 71%.

Еще один значимый шаг: компания приступила к реализации проекта по переводу дизельных локомотивов на сжиженный природный газ. Это повысит экологичность перевозок за счет значительного снижения вредных выбросов в атмосферу и позволит сформировать качественно новые экологические требования к двигателям.

Невозможно обойти стороной и тему утилизации мусора: в 2019 году в РЖД образовалось почти 1,5 млн т отходов производства и потребления. Более 80% отходов компании были обезврежены и вовлечены во вторичный хозяйственный оборот [17, 18, 19].

Шумовое воздействие на окружающую среду и качество жизни граждан в населенных пунктах вблизи железных дорог — еще одна тема, требующая внимания [23]. РЖД реализует комплекс мероприятий, направленных на снижение акустического воздействия железнодорожного транспорта на прилегающую жилую застройку — это и шлифование рельсов, прокладка бесстыкового пути, строительство шумозащитных экранов. Немаловажную роль здесь играют инновационные решения, предложенные нашими сотрудниками [20, 21, 23].

Люди, работающие в РЖД, а их более 700 тысяч, являются нашими главными союзниками в реализации экологических проектов, и это понятно — сейчас трудно найти здравомыслящего человека, который бы не задумывался о том, какой мир он оставит своим детям.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.

10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.
22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.
23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ВЛИЯНИЯ ТРАНСПОРТА НА ВНЕШНЮЮ СРЕДУ

Замурий Д.Н.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Характер влияния транспорта на внешнюю среду устанавливается ассортиментом техногенных факторов, насыщенностью их влияния, экологической весомостью на частицы природ. Техногенное воздействие подразделяется на локальное зависит от единичного фактора [1, 2, 3]. Либо групповое зависит от группы разных факторов, квалифицирующееся коэффициентами экологической весомости, так как они зависят от вида влияния, от характера и объекта воздействия. Чтоб дать оценку уровня влияния объектов транспорта на экологическое положение природы, нам нужно применить следующие интегральные

параметры: абсолютные потери внешней среды; компенсационные шансы экосистем; аварийность нарушения природного баланса, появления неожиданных потерь; уровень экологических утрат, вызываемых влиянием объектов транспорта на внешнюю среду и локальных природоохранных сдвигов [4, 5, 6]. В нынешний период согласно статистике удел железнодорожного транспорта составляет 75% грузооборота и 40% пассажирооборота транспорта общего пользования в РК. Данная величина работ тесно связана с тем что мы много используем природные ресурсы и одновременно с выбросами вредных веществ в окружающую среду. Воздействие железнодорожного транспорта на экологическое состояние дает о себе знать [7, 8, 9]. Так как мы можем ощутить прежде всего это в биосфере, гидросфере. литосфере и при строительных стройках,и эксплуатации стальных дорог. Не только отходы продуктов сгорания топлива приносят вред, но и ежегодно при перевозке и перезагрузке грузов из вагонов внешнюю среду выбрасывается около 3,4 млн тонн руды, 0,20 млн тонн солей и 0,40 млн минеральных удобрений. Более 18% развернутой длины железнодорожных линий играют значительный уровень загрязнения пылящими грузами. По приезду поездов из буксируемых колесных пар выходят наружу жидкие смазочные материалы. Из вагонов-цистерн в период перевозок, из за не проницаемости клапанов и сливных приборов цистерн, неплотностей люков пропадают нефтепродукты [10, 11, 12]. Так как они проникают через почвенные горизонты и загрязняют водную среду. Факторы, влияющие на экологическое состояние из-за объектов железнодорожного транспорта подразделяются по следующим критериям: механические(твердые отходы);физические (тепловые излучения, электрические поля, шум, инфразвук, ультразвук, вибрация, радиация);химические вещества и соединения(кислоты, щелочи, соли металлов, ароматические углеводороды, краски и растворители, органические кислоты и соединения и др.), которые между собой делятся на уровни опасности и последний биологические(макро- и микроорганизмы, бактерии, вирусы). Данные факторы влияют на экологическую среду: длительный срок, относительно недолго, кратковременно и мгновенно. Промежуток времени не всегда показывает размер ущерба, нанесенной природе [13, 14, 15]. По объему действия нежелательные факторы квалифицируются: на действующие на небольших площадях, действующие на определенном участки местности, глобальные. Химические вещества и соединения в ходе развития и миграции могут распространяться в биосфере, водной среде, почвах, тем самым нанося обратимый, частично обратимый и необратимый вред природе. В миграции химических веществ и инфекционных микроорганизмов особую роль играет транспорт. Одним из способом, понижения уровня загрязнения внешней среды являются тщательно обдуманный выбор технологических процессов для производства готовой продукции и ее транспортирования; использование средств защиты внешней среды и поддержание их в исправном состоянии [16, 17, 18].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что железнодорожный транспорт является более экологически чистым транспортом. Как мы видим из полученных результатов, выбросы от перевозок рейсовыми автобусами и индивидуальным транспортом в несколько раз превышают даже годовые выбросы от поездов. Однако они значительно проигрывают по комфортности и стоимости, поэтому во всем мире до сих пор автомобильный транспорт, несмотря на его высокие показатели по выбросам загрязняющих веществ, является главным конкурентом железной дороги. Исследования в области транспортной безопасности показали, что основной причиной большинства аварий и катастроф на транспорте является антропогенный фактор. Для других видов транспорта вклад человеческого фактора в аварийность вполне сопоставим: в авиационном и водном транспорте ошибки управления порождают 70-80% несчастных случаев, и только в железнодорожном- около 50%.До недавнего времени железные дороги считались наиболее безопасным видом транспорта [19, 20, 21]. Однако более строгий анализ показывает, что по показателям безопасности движения железнодорожный транспорт занимает третье место после автомобильного и воздушного. Статистические данные последних лет свидетельствуют о значительном числе пострадавших погибших в результате крушений

пассажирских поездов. Аварийные ситуации при перевозке по железным дорогам опасных и особо опасных грузов приводят к значительным разрушениям, заражению местности и поражению токсичными веществами больших масс людей. При ликвидации последствий таких инцидентов помимо организации медицинской помощи пострадавшим необходимо проведение комплекса природоохранных мер. Анализ причин возникновения ЧС убеждает в том, что«человеческий фактор» по-прежнему остается решающим [23]. Многие крушения и аварии произошли вследствие халатного отношения персонала к своим служебным обязанностям, недостаточного контроля за выполнением действующих требований к эксплуатации подвижного состава, отсутствия систематической работы по предупреждению и устранению различных технических неисправностей. Согласно нашим расчетам, доля транспортных происшествий по этим причинам достигает 50%. Большинство инцидентов происходит из-за ошибочных действий машинистов локомотивов. Известно, что работа на локомотиве требует от машиниста максимальной мобилизации психологических, эмоциональных и волевых возможностей. На основании многолетних наблюдений МПС, согласующихся с данными других исследователей, деятельность машиниста характеризуется высоким уровнем темповой и эмоциональной напряженности, а стрессы в работе являются обычным явлением. В подобных условиях надежность работы машиниста резко снижается, следствием чего являются ошибки в управленческих решениях.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.

12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.
22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.
23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

СОБЛЮДЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ И ПРОВЕДЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Кальжанов А.Н.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Эволюция развития человечества и создание индустриальных методов хозяйствования привели к образованию глобальной техносферы, одним из элементов которой является железнодорожный транспорт [1, 2, 3]. Состояние окружающей среды при взаимодействии с объектами железнодорожного транспорта зависит от инфраструктуры по строительству железных дорог, производству подвижного состава, производственного оборудования и других устройств, интенсивности использования подвижного состава и других объектов на железных дорогах, результатов научных исследований и их внедрения на предприятиях и объектах отрасли.

Материал подготовлен по вопросам гостей интернет - сайта издания. Самые интересные вопросы мы попросили прокомментировать в пресс-службе ОАО «РЖД».

- Порядок хранения грузов на открытых и закрытых складах, в вагонах и контейнерах на станциях устанавливается нормативным документом - Правилами хранения грузов в

местах общего пользования при перевозке железнодорожным транспортом. К хранению допускаются все виды грузов, за исключением опасных. Правила определяют условия и срок хранения отдельных видов грузов, например, продовольственных товаров. Кроме грузов, перевозимых по железным дорогам, на складах станций допускается хранение товаров и изделий по договору с их владельцами [4, 5, 6].

Для железнодорожных перевозок применяются закрытые (крытые вагоны, цистерны, изотермические вагоны, хопперы - цементовозы и зерновозы, минераловозы, контейнеры) и открытые (платформы и полувагоны) типы подвижного состава. При транспортировке в закрытом подвижном составе груз не оказывает негативного влияния на окружающую среду.

В последние годы ОАО «РЖД» запрещает использование открытого подвижного состава для перевозок в неупакованном виде таких пылящих грузов, как комовая сера, минеральные удобрения, концентраты цветных металлов. Это требование направлено на устранение возможности загрязнения окружающей среды. Сейчас транспортировка сыпучих грузов осуществляется в мягких контейнерах разового использования, а для укрытия применяются брезент и полимерные материалы [7, 8, 9].

Если грузоотправители заключают договор на транспортировку новых видов грузов, РЖД проводит экспертизу их нормативных документов, а также запрашивает рекомендации по условиям перевозки. Эти действия необходимы для обеспечения не только безопасности движения, но и экологической безопасности перевозок.

- Обеспечение безопасности движения в системе ОАО «РЖД» регламентировано федеральным законом от 10 января 2003 года № 17-ФЗ «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации», Уставом железнодорожного транспорта Российской Федерации от 10 января 2003 года № 18-ФЗ, Правилами технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации № ЦРБ-756 от 26 мая 2000 года, Инструкцией по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Российской Федерации № ЦД-790 от 16 октября 2000 года, а также рядом других нормативных правовых актов [10, 11, 12].

На период 2018-2021 годов утверждена отраслевая Программа повышения безопасности движения, на реализацию которой выделено более 17 миллиардов рублей, а также разработана инвестиционная Программа обновления основных производственных фондов.

ОАО «РЖД» имеет специальную службу, обеспечивающую контроль безопасности движения. Она разрабатывает и реализует программы повышения безопасности движения, а также проводит ежегодные технические ревизии и проверки каждого филиала компании.

Обеспечение экологической безопасности в ОАО «РЖД» организовано в соответствии с федеральными законами от 10 января 2002 года № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», от 24 июня 1998 года № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», от 30 марта 1999 года № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», от 10 января 2003 года № 17-ФЗ «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации».

Наблюдение и контроль за состоянием окружающей природной среды и потенциально опасными объектами на железнодорожном транспорте осуществляют 17 производственных экологических лабораторий, принадлежащих ОАО «РЖД» [13, 14, 15].

Этот вид страхования востребован временем. Наши зарубежные коллеги уже ввели лицензирование перевозки опасных грузов и дополнительные условия лицензирования, направленные на уменьшение риска причинения вреда населению и окружающей среде. Они касаются осуществления технической стороны перевозок опасных грузов и упорядочения правил получения лицензий.

Риск последствий аварий при транспортировке опасных грузов зависит не только от технических возможностей перевозчика и соблюдения им правил перевозок, но и от маршрутов перевозок. Транспортировка опасных грузов по территориям городов с высокой плотностью жилой застройки повышает риск причинения вреда населению и природной

среде. Процедура оценки риска транспортировки опасных грузов широко используется в большинстве европейских стран.

В план научно-технического развития ОАО «РЖД» в 2021 году заложена разработка методики эколого-экономической оценки риска при перевозке нефтепродуктов и пылящих материалов [16, 17, 18].

В числе основных задач - снижение уровня техногенного влияния филиалов ОАО «РЖД» на окружающую среду, повышение их экологичности и обеспечение производственного экологического контроля их деятельности. Исследования показали, что экраны являются малоэффективным средством защиты от низкочастотных шумов, источником которых является подвижной состав. Поэтому на железных дорогах применяются новые пассивные и активные средства шумоподавления.

К пассивным средствам относятся полимерные прокладки, они устанавливаются между земляным полотном и щебёночным балластом, между шпалами и щебёночным балластом, между рельсами и шпалами. К этим же средствам относится шлифовка рельсов и колёс. Проведение таких мероприятий значительно сокращает шум и вибрацию и позволяет достичь уровня шумового воздействия на окружающую среду в пределах 35-40 дБА, это значительно ниже допустимого в дневное время суток уровня шума в 65 дБА [19, 20, 21].

Активные средства шумоподавления - современные системы, состоящие из микрофонов, динамиков и электронного устройства, которое анализирует спектр шума и формирует сложный гармонический сигнал, подающийся в динамики в противофазе источника шума. Сигналы накладываются друг на друга, образуя за динамиками область с низкими шумовыми показателями.

Для уменьшения шумового воздействия на окружающую среду используются и другие методы. По заказу ОАО «РЖД» разработан первый отечественный магистральный локомотив-газотурбовоз. Уникальные конструкторские решения его двигателя позволяют снизить уровень шума и объем выбросов вредных веществ, образующихся при сгорании сжиженного природного газа. Во втором полугодии 2007 года на Куйбышевской железной дороге начнутся его испытания.

При капитальном ремонте тепловозов устаревшие двигатели меняются на современные, более экологичные, при этом топливная экономичность тепловозов повышается на 15%, а экологические показатели - на 30%. В 2006 году модернизацию прошли около 150 тепловозов. Экраны из гофрированного металла, установленные вдоль путей Московской и Октябрьской железных дорог, предназначены для ограждения территорий и исключения проникновения людей и животных в зону повышенной опасности. Закупка щебня на нужды путевого хозяйства ОАО «РЖД» осуществляется только при наличии у товара сертификата соответствия, который выдается Регистром сертификации на железнодорожном транспорте. При выдаче сертификата щебень проверяется и на радиационную безопасность [22, 23].

Обеспечение экологической безопасности на подведомственных объектах является одним из актуальных направлений работы Дирекции железнодорожных вокзалов. Мероприятия по повышению комфортности вокзалов отражены в Программе развития вокзального комплекса до 2015 года. К ним относятся:

- соблюдение экологических требований и проведение экологической экспертизы при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции и вводе в эксплуатацию сооружений и иных объектов железнодорожного транспорта;
- применение при строительстве и реконструкции вокзальных комплексов новейших технологий и материалов, гарантирующих экологическую безопасность;
- применение экологически чистых и безопасных средств обработки помещений и прилегающих территорий;
- предотвращение загрязнения окружающей среды за счет применения безопасных технологий, связанных с утилизацией промышленных и бытовых отходов;
- установка контейнеров для раздельного сбора отходов;

- охрана атмосферного воздуха, а также очистка и обеззараживание воздуха в местах массового скопления людей;

- оборудование помещений вокзалов системами кондиционирования;

- контроль содержания ливневых водосборных лотков и профилактические мероприятия для систем водоприемных дождевых колодцев.

В ОАО «РЖД» проводится системная работа по снижению отрицательного воздействия отходов производства и потребления на окружающую среду и максимальному вовлечению их в хозяйственный оборот в качестве источников сырья.

На железных дорогах ежегодно образуется более 2 миллионов тонн отходов различных классов опасности. При этом наибольшее количество отходов (1,42 миллиона тонн) относится к самому низкому, 5-му классу опасности. Более 30% отходов используется в технологических процессах производства в качестве вторичного сырья, часть отходов обезвреживается на площадках структурных подразделений железных дорог, имеющих специальные мусоросжигательные установки.

Специальной службы, занимающейся вопросами утилизации, на железных дорогах пока нет. Координацией деятельности структурных подразделений занимается Управление охраны труда, промышленной безопасности и экологического контроля ОАО «РЖД».

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.

2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.

3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.

4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.

5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.

6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.

7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.

8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.

9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.

10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.

11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.

12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.

13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.
22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.
23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ВОЗДЕЙСТВИЕ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Карпенко А.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Железнодорожный транспорт по сравнению с прочими видами транспорта не является самым активным источником загрязнения биосферы, но в совокупности с объектами-загрязнителями других отраслей промышленности создает серьезную угрозу для окружающей среды [1, 2, 3].

Воздействие объектов железнодорожного транспорта на окружающую среду осуществляется при строительстве и реконструкции железных дорог, станционных и дополнительных путей, предприятий железнодорожного транспорта, зданий и сооружений, контактной сети, СЦБ и связи, подземных коммуникаций, объектов непроизводственного назначения; эксплуатации железных дорог и подвижного состава; производственно-хозяйственной деятельности железнодорожных предприятий [4, 5, 6].

При строительстве железных дорог осуществляется отвод земель под железнодорожное полотно, линейные устройства, мосты, водопропускные трубы, виадуки и пр., станционные площадки, ЛЭП, здания и сооружения, который составляет на перегонах от

3 до 20 га на 1 км пути, а на станциях может достигать 50–80 га. На 1 км высоковольтной линии уничтожается более 5 га ценных земельных угодий, леса. Значительную площадь занимают отработанные притрассовые карьеры, отвалы, резервы. Площадь земель, нарушаемая при их вскрытии и разработке, составляет до 85 % нарушаемых территорий. Кроме того, при разработке карьеров, буровзрывных работах, гидромеханизации, сооружении мостов и труб происходит существенное изменение ландшафта, водная и ветровая эрозия, заболачивание и затопление ценных пахотных земель, дефляция грунта, уничтожение плодородного слоя почвы, изменение гидрологических условий, высыхание малых рек и ручьев, вырубка лесных массивов, гибель ценных видов флоры и фауны. Значительный ущерб окружающей среде наносят передвижные источники загрязнения [7, 8, 9].

Ежегодно пробег тепловозов по сети железных дорог РФ составляет более 800 млн. локомотиво-км, дизель-поездов, — более 900 млн. локомотиво-км. Учитывая, что выбросы окиси углерода составляют в среднем 10–50 кг/час, окислов азота 20–60 кг/час, окислов серы, углеводородов — 1–5 кг/час, сажи — 0,5 кг/час, можно оценить, в какой мере происходит загрязнение атмосферного воздуха [2, 3]. По сети железных дорог России перемещается более 180 тыс. вагонов в сутки с пылящими грузами, при этом с подвижного состава теряется до 3,5 млн. т угля, 1,5 млн. т руды, 0,36 млн. т минеральных удобрений, 0,15 млн. т солей ежегодно. Все это оседает в почвообразующих слоях, попадает в природные водоемы, содержится в виде аэрозолей в атмосферном воздухе [10, 11, 12]. Кроме того, на основных магистральных направлениях на 1 км пути выливается до 200 $м^3$ фекальных стоков и выбрасывается более 10 т мусора с пассажирских вагонов, при этом 65 % загрязнений приходится на перегоны, а 35 %) — на станционные площадки [13, 14, 15].

Болезненным вопросом для городов, в которых расположены парки отстоя пассажирских поездов, является использование печного отопления (на угле) для подогрева вагонов на стоянках. При этом в атмосферу выделяются вещества рефлекторного действия (в первую очередь, окислы серы), что негативно сказывается на состоянии здоровья населения. Стационарные источники загрязнения — предприятия железнодорожного транспорта являются не менее опасными. Среди них следует отметить шпалопропиточные, щебеночные, ремонтные заводы, депо, промывочно-пропарочные, дезинфекционно-промывочные станции, котельные. С данных предприятий ежегодно выбрасывается в атмосферу более 80–150 тыс. т твердых частиц (пыль, сажа), 90 тыс. т окиси углерода, 20 тыс. т окислов азота, 70 тыс. т окислов серы, 10 тыс. т лакокрасочных веществ (бензол, ксилол, толуол, этилацетат, бутиловый и этиловый спирты и т. д.), 90 т пятиокиси ванадия, а также десятки тонн таких опасных ингредиентов как свинец, кислоты, щелочи, соли тяжелых металлов, фенолы, трихлорэтилен и пр. Со стационарных источников загрязнения только с производственными стоками в водоисточники ежегодно попадает более 60 тыс. т минеральных, 6,5 тыс. т взвешенных и около 6 тыс. т органических веществ, 3 тыс. т нефтепродуктов, 4 т фенолов, а также значительное количество тяжелых металлов (свинца, хрома, никеля, меди), поверхностно-активных веществ и т. д. [16, 17, 18].

Значительные количества воды теряются при утечках, испарениях, при неэкономном использовании, а средний процент использования водооборота на предприятиях железнодорожного транспорта достигает не более 43 %. Учет и контроль за сбросами загрязненных поверхностных снеговых и дождевых стоков на железнодорожном транспорте практически не производится, несмотря на то, что с территорий депо при существенных осадках и интенсивном снеготаянии может сбрасываться более 100 $м^3$ /час, а со станционных площадок — более 1000 $м^3$/час сточных вод, загрязненных взвешенными, органическими веществами, нефтепродуктами и металлами. Особо опасной проблемой на железнодорожном транспорте являются утечка нефтепродуктов. На ряде станций вследствие утечек под путями сформировались нефтяные линзы, плавающие на грунтовых водах [19, 20,21].

Подъем последних приводит к появлению нефтепродуктов в подвальных помещениях зданий, что вызывает взрывы и пожары. Одной из глобальных экологических проблем в

настоящее время является защита окружающей среды и населения от воздействия диоксинов и диоксиноподобных токсикантов (класс соединений, включающий в себя полихлорированные дибензо-п-диоксины, полихлорированные дибензофураны, бифенилы, другие полиароматические хлорсодержащие вещества) [22, 23].

Поэтому железнодорожный транспорт также вносит существенный вклад в дело загрязнения окружающей среды этими соединениями. Диоксины относятся к высокотоксичным веществам, оказывающим вредное воздействие на здоровье людей и экологические системы.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.

17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.
22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.
23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ — СОВРЕМЕННЫЙ ТРЕНД

Копейкин Р.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

На «зеленые» проекты в 2020 году «Российские железные дороги» направили более 4 миллиардов рублей, и вообще инвестиции холдинга в охрану окружающей среды были увеличены. Это произошло на фоне того, что многим компаниям в условиях пандемии из экономии приходилось сворачивать важные программы [1, 2, 3]. Несмотря на трудности, «Российские железные дороги» работали стабильно, как по расписанию, — пассажирские и грузовые перевозки осуществлялись с учетом эпидемиологической обстановки. При этом ОАО «РЖД» выполнило социальные обязательства как по отношению к своим сотрудникам, проиндексировав зарплату дважды за год, так и к пассажирам, сохранив льготные программы. В плановом режиме идет работа по модернизации стратегически важных транспортных артерий. О том, как РЖД не только повышают уровень экологической безопасности, но и минимизируют в рамках работ по модернизации транспортной инфраструктуры воздействие на природу, и о том, как холдинг становится лидером в безопасности, энергоэффективности и экологичности [4, 5, 6].

Природоохранные мероприятия — современный тренд. Но не только поэтому экологическая сфера находится в числе приоритетных направлений деятельности РЖД. Ответственное отношение, например, к вторичной переработке дает компании и дополнительные финансовые ресурсы.

Среди наиболее значимых экологических инициатив холдинга — раздельный сбор мусора, который практикуется в поездах, на строительных объектах и на вокзалах. В «Сапсанах» такая программа успешно работает с 2019 года, и за внедрение системы экологической безопасности в сервисе этих скоростных поездов холдинг стал лауреатом премии ECO BEST AWARDS [7, 8, 9].

В этом году компания планирует направить на переработку свыше 570 тысяч тонн вторсырья — бумаги, пластика, стекла, собранных путем раздельного накопления. Также

будет утилизировано более 130 тысяч тонн деревянных шпал. Кроме того, комплекс мер, предусмотренных на этот год, позволит сократить на 13 тысяч тонн выбросы в атмосферу вредных веществ и более чем на 700 тысяч тонн углекислого газа. Сбросы сточных вод планируется уменьшить более чем на 400 тысяч кубических метров.

Для обывателя эти цифры мало о чем говорят, да и сами экологические мероприятия, как правило, незаметны. Но так как эта тема очень важная, то для привлечения внимания компания ввела для пассажиров «экологическую» опцию, напоминающую, что, выбрав поезд, а не автомобиль, они могут сократить выбросы парниковых газов. Для этого при оформлении электронного билета в личном кабинете нужно нажать на значок с зеленым листом, и появится соответствующее напоминание [10, 11, 12].

РЖД выстраивают свою деятельность таким образом, чтобы не только повысить уровень экологической безопасности, но и минимизировать в рамках работ по модернизации транспортной инфраструктуры до 2024 года воздействие на природные экосистемы. А комплекс этих работ очень большой. В частности, компания ведет расширение магистральных путей в общей сложности более чем на 1,1 тысячи километров в самых разных регионах страны. Так, для увеличения пропускной способности «расшиваются» узкие места в направлении морских портов Азово-Черноморского и Северо-Западного бассейнов, через которые на экспорт поступают кузбасский уголь и другая продукция отечественных производителей.

Одним из важнейших пунктов программы является модернизация БАМа и Транссибирской железнодорожной магистрали. Значимость этих основных транспортных артерий для поставок в страны Азиатско-Тихоокеанского региона стала особенно очевидна в условиях пандемии, когда авиационные грузоперевозки практически встали, а железнодорожные, наоборот, показали свою надежность. В разгар эпидемии по железной дороге из Китая в Европу удалось доставить необходимые средства индивидуальной защиты, в том числе более 40 миллионов медицинских масок [13, 14, 15].

Затрагивает столь масштабная модернизация железнодорожной инфраструктуры, соответственно, и очень многие уязвимые и требующие повышенного внимания экосистемы. Для того чтобы снизить воздействие на окружающую среду в ходе строительства, холдинг использует лучшие экологические практики. Так, в этом году РЖД первая из российских компаний подписала с Минприроды России рамочный документ, предполагающий организацию экологического мониторинга на железных дорогах. Что важно, документ действует в дополнение к федеральным и местным природоохранным законодательным нормам. Теперь для каждого объекта строительства будут сформированы специальные экологические паспорта [16, 17, 18].

Под особым контролем холдинга находятся уникальные природные объекты, и в первую очередь, конечно, Байкал. В этом году по поручению президента России Владимира Путина РЖД совместно с Минприроды, руководством Иркутской области и Республики Бурятии, при участии научных и общественных экологических организаций разработали дополнительные меры по сохранению этой экосистемы.

В рамках экологического мониторинга откроется горячая линия по вопросам реализации мероприятий по охране окружающей среды в центральной экологической зоне Байкальской природной территории. Начнут также работать стационарные и передвижные автоматизированные посты непрерывной регистрации содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. На Кругобайкальской железной дороге и объектах БАМа и Транссиба будут установлены контейнеры для раздельного сбора мусора и продолжена модернизация очистных сооружений, электротехнического оборудования на тяговых подстанциях [19, 20, 21].

Со своей стороны РЖД гарантируют, что при строительстве на учете будет каждое дерево в районе Байкала и прилегающих территорий. А там, где магистраль пройдет через зеленые насаждения, будут организованы компенсационные лесопосадки. Осенью этого года в Иркутском и Хомутовском лесничествах появилось более 40 тысяч сеянцев сосны на

площади 20 гектаров, которые были запланированы при проектировании Байкальского тоннеля. И эта работа будет продолжена.

Уже известно, что в рамках строительства почти на 40 гектарах будет вырублено около 20 тысяч деревьев, среди которых, правда, нет ценных пород. Тем не менее взамен РЖД высадят 80 тысяч сеянцев ценной сосны почти на 50 гектарах, ранее пострадавших от пожаров и нуждающихся в восстановлении [22, 23].

Именно такой подход и формирует, по замыслу руководства РЖД, социально ответственной имидж компании. И вполне обоснованно холдинг является лидером в безопасности, энергоэффективности и экологичности, причем это лидерство подтверждено международными организациями. По итогам 2020 года РЖД заняли почетное третье место в ежегодном рэнкинге устойчивого развития — ESG (Environmental Social Governance), который составляет рейтинговое агентство RAEX-Europe. Особенно ценно, что компания смогла подтвердить свой статус даже в такой непростой для экономики год.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.

13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.

14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.

15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.

16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.

17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.

18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.

19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.

20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.

21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

Левков В.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Экологический мониторинг (ЭМ) является одной из составляющих частей системы управления охраной окружающей среды на Российских железных дорогах. Он заключается в получении аналитической информации о составе и свойствах загрязнения отраслевыми объектами, сравнении с установленными нормативами и передаче данной информации в базу данных для принятия управленческих решений [1, 2, 3].

В настоящее время ЭМ на железнодорожном транспорте осуществляется:

- производственными экологическими лабораториями (отделенческими);
- передвижными экологическими лабораториями (экологическими вагонами-лабораториями и лабораториями на автомобильном ходу);
- пунктами экологического контроля (ПЭК) тепловозов и путевой техники.

Отделенческие лаборатории являются основными в системе экологического контроля и мониторинга железнодорожного транспорта. Они осуществляют свою работу во

взаимодействии с отделами, секторами и дорожными инспекторами охраны природы управлений железных дорог, а также с федеральными природоохранными органами [4, 5, 6].

Хорошо оснащенные экологические лаборатории имеются далеко не везде и решение данной проблемы возможно с помощью экоаналитических лабораторий, размещенных на передвижных средствах (автомобилях, вагонах и т.п.). Наиболее приемлемым вариантом для железнодорожного транспорта является вагон, переоборудованный под передвижную экоаналитическую лабораторию с измерительно-вычислительным комплексом на борту. Учитывая сложность химического анализа в условиях экспедиции, часть проб консервируется и доставляется в отделенческую лабораторию, аналитическое оборудование которой дополняет приборную базу передвижного измерительно-вычислительного экоаналитического комплекса и расширяет его функциональные возможности [7, 8, 9].

Контроль вредных выбросов от тепловозов в локомотивных депо, на тепловозостроительных заводах осуществляется ПЭК, недостатками которых является то, что полученная экоинформация в недостаточной мере используется для анализа экологической ситуации и выработки управленческих решений.

К преимуществам системы ЭМ Российских железных дорог следует отнести то, что эффективно и рационально используются дорогостоящее оборудование, приборы и специфические реактивы и высококвалифицированные специалисты. При такой схеме существенно снижаются капитальные и эксплуатационные затраты на обеспечение экологического контроля и мониторинга. Следует отметить, что основной проблемой является недостаточная оснащенность лабораторий площадями и современной лабораторной, компьютерной техникой и экоинформационными технологиями [10, 11, 12].

Учитывая это, в настоящее время экоинформационные технологии занимают центральное место в рамках решения единой проблемы создания интегрированных экоинформационных систем (ЭИС), предназначенных для определения широкого круга задач в области ЭМ на железнодорожном транспорте.

Объединение в ЭИС традиционных аналитических методов обработки информации, таких, как методы вариационного исчисления, статистического анализа, имитационного моделирования и др., с методами теории искусственного интеллекта требует решения ряда научных и инженерных проблем, связанных с интеграцией ранее известных моделей с интеллектуальными моделями. Результатом такой интеграции должно стать создание нового класса гибридных математических моделей и на их основе - интегрированных ЭИС, обеспечивающих эффективное решение широкого круга задач в области ЭМ [13, 14, 15].

В ОАО «РЖД» создана система экологического мониторинга за воздействием линейных предприятий филиалов компании на окружающую среду, включающая стационарные и передвижные экологические лаборатории.

Центрами охраны окружающей среды железных дорог производственный экологический контроль за выбросами и сбросами загрязняющих веществ в атмосферу, водные объекты и загрязнением почв осуществлялся:

- от стационарных объектов - 56 экологическими лабораториями, а также 12 вагонами-лабораториями с бортовым комплексом аналитического оборудования и 53 лабораториями на автомобильном ходу;

- от передвижных источников (тепловозов) – 108 пунктами экологического контроля. Все тепловозы после ремонта двигателей проходили обязательное тестирование на указанных пунктах по экологическим показателям.

На станции Челябинск Южно-Уральской железной дороги введен в эксплуатацию модульный лабораторный комплекс для проведения мониторинга сфер окружающей среды – воды, воздуха, почвы, измерения физических параметров (шум, вибрация, электромагнитные излучения) и определения токсичности воды и отходов [16, 17, 18]. Лаборатория располагается в отдельно стоящем одноэтажном здании площадью 550 $м^2$ в границах территории площадью 1500 $м^2$. Здание представляет собой блочную конструкцию, состоящую из отдельных модулей одинакового размера, объединенных в единый комплекс с

общей системой жизнеобеспечения, спланированную с учетом характера проводимых работ, технологического процесса и климатической зоны объекта.

В передвижном вагоне-лаборатории предусмотрены следующие помещения: химическая лаборатория, зал аналитической обработки данных, купе для проводников и 7 сотрудников лаборатории, экотуалет, душевая, кухня, и другие подсобные помещения. Вагон-лаборатория оснащен современными приборами, позволяющими осуществлять отбор проб и анализ промышленных выбросов и сбросов на содержание загрязняющих веществ. Использование вагона значительно облегчает работы по отбору проб на самых удаленных участках железной дороги, в том числе и при аварийных ситуациях [19, 20, 21].

Передвижная экологическая лаборатория на базе автомобиля оснащена удобным лабораторным отсеком для 2-х сотрудников. В отсеке имеются рабочий стол, 2 лабораторных шкафа, высокоэффективная портативная измерительная техника, позволяющая проводить экспресс - анализы. Лабораторный отсек оборудован умывальником, биотуалетом, кондиционером, автомобильным холодильником для проб. Кабина автомобиля оснащена навигатором, так же имеются 2 места для сотрудников лаборатории. Лаборатория укомплектована переносным бензоэлектрогенератором для работы в полевых условиях. Экологическая лаборатория позволяет оперативно проводить инструментальный экологический контроль и оценку экологических последствий аварийных ситуаций.

В ОАО «РЖД» осуществляются регулярные проверки магистральных и маневровых тепловозов, путевой техники на соответствие техническим нормативам выбросов вредных веществ в атмосферный воздух с помощью 108 пунктов экологического контроля (ПЭК). Проведение замеров выбросов осуществляются во время испытаний тепловозов на пунктах реостатных испытаний после проведения ремонта. На ПЭК в локомотивных депо большинства дорог установлены многофункциональные газоанализаторы нового поколения, имеющие блок памяти и автоматически фиксирующие содержание оксидов азота, оксидов углерода, углеводородов, кислорода, а также коэффициент избытка воздуха, температуру газов (отбора, замера), сажесодержание (дымность) [22, 23].

В 2020 году Научно-производственным центром по охране окружающей среды – филиалом ОАО «РЖД» совместно с центрами по охране окружающей среды железных дорог проведены исследования по установлению уровня содержания тяжелых металлов (свинца, меди, никеля, цинка, хрома, кадмия, железа) и нефтепродуктов в почвах полосы отвода железных дорог в с равнении с нормативными показателями (ПДК). Было выбрано 999 площадок для исследования и выполнено 7524 анализа. Осуществлялось выявление закономерности распространения металлов и нефтепродуктов в почвах:

- при удалении от железнодорожного полотна;
- в зависимости от характера движения и профиля пути;
- в зависимости от антропогенного техногенного влияния городской зоны.

Статистически не установлена закономерность в изменении (увеличении) содержания металлов и нефтепродуктов в зависимости от характера движения на участках торможения при подходе к станции, прохождения кривых радиусом 650 м и менее, прямых и др.

Установлено, что концентрация загрязняющих веществ в пробах не связана с процессами эксплуатации подвижного состава: износом систем «рельс – колесо», «тормозная колодка – колесо», «контактный провод – пантограф», использованием горюче-смазочных материалов при обслуживании пути в подвижном составе.

Выявлена закономерность увеличения содержания металлов и нефтепродуктов в пробах в городской зоне, зоне железнодорожных станций на участках 10, 50 и 200 метров, что подтверждает наличие антропогенного влияния автомобильных дорог, промышленных предприятий, свалок, жилого сектора.

Воздействие железнодорожного транспорта на полосу отвода незначительное, уровень загрязнения – допустимый.

В 2020 году собственными силами природоохранных подразделений произведено свыше 301,3 тыс. анализов воздуха, сбрасываемых стоков, почвы, 3,8 тыс. анализов выбросов

от автотранспорта и 70,4 тыс. других анализов; выполнена инвентаризация 11,6 тыс. источников выбросов и сбросов вредных веществ в окружающую среду; разработано 385 томов нормативной экологической документации; продлено 1,3 тыс. разрешений на выбросы, сбросы вредных веществ в окружающую среду и размещение отходов

В 4 квартале 2021 года на производственных объектах ОАО «РЖД» проведено свыше 260 проверок уполномоченными органами государственной власти в сфере природопользования. За 2021 год проведено около 1 000 проверок.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.

17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.
22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.
23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Литвиненко И.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Организация системы производственного экологического контроля в филиалах и структурных подразделениях ОАО «РЖД» осуществляется в соответствии с требованиями Федерального закона «Об охране окружающей среды», других нормативных актов природоохранного законодательства, а также постановлений Правительства Российской Федерации [1, 2, 3,]. Создание системы производственного контроля в области охраны окружающей среды необходимо для мониторинга воздействия техногенной деятельности структурных подразделений на окружающую среду, обеспечения более эффективного управления, координации и контроля работы экологических служб, а также обеспечения экологической безопасности [4, 5, 6].

Организационно-методическое руководство деятельностью при- родопользователей в области охраны окружающей среды выполняют головные отраслевые организации, определяемые соответствующими министерствами и ведомствами Российской Федерации.

Основными задачами производственного экологического контроля в ОАО «РЖД» являются оперативное руководство работами по организации и осуществлению производственного экологического контроля природопользователей в структурных подразделениях филиалов, а также в ДЗО ОАО «РЖД», разработке нормативно-методических документов, регламентирующих производственный экологический контроль, согласование их на федеральном уровне, определение методов и средств контроля, выбор средств измерений [7, 8, 9].

Требования отраслевых (ведомственных) нормативов и методических документов, утвержденных и согласованных в установленном ОАО «РЖД» порядке, обязательны для всех природопользователей отрасли, независимо от их принадлежности и форм собственности.

Система отраслевого производственного экологического контроля на железнодорожном транспорте осуществляет руководство и координацию работ по организации и проведению производственного экологического контроля природопользователей различного уровня, а также взаимодействие с уполномоченными органами исполнительной власти, осуществляющими государственный экологический контроль.

В структурных подразделениях филиалов производственный экологический контроль осуществляется на основе Положения о производственном экологическом контроле, которое разрабатывается природопользователями. Положение о производственном экологическом контроле может быть оформлено как стандарт предприятия и утверждается природопользователем по согласованию с территориальными природоохранными органами [10, 11, 12].

В «Положении о производственном экологическом контроле» определены:

- — конкретные цели и задачи производственного экологического контроля для природопользователя;
- — перечень структурных подразделений природопользователя, а также привлекаемых организаций, участвующих в осуществлении производственного экологического контроля, их основные функции;
- — взаимодействие подразделений между собой, с органами управления предприятием, с организациями, осуществляющими государственный и общественный экологический контроль;
- — права, обязанности и ответственность (дисциплинарная, административная, материальная) руководителей соответствующих подразделений, действие или бездействие которых привели к нарушению установленных экологических норм и нормативов, получению несвоевременной или недостоверной информации [13, 14, 15];
- — утвержденные природопользователем положения и правила о стимулировании развития производственного экологического контроля и повышения его эффективности;
- — порядок предоставления информации руководству экологической службы природопользователя, государственным органам в области охраны окружающей среды.

Положения о структурных подразделениях (или должностные инструкции ответственных лиц), участвующих в осуществлении производственного экологического контроля или в обеспечении его функционирования, оформляются в виде приложений к Положению о производственном экологическом контроле [16, 17, 18].

Структура, штатная численность и состав подразделений экологической службы определяется руководством природопользователя на основе критериев, устанавливаемых ведомственными нормативными документами. При этом учитываются вид и объем производственной деятельности, объем потребления природных ресурсов, количество источников загрязнения и состав их выбросов, сбросов, отходов, региональные особенности состояния окружающей среды.

Для производственного экологического контроля могут привлекаться сторонние организации на договорных условиях, имеющие аккредитованную лабораторию на право проведения соответствующих работ. Однако ответственность за полноту производственного экологического контроля и достоверность получаемой информации несет природопользователь. Порядок осуществления производственного экологического контроля (средства, методы, объем, частота получения и передачи информации о контролируемом объекте) определяется нормативно-методической документацией в соответствии с объектами контроля и спецификой хозяйственной деятельности конкретного природопользователя [19, 20, 21].

С территориальными подразделениями специально уполномоченных государственных органов Российской Федерации в области охраны окружающей среды необходимо согласовать порядок производственного экологического контроля:

- — использования природных ресурсов;
- — сбросов и выбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду, иных видов воздействия на нее;
- — деятельности по обращению с отходами;
- — использования опасных и вредных химических веществ (в составе сырья, реагентов, препаратов);
- — состояния объектов окружающей природной среды;
- — осуществления природоохранных (в том числе противоава- рийных) мероприятий, предусмотренных согласованными планами и программами.

Порядок контроля источников выделения загрязняющих веществ и образования отходов в технологических процессах и стадиях, работы систем очистки вод и отходящих газов по узлам и стадиям, систем повторного и оборотного водоснабжения, рециклирования сырья, реагентов и материалов, других внутрипроизводственных систем (далее — внутрипроизводственный экологический контроль) не согласуется с вышеупомянутыми государственными органами и определяется соответствующими технологическими регламентами, стандартами, инструкциями по эксплуатации, другой нормативной документацией [22, 23].

Порядок контроля сброса сточных вод в системы канализации сторонних организаций для последующей очистки или транспортировки определяется договором предприятия — абонента с владельцем систем канализации. Порядок контроля экологической безопасности выпускаемой продукции устанавливается системой экологической сертификации.

Обязательным приложением к Положению о производственном экологическом контроле является документация, устанавливающая порядок производственного экологического контроля, которая может утверждаться и согласовываться раздельно по объектам контроля или в виде единого документа.

В состав указанной документации в обязательном порядке должны входить:

- — планы и программы проверок выполнения природоохранных мероприятий;
- — указания по внутрипроизводственному экологическому контролю;
- — планы-графики производственного аналитического контроля, в том числе аналитические программы лаборатории, включающие требования к отбору и консервации проб, к методам и средствам измерений, ссылки на применяемые методики количественного химического анализа, измерений, тестирования;
- — типовые формы протоколов, выдаваемых по результатам анализов, измерений, тестирования.

Если порядок производственного экологического контроля объекта регламентируется другим документом (например, контроль источников загрязнения атмосферного воздуха — в томе ПДВ) в Положении о производственном экологическом контроле делается соответствующая запись. Производственный экологический контроль осуществляется силами производственных экологических лабораторий.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.

4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

СТРУКТУРА ЭКОАНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Максимов С.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

В последнее время на территории России основными причинами возникновения экологических проблем является эксплуатация устаревшего и изношенного оборудования. Анализ этих проблем привел к необходимости создания системы экологической безопасности, где первостепенное значение приобретают экологический контроль и мониторинг, основными задачами которого являются измерение, оценка и прогноз экологической ситуации [1, 2, 3].

В настоящее время для решения природоохранных вопросов МПС России создана ведомственная система экологического контроля и мониторинга, состоящая из экоаналитических лабораторий отделений дорог, пунктов экологического контроля локомотивных депо. Одной из ее составляющих частей являются передвижные измерительно-вычислительные экоаналитические комплексы контроля и мониторинга окружающей среды, базирующиеся в вагонах-лабораториях. Первые передвижные экологические лаборатории уже в течение нескольких лет эксплуатируются на Северо-Кавказской, Куйбышевской и Западно-Сибирской железных дорогах [4, 5, 6].

При эксплуатации экологических вагонов-лабораторий (ЭВЛ) возникла необходимость разработки методики, определяющей регламент экологического обследования различных объектов и территорий на предприятиях железнодорожного транспорта. Предлагаемая методика разработана с учетом комплексного подхода к изучению окружающей среды (ОС) с использованием автоматизированных информационных систем [7, 8, 9].

Одной из задач в природоохранной области является контроль экологических показателей загрязнения ОС. В процессе проведения которого определяется качественный и количественный состав загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных и грунтовых вод и литосферы. Решение данной проблемы возможно путем создания единой ведомственной системы экологического мониторинга (ЭМ).

Реализация концепции по созданию Единой государственной системы экологического мониторинга (ЕГСЭМ) в России развивается в двух направлениях:

- во-первых, это создание системы долгосрочных наблюдений контроля, оценки и прогноза состояния ОС в районе размещения объекта, объективного определения объемов загрязнения и размеров платы за воздействие на ОС [10, 11, 12];

- во-вторых, создание системы экологического мониторинга, задачей которого является формирование информационного базиса для оценки состояния объектов, прогноза его изменения на длительный интервал времени.

Таким образом, в основные задачи ЕГСЭМ входят:

- систематичность, оперативность и достоверность получения информации;

- сбор, обработка и сведение экоинформации в единый банк данных;

- оценка и прогноз состояния ОС [13, 14, 15];

- информационное обеспечение управления экологической обстановкой, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Сбор экоинформации строится по следующей схеме (рис. 1). Представленная схема имеет следующий недостаток – многоэтапность. Исходя из этого, обработка данных об окружающей среде превращается в сложную комплексную задачу, требующую привлечения разнообразных методов и средств.

Рис. 1. Схема сбора экологической информации

В последние годы система экологического контроля и мониторинга активно формировалась на сети дорог МПС России. В соответствии с существующими требованиями предприятия отрасли ведут контроль технологических процессов, оказывающих неблагоприятное воздействие на окружающую среду. При этом экологический контроль проводится следующими методами [16, 17, 18]:

- инструментальным, основанным на применении автоматических аналитических средств, непрерывно измеряющих концентрации загрязняющих веществ (ЗВ);
- инструментально-лабораторным, основанным на отборе проб из контролируемых источников с последующим анализом в экологической лаборатории;
- индикаторным, основанным на использовании селективных индикаторных элементов, изменяющих свою окраску в зависимости от концентрации ЗВ в отобранной пробе;
- расчетным.

Производственный контроль загрязнения ОС, осуществляемый подразделениями железных дорог, и является составной частью системы общегосударственного экологического мониторинга России. Созданная сеть лабораторий в основном осуществляет свою работу в системе ведомственного производственного экологического контроля. В свою очередь, аккредитация лабораторий проводится при участии территориальных органов Госстандарта России, региональных комитетов МПР России и Госсанэпиднадзора. Во всех случаях контроль определяет количественный состав физического и химического воздействия для получения достоверной информации о загрязнении атмосферного воздуха, вод и почв [19, 20, 21]

В настоящее время экологический контроль на железнодорожном транспорте осуществляется:

- 54 производственными экологическими лабораториями, в том числе 6 дорожными и 48 отделенческими;

- 3 экологическими вагонами-лабораториями (ЭВЛ);

- 121 пунктом экологического контроля локомотивных депо и тепловозоремонтных заводов.

Основной структурной единицей на железнодорожном транспорте, ведущей экологический контроль и мониторинг, являются отделенческие лаборатории. Это – самостоятельные производственные подразделения в составе структуры отделения железной дороги с организационным и оперативным подчинением главному инженеру и отделу охраны природы железной дороги.

В обязанности этих лабораторий входят:

- производственный экологический контроль загрязнения окружающей среды на предприятиях дороги;

- определение всех контролируемых веществ, требующих специального оборудования, приборов, реактивов и квалифицированных специалистов [22, 23].

Отделенческая экоаналитическая лаборатория осуществляет свою работу во взаимодействии с отделами, секторами и дорожными инспекторами охраны природы управления железной дороги, а также с местными природоохранными органами. Она производит исследования, требующие специального оборудования и реактивов.

В свою очередь производственные лаборатории различных предприятий (при наличии таковых) по поручению отделенческой лаборатории могут принимать на себя роль опорных лабораторий.

Для решения локальных задач, т. е. контроля вредных выбросов от тепловозов, в локомотивных депо, на тепловозостроительных заводах созданы и функционируют пункты экологического контроля (ПЭК).

Преимуществом данной схемы экоаналитического контроля является эффективность и рациональность использования дорогостоящего оборудования, приборов и специфических реактивов и возможность привлечения высококвалифицированных специалистов. При такой схеме существенно снижаются капитальные и эксплуатационные затраты на обеспечение экологического контроля.

В отраслевой системе экологического контроля и мониторинга следует учитывать также потенциал НИИ и вузовских научно-экологических лабораторий, которые могут проводить сложные экоаналитические работы и осуществлять подготовку и переподготовку квалифицированных кадров. К ним относятся специализированный вагон-лаборатория обсерваторского типа Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожного транспорта и Института физики атмосферы РАН; Научно-производственная экологическая лаборатория Ростовского государственного университета путей сообщения и т. п.

Однако хорошо оснащенные экологические лаборатории имеются далеко не везде и решение данной проблемы возможно с помощью экоаналитических лабораторий, размещенных на передвижных средствах (автомобилях, вагонах и т. п.).

Наиболее эффективным вариантом для железнодорожного транспорта является вагон, переоборудованный под передвижную экоаналитическую лабораторию с измерительно-вычислительным комплексом. В настоящее время эксплуатируется три ЭВЛ на Северо-Кавказской, Куйбышевской и Западно-Сибирской железных дорогах.

Преимуществами этого подхода являются:

- мобильность и возможность оперативной обработки результатов;

- большая полезная площадь (по сравнению с другими передвижными эколабораториями);

- автономная система энергоснабжения, т. к. практически все железнодорожные объекты имеют подъездные пути и места отстоя с электропитанием;

- достаточные запасы воды, которые обеспечивают полное проведение химического анализа;

- комфортные условия для работы персонала.

Использование передвижного измерительно-вычислительного экоаналитического комплекса (ПИВЭК) на базе вагона-лаборатории с гибко изменяемой конфигурацией аналитического оборудования обеспечивает также возможность проведения оперативной оценки экологической ситуации на различных техногенных объектах и анализ загрязнения ОС после чрезвычайных ситуаций.

С помощью вагона-лаборатории можно выполнять определение масштабов загрязнения жизнеобеспечивающих сред на промышленных предприятиях различных форм собственности, а также проводить экологическую экспертизу городов, административных районов, федеральных округов, что является привлекательной стороной для железнодорожного транспорта, т. к. появляются дополнительные источники получения доходов.

Основными составляющими, на базе которых осуществляется проведение ведомственного экологического контроля и мониторинга, являются стационарные и передвижные лаборатории. Для нормального функционирования любой экоаналитической лаборатории необходимо предусматривать:

- помещения лаборатории, удовлетворяющие соответствующим требованиям;

- современную экоаналитическую технику;

- компьютерную технику для обработки результатов анализа и современные программные продукты;

- нормативно-методические документы, методики выполнения измерений;

- лабораторную мебель на модульной основе;

- химические реактивы и расходные материалы;

- вспомогательное оборудование.

По своей структуре передвижная экоаналитическая лаборатория должна состоять из следующих подразделений:

- химической лаборатории анализа воздуха, воды и почвы;

- зала обработки информации.

Помещение химической лаборатории должно отвечать всем требованиям, которые предъявляются к помещениям аналогичного назначения.

В зале обработки информации, кроме лабораторных столов, размещают шкафы для хранения и размещения необходимой аппаратуры, запасных и мелких приборов. Для предотвращения возможной коррозии и порчи дорогостоящих приборов в зале обработке информации не допускается проведение каких-либо химических операций.

Перечень расходных материалов и реактивов, необходимых для выполнения программы замеров, их количество определяется следующими критериями:

- применяемые методики;

- расход реактивов для одного определения;

- потери при дополнительной очистке;

- возможность регенерации некоторых реактивов (растворителей);

- допустимые сроки хранения реактивов;

- учет дополнительного расхода реактивов (до 30 %) на стадии ввода в эксплуатацию лаборатории или освоения новых методов анализа.

Для повышения эффективности и производительности лабораторий необходимым условием является использование автоматизированных технических средств, компьютерной техники для обработки результатов анализа, удобной лабораторной мебели, вспомогательного лабораторного оборудования.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.

19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.

20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.

21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Михайловский А.И.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Железнодорожный транспорт России занимает ведущее место в транспортной системе страны, при этом его развитие зависит от решения природоохранных вопросов.

Несмотря на то, что данный вид транспорта оказывает наименьшее воздействие на окружающую среду, его доля в загрязнении остается достаточно высокой. Это подтверждается тем, что в среднем предприятиями железнодорожного транспорта выбрасывается в атмосферу около 230,0 тыс. т загрязняющих веществ, из которых более 70 % составляют оксиды серы, углерода и азота [1, 2, 3]. Необходимо отметить, что в последние годы концентрации взвешенных веществ, диоксида серы, аммиака, фенола, сажи, сероуглерода снизились на 5…50 %. Тем не менее, концентрации оксида углерода и диоксида азота возросли на 13…15 %. В основном это обусловлено ростом автомобильного парка. Однако железнодорожный подвижной состав и его инфраструктура вносят также немалую долю в загрязнение атмосферы [4, 5, 6].

В поверхностные воды сбрасывается около 50,0 млн. м3 загрязненных сточных вод, содержащих более 60,0 т нефтепродуктов и 2,0 т взвешенных веществ. Кроме этих ЗВ в сточных водах также содержатся щелочи, кислоты, фенолы, поверхностно-активные вещества, соли металлов, таких как хром, никель, железо, медь.

Загрязнение почв в зоне действия железнодорожных предприятий в основном происходит нефтепродуктами и солями тяжелых металлов.

Физические факторы (физфакторы) загрязнения окружающей среды также являются характерными для железнодорожного транспорта. К ним относятся:

- тепловыделения энергетических, промышленных установок и транспортных средств, увеличивающие температуру воздуха (воды, почвы) и влияющие на микроклимат;
- акустическое загрязнение (интенсивный шум) при длительном воздействии является одним из наиболее опасных и вредных факторов окружающей среды;
- электромагнитные поля и излучения.

Особенно масштабные загрязнения окружающей среды возникают при аварийных ситуациях [7, 8, 9].

В достаточно много внимания уделено исследованиям показателей и источников загрязнения окружающей среды железнодорожного транспорта.

ПИВЭК на базе вагона-лаборатории предназначен для:

- контроля состава и количества ЗВ в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны, промышленных выбросах стационарных и передвижных источников;

- определения содержания ЗВ в природных и сточных водах, в почвах и донных отложениях;

- определения физических факторов загрязнения ОС;

- оперативной оценки и анализа экологических последствий на месте аварий и катастроф;

- проведения экологической экспертизы и паспортизации предприятий.

В соответствии со спецификой работы железнодорожного транспорта определен перечень ЗВ, подлежащих экологическому контролю ПИВЭК [10, 11, 12].

В настоящее время на экологическом рынке присутствует большое количество оборудования для экоаналитических исследований. Ведущие приборостроительные фирмы предлагают широкий ассортимент своей продукции, близкий по своим технико-эксплуатационным показателям. Учитывая это, ниже предлагается методология выбора приборной техники.

Методология оптимального выбора приборной техники как для передвижных измерительно-вычислительных экоаналитических комплексов, так и для стационарных лабораторий, дополняющие существующую теорию, содержит следующие положения 13, 14, 15].

На первых этапах следует определить массив экоаналитических задач лаборатории, т. е. перечень показателей загрязнения ОС. Для железнодорожного транспорта перечень ЗВ определяется по технической документации, технологическим процессам, используемому топливу, инвентаризации источников загрязнения и т. п.

На следующем этапе проводится анализ существующих приборно-методических вариантов решения этих задач.

Исходя из этого, методология оценки достоинств и недостатков экоаналитической техники включает в себя формулировку перечня критериев оценки приборов, из которых выбираются наиболее важные (определяющие). Критерии следует определять таким образом, чтобы они могли быть так или иначе формализованы и описаны математически, допуская тем самым количественную оценку приборов по совокупности критериев. Затем осуществляется сопоставление количественных характеристик сравниваемых приборов по каждому из сформулированных критериев. На этом основании выбираются приборы с наиболее высокими показателями по каждому из критериев.

В перечень критериев входят [16, 17, 18]:

1. Функционально-технические характеристики приборов, к которым следует относить:

– оперативность, определяемую временем отбора пробы, измерения и анализа;

– диапазон измерений, определяемый по наилучшим характеристикам среди сравниваемых приборов;

– точность измерений, нормируемая в соответствии с относительной погрешностью методики;

– количество измеряемых показателей (определяется по наибольшему числу измеряемых загрязняющих веществ у сравниваемых приборов);

– масса и габариты прибора (сравнивается только у переносных средств измерения) [19, 20, 21].

2. Эксплуатационные характеристики, т. е. оборудование должно быть:

– ремонтопригодно;

– просто при обслуживании;

– надежно в эксплуатации;

– иметь достаточный ресурс.

3. Наличие в реестре средств измерений для применения на территории России.

4. Степень отработанности экоаналитической техники, т. е. она должна иметь следующие составляющие: наличие лабораторного, опытного, демонстрационного или промышленного образца и практический опыт эксплуатации.

5. Стоимость приборов (в связи со сложной экономической ситуацией этот критерий является одним из основных, однако со временем он может отойти на второй план).

6. Совместимость с компьютерной техникой, наличие каналов передачи экоинформации от приборов к компьютеру, на котором будет проводиться её обработка и передача на сервер.

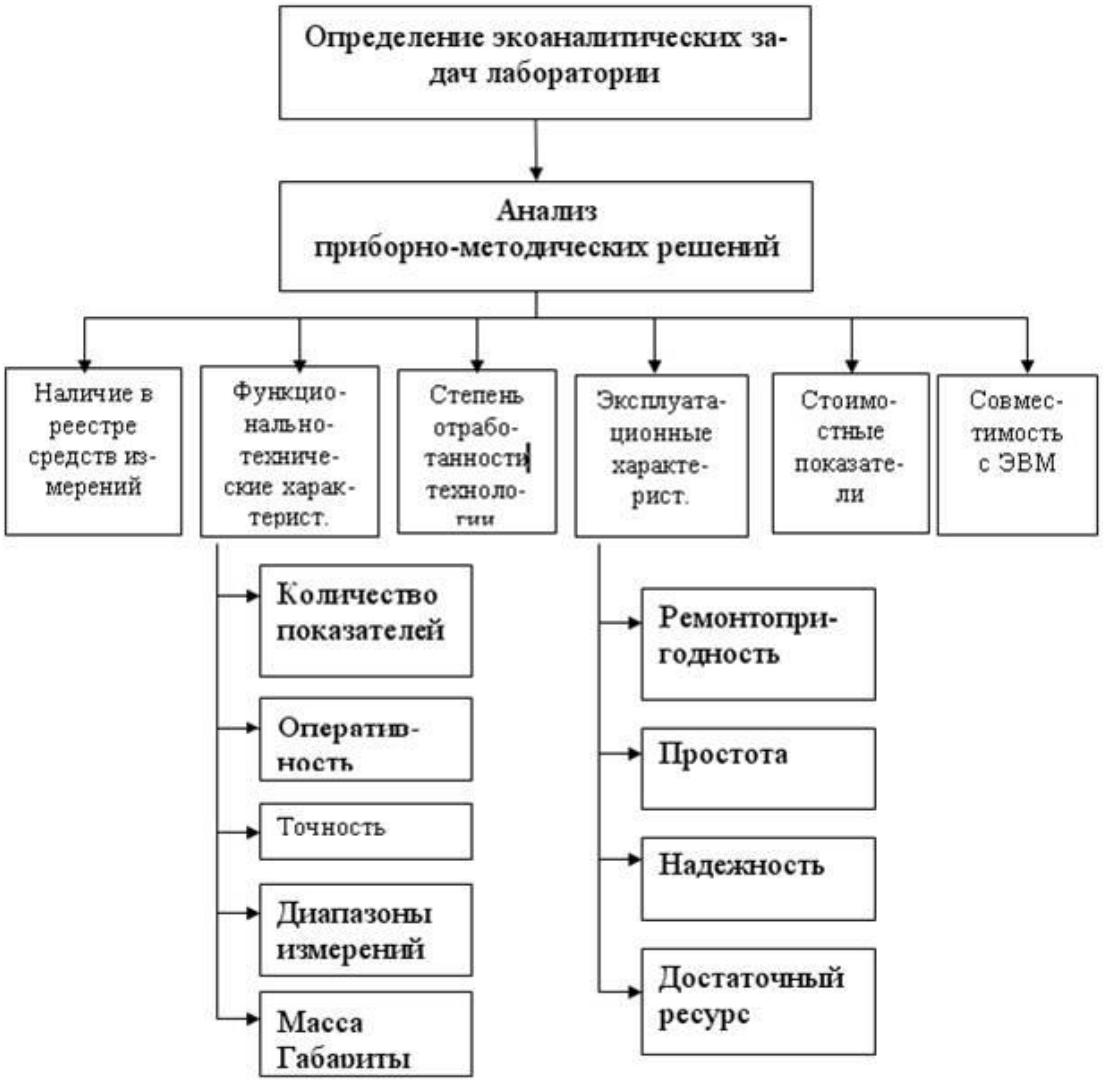


Рисунок. 1. Методология и критерии выбора экоаналитической техники

Для приборов передвижных лабораторий следует учитывать тот факт, что они должны соответствовать условиям эксплуатации во время движения. В связи с этим требуется дополнительно учитывать работу приборов в условиях железнодорожного транспорта, т. е. вибрацию, электромагнитные помехи и динамические нагрузки.

Опираясь на прикладную теорию универсальной системы химического анализа, объединяющую достижения фундаментальной аналитической химии и практический опыт экоаналитических лабораторий, была разработана функциональная схема ПИВЭК ЭВЛ [22, 23].

Данная функциональная схема с гибко изменяемой конфигурацией аналитического оборудования позволяет проводить определение концентраций двумя способами:

- путем доставки экспресс-анализаторов на обследуемый объект (индикаторный и инструментальный методы);

- путем отбора проб с последующей транспортировкой их к приборам, расположенным на ЭВЛ (инструментально-лабораторный метод).

При отсутствии возможности проведения химического анализа в условиях экспедиции, часть проб консервируется и доставляется в отделенческую экологическую лабораторию.

В ПИВЭК системно объединены непосредственно экоаналитические приборы, программно-математическое обеспечение, средства метрологического обеспечения и методики проведения анализа.

Экоаналитическое оборудование ПИВЭК выпускается ведущими отечественными приборостроительными фирмами и базируется на следующих методах: спектролюминесцентном; спекртрофотометрическом; спектрометрии рентгеновского излучения; ИК-спектрометрическом; потенциометрическом; индикаторном; аналого-цифровом преобразовании и цифровой фильтрации электрического сигнала.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.

2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.

3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.

4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.

5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.

6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.

7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.

8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.

9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.

10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.

11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.

12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.

13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.
22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.
23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ПРОГРАММА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКОАНАЛИТИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА С ПОМОЩЬЮ ВАГОНА-ЛАБОРАТОРИИ

Оринчак В.Н.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Исходя из задач, стоящих перед ЭВЛ в области контроля и мониторинга окружающей среды, наличия современной измерительно-вычислительной аппаратуры и программно-методического обеспечения, позволяющих значительно сократить время проведения анализа и оперативно проводить их обработку, требований к технической компетентности персонала, предлагается следующая организационная структура ЭВЛ [1, 2, 3].

Рисунок. 1. Схема организационной структуры ЭВЛ

В соответствии с типовым положением о лаборатории и должностными инструкциями, в которых указан рекомендуемый состав штата и определен ориентировочный круг задач вагона-лаборатории, общее руководство деятельностью осуществляется начальником ЭВЛ [4, 5, 6]. Он организует планирование и проведение всех видов лабораторных и научно-методических работ по определению воздействия на окружающую среду.

В состав лаборатории входят следующие группы:

- контроля сточных вод, почв и отходов;
- контроля промышленных выбросов в атмосферу;
- контроля замеров физических факторов;
- обработки информации;
-доставки (проводники).

Основными задачами групп ЭВЛ являются:

- пробоотбор и замеры физических факторов;
- подготовка проб к анализу (КХА);
- приготовление растворов и реактивов для химических анализов;
- освоение новых методик, построение градуировочных графиков;
- анализ проб и замеры физических факторов;
- контроль стабильности градуировочных характеристик;
- ведение журналов, предусмотренных «Руководством по качеству»;
- проведение внутреннего оперативного контроля полученных результатов [7, 8, 9].

Работники аналитических групп должны: знать методические и инструктивные материалы на методы и средства анализа и расчетов; измерительно-вычислительные приборы и оборудование, правила их эксплуатации; правила оформления результатов анализов; иметь опыт работы с компьютерной техникой.

ЭВЛ должен быть укомплектован документацией, необходимой для проведения КХА контролируемых объектов и определения физических факторов. К данной документации относятся:

- приказы и распоряжения [10, 11, 12];
- нормативно-методическая документация, регламентирующая требования и методы КХА, а также методы контроля физических факторов;
- эксплуатационная документация на испытательное оборудование и средства измерения;
- свидетельства на стандартные образцы и инструкции по их применению;
- инструкции по охране труда и технике безопасности;
- должностные инструкции.

Все нормативные документы хранятся в специально отведенном месте в помещении лаборатории. Ответственным за своевременное обновление и пополнение нормативно-методической документации является начальник вагона-лаборатории [13, 14, 15].

Начальник ЭВЛ в соответствии с нормативно-технической документацией составляет программу проведения работ на конкретном предприятии МПС, которая должна содержать:

- сроки проведения контроля предприятия;
- перечень источников и показателей, подлежащих контролю;
- перечень расчетных данных с указанием методик расчета.

Руководство предприятия следует заранее ознакомить с программой экологического обследования.

Ниже приводится перечень основных работ, проводимых при подготовке к выезду на обследуемое предприятие персоналом ЭВЛ:

- составляется перечень объектов производства и источников загрязнения на каждом из них;
- определяется перечень ЗВ и методики проведения КХА [16,17, 18];
- определяется перечень способов и методов отбора и консервации проб в соответствии методиками КХА;
- осуществляется подготовка средств измерения для проведения КХА и замеров физических факторов (приборы должны быть исправны, при необходимости заряжены (или заправлены) и пройти государственную поверку);
- проводится приготовление реактивов и растворов для проведения химического анализа;
- осуществляется построение градуировочных графиков;
- проводится взвешивание навесок для приготовления растворов в условиях командировки;
- проводится взвешивание фильтров и чашек для анализа взвешенных веществ и сухого остатка;
- в стационарных условиях готовится запас дистиллированной (согласно ГОСТу 6709-72) и бидистиллированной воды для проведения химических анализов и мытья посуды [19, 20, 21];
- осуществляется подготовка химической посуды для выполнения измерений в соответствии с существующими требованиями;
- осуществляется подготовка емкости для сброса агрессивных сред.

Для определения физических факторов перед выездом:

- определяются объекты проведения замеров;
- выясняется род тока (постоянный или переменный), сила и мощность, на котором работает оборудование;
- в зависимости от установленных параметров определяются приборы, необходимые для замеров, при этом перед выездом приборы должны быть поверены, поставлены заряженные батарейки.

К основным задачам группы доставки относятся:

- подготовка к экспедиции вагона-лаборатории (экипировка топливом и водой и т. п.) в соответствии с существующими требованиями на железнодорожном транспорте [22, 23];
- определение мест отстоя;

Группа обработки информации:

- готовит компьютерную технику;
- создает необходимую для работы базу данных для обработки полученной экоинформации;
- осуществляет оформление результатов исследований.

После подготовки все оборудование приводится в транспортное состояние.

По прибытии вагона-лаборатории к месту назначения начальник представляется главному инженеру предприятия и перед началом работ проверяет готовность предприятия к проведению контроля.

Представитель предприятия и начальник лаборатории определяют:

- перечень объектов производства и источников загрязнения на каждом из них;
- места отбора проб, нанесения точек отбора на карту-схему предприятия;
- периодичность отбора проб;
- способы и методы отбора и консервации проб.

Материалы, представленные для расчетов или обработки результатов контроля, подписываются представителем обследуемого предприятия (инженером по охране окружающей среды). После этого сотрудники ЭВЛ приступают к обследованию предприятия. Их основные задачи:

- отбор проб;
- консервация и доставка проб в вагон-лабораторию;
- подготовка проб и измерительной аппаратуры для анализа;
- количественный химический анализ.

Представитель группы контроля сточных вод и почв:

- производит отбор проб в присутствии представителя предприятия, и при отборе пробы составляется акт отбора проб;
- обеспечивает консервацию и доставку проб в лабораторию;
- готовит измерительную аппаратуру и пробы для анализа загрязняющих веществ;
- осуществляет количественный химический анализ;
- полученные результаты вводят в компьютер для дальнейшей обработки и сравнения с нормативами;
- результаты исследований заносит в протокол обследования предприятия, который подписывается начальником вагона-лаборатории и инженером-лаборантом.

Группа контроля выбросов в атмосферу и замеров физфакторов производит:

- визуальный осмотр вентиляционных устройств, установок очистки и пылеулавливания;
- изучение проектной и прочей технической документации (отчеты по испытаниям, наладке, паспорта вентиляционных систем, результаты предыдущих испытаний);

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.

7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.

8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.

9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.

10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.

11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.

12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.

13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.

14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.

15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.

16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.

17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.

18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.

19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.

20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.

21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ПРОГРАММЫ ОТБОРА ПРОБ

Петренко М.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

На первом этапе сбора экологической информации с помощью вагона-лаборатории производится отбор проб, для этого составляется программа.

Составляя программу отбора проб, важно определить задачи отбора и, исходя из них, основные факторы, которые следует принимать во внимание при определении места, частоты, длительности, способа отбора и обработки проб, а также при выборе оборудования для проведения анализа [1, 2, 3]. Следует принимать во внимание желаемый уровень точности, а также метод фиксирования результатов, максимальные и минимальные результаты, средние арифметические значения. Кроме того, следует установить перечень определяемых параметров и методы проведения анализов, поскольку они взаимосвязаны с техникой безопасности при отборе проб и технологией подготовки их к анализу [4, 5, 6].

Необходимо избегать или свести к минимуму любое изменение определяемых параметров, которое может возникнуть в результате отбора проб и в период между их отбором и проведением анализа.

Существуют основные виды программ, а именно:

- контроль и характеристики качества;
- идентификация причин загрязнения [7, 8, 9].

Программа контроля качества включает определение одного или нескольких параметров по отношению к установленным пределам для принятия решения о немедленных действиях и регламентирует оценку параметров, характеризующих концентрацию или изменения за данный период времени. Например, средние величины указывают на общую тенденцию изменения результатов, а типичное отклонение – на их разброс.

В соответствии с этими критериями отбор проб, в отличие от проводимого для характеристики качества, должен осуществляться с достаточной частотой по отношению к частоте появления загрязнителей.

Отбор проб производится оборудованием, входящим в состав передвижного измерительно-вычислительного экоаналитического комплекса, в соответствии с нормативно-методической документацией в присутствии представителя обследуемого предприятия с последующим оформлением акта с указанием даты и способа отбора и консервации. При этом пробы, поступающие в лабораторию для проведения КХА, регистрируются в журнале [10, 11, 12].

Для контроля выбросов в атмосферу применяются следующие методы:

- инструментальный метод – основан на применении автоматических газоанализаторов, непрерывно измеряющих концентрации ЗВ. Этим методом целесообразно контролировать основные ЗВ (пыль, дымность, SO_2, NOx, CO) и наиболее распространенные специфические загрязнители (CxHx, NHx,, Cl_2, HF и др.);
- инструментально-лабораторный метод – основан на отборе проб с последующим их анализом в химических лабораториях на автоматических и полуавтоматических приборах. Метод применяется для контроля широкого спектра специфических ЗВ [13, 14, 15];
- индикаторный метод – основан на использовании селективных индикаторных элементов (колористических трубок), изменяющих свою окраску в зависимости от концентрации ЗВ в отбираемой пробе газа. Метод используется для экспресс-анализа и предварительной оценки концентрации ЗВ в источниках загрязнения атмосферы (ИЗА) и при анализе загрязнения окружающей среды во время чрезвычайных ситуаций;
- расчетный метод – основан на определении массовых выбросов ЗВ по данным о составе исходного сырья и топлива, технологическом режиме. Расчеты проводятся согласно методики проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на предприятиях железнодорожного транспорта [16, 17, 18].

Воздухозаборное устройство следует располагать на расстоянии не менее 1 м от любого препятствия. Важно, чтобы в месте отбора не было препятствий, мешающих течению в потоке или трубе .

Для правильности проведения отбора пробы необходимо учитывать следующие требования:

- предохранять пробы от потери в результате растворения в конденсационной влаге;
- гарантировать неизменность давления и температуры для предотвращения ошибок анализа;
- регулировать температуру отбираемой пробы;
- обеспечить герметичность контейнера для отбора проб.

Следует учитывать, что при отборе пробы продолжительностью до 10 мин. вероятность её изменения мала. В период взятия пробы продолжительностью до 1 часа давление и влажность практически не изменяются, но температура может измениться значительно, и в этом случае температуру измеряют в начале и в конце периода взятия пробы.

Метод ручного определения загрязнения воздуха основан на покачивании окружающего воздуха через поглотительное устройство для улавливания газообразных соединений. Требования к поглотителям устанавливаются в стандарте на методы анализа загрязнения воздуха. Защитный фильтр устанавливается для защиты газового счетчика от капель поглощающего раствора. Для контроля объема отобранного воздуха необходимо применять сухой газовый счетчик [19, 20, 21].

Методы автоматического определения загрязнения воздуха (см. перечень приборов табл. 1) основаны на подаче очищенного газа к измерительной аппаратуре (извлекающие методы) или проведения измерения концентрации газа непосредственно в газовом потоке (не извлекающие методы). Общие требования к отбору проб для последующего автоматического определения ЗВ определены в международном стандарте ИСО 10396.

При определении приземной концентрации примеси в атмосфере отбор проб и измерение концентрации примеси проводятся на высоте 1,5…3,5 м от поверхности земли. Продолжительность отбора проб воздуха для определения разовых концентраций примесей должно составлять 20…30 мин.

Отбор проб промвыбросов проводится согласно требованиям к размещению и оборудованию точек контроля. Места отбора должны соответствовать ГОСТу 12.4.021–76 «Системы вентиляционные, общие требования». Особое внимание уделяется местам отбора, находящимся на высоте более 3 м. Площадки для производства измерений должны быть защищены от воздействия высоких температур, прямых солнечных лучей, осадков и ветра. Рабочую площадку оператора оборудовать средством двухсторонней связи с технологической и аварийными службами и руководством производственного подразделения. Площадки и вводы освещают переносными или стационарными лампами накаливания, включаемыми через разделительный трансформатор, так же подключают средства пробоотбора [22, 23].

Точки контроля (замерные сечения) выбирают работники служб контроля ИЗЛ предприятий. Все измерения (скорость, температуру, давление, влажность потока и концентрацию ИЗА) проводят в установившемся потоке газа. Место для измерения выбирают на прямолинейном участке газохода, по возможности ближе к устью выбросной трубы, на прямолинейном участке длиной 8-10 наибольших линейных размеров поперечного сечения (ЛРС). Не следует выбирать места измерения вблизи от изменений сечения, поворотов газоходов, арматуры, вентиляторов и т. п., создающих аэродинамические сопротивления, так как возмущения потоков влияют на точность замеров.

Температуру газового потока измеряют в непосредственной близости от места измерения других его параметров, не далее одного ЛРС газохода от штуцера ввода пневмометрических трубок, с помощью которых измеряют скорость потока в случае закрытых газоходов.

В аэрационных фонарях замеры производятся в центрах тарировочных участков, выбранных для измерения скорости газопылевого потока, на средней линии на равных расстояниях от верхнего и нижнего краев проема фонаря в точках, отстоящих друг от друга не более чем на 10 м каждого яруса с обеих сторон. При общей длине фонаря более 50 м можно производить измерения через каждые 25 м. Для вентиляторов, дефлекторов и устьев шахт измерения производят в газоходах перед ними.

Устройствам отбора пробы должны отвечать следующим требованиям. Пробоотборный зонд выполняется из материала, устойчивого к влиянию высоких температур (до 300^{o}C) и агрессивных компонентов пробы. Рекомендуется использовать для изготовления зонда трубку из нержавеющей стали или титана. Как правило, в состав пробоотборного зонда входит фильтр грубой очистки пробы от пыли. Наиболее рационально в пробоотборных зондах применять металлокерамические фильтры.

Для холодных потоков газа можно использовать стеклотканевые фильтрующие элементы.

Магистраль транспортировки пробы должна обеспечивать неизменность состава пробы при её подаче от места отбора до места анализа. Материал, из которого изготавливают магистраль транспортировки пробы, не должен вступать в химическое взаимодействие с компонентами пробы и сорбировать на своей поверхности ЗВ. К таким материалам относятся фторопласты, стекло, нержавеющая сталь.

Для предотвращения сорбции ЗВ и выпадения конденсата с легкорастворимыми компонентами пробы по всей длине магистрали надо обеспечить температуру газового потока из 10–15^{o}C выше точки росы отходящих газов.

Устройства для подготовки пробы к анализу, предназначенные для охлаждения, осушения и тонкой очистки пробы от пыли, должны обеспечивать температуру, влажность и запыленность пробы, поступающей в газоанализатор в пределах, установленных в технической документации на применяемый тип газоаналитического прибора.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.

2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.

3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.

4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.

5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.

6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.

7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.

8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.

9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.
22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.
23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ОТБОР ПРОБ ВОДЫ

Плиев В.Р.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Отобранная проба должна показать химический состав сточных вод в данный момент или за определенный промежуток времени. Способы отбора, консервирования и хранения проб должны гарантировать неизменность химического состава. Отбор проб сточных вод проводится в соответствии с ГОСТам Р 51592-2000 Вода [1, 2, 3].

Требованиям к сосудам для хранения пробы (сопротивление растворению, прочность, эффективность закрытия) наиболее соответствует полиэтиленовая посуда или сосуды из химически стойкого стекла.

Стеклянную посуду моют вначале концентрированной соляной кислотой или хромовой смесью, тщательно отмывают от кислоты, прополаскивают дистиллированной водой и пропаривают; для обезжиривания используют синтетические моющие средства. Полиэтиленовую посуду споласкивают ацетоном, соляной кислотой (1:1), несколько раз водопроводной водой, а затем дистиллированной водой.

Посуда, в которую производится отбор проб, должна быть промаркирована способом, исключающим возможность нарушения.

Отбор проб проводят пробоотборными системами, объем отбираемой пробы должен быть не менее 1 л [4, 5, 6]. Объем пробы устанавливается в зависимости от определяемых ингредиентов. При этом следует применять различные устройства, обеспечивающие сохранение химического состава исследуемой воды и исключающие элементы случайности при отборе пробы (попадание механических примесей, неполный слив воды из пробоотборника), а также устранять возможность загрязнения пробы воды за счет коррозии металла пробоотборника и сорбции на стенках устройства.

Если в исследуемой воде содержатся растворенные газы, проявляющие восстановительные свойства (например, H2S), и закисное железо (Fe2+), то при отборе пробы необходимо избегать перемешивания опробуемой воды с воздухом. В этом случае применяется бутыль с насадкой. Насадкой может служить резиновая пробка, в которую вставлены две стеклянные трубки: одна из них заканчивается у дна бутылки, другая – у пробки. Наполнение емкости производится через первую трубку с переливом, равным трехкратному объему бутылки. При использовании автоматического анализатора должны быть применены стационарные автоматические пробоотборники [7, 8, 9].

Пробы отбирают в химически стойкие к исследуемой воде стеклянные, фарфоровые или полиэтиленовые сосуды с плотно завинчивающимися крышками вместимостью, обеспечивающей определение всех запланированных компонентов. Пробы, предназначенные для анализа на содержание органических веществ, отбирают только в стеклянные сосуды с притертыми пробками.

Перед отбором пробы, подлежащей исследованию, сосуд споласкивается водой не менее двух раз. Бутыль заполняется водой до верха. Перед закрытием бутыли пробкой верхний слой воды сливается так, чтобы под пробкой оставался небольшой слой воздуха.

При отборе пробы составляется сопроводительный документ, прилагаемый в последствии к результатам анализа, в котором указываются:

- наименование источника, его местонахождение;
- дата выемки пробы (год, число, месяц и час);
- место и точка взятия пробы (водоем, канализационный люк);
- метеорологические условия (температура воздуха и осадки);
- особые условия, способные оказать влияние на качество вод;
- должность и подпись лица, производившего отбор проб и присутствующих лиц [10, 11, 12].

Отбор проб почв проводят на исследуемой территории соответственно условиям. Места отбора проб отмечают на карте-схеме предприятия, указывая их координаты и номера. При локальном загрязнении почв места отбора проб размещают по концентрической окружности вокруг места загрязнения.

При отборе пробы составляется сопроводительный документ, прилагаемый в последствии к результатам анализа и содержащий:

- номер пробы, наименование источника, его местонахождение;
- дату выемки пробы (год, число, месяц и час);
- место и глубину взятия пробы, рельеф и тип почвы;
- метеорологические условия (температура воздуха и осадки);

- особые условия, способные оказать влияние на качество пробы;

- должность и подпись лица, производившего отбор проб и присутствующих лиц [13, 14, 15].

Пробы должны сохранять структуру почвы после доставки в лабораторию. Для этого их упаковывают в емкости из химически нейтрального материала. Если планируется проведение анализа летучих веществ или почвенных газов, пробу следует помещать в герметически закрытые сосуды.

Пробы для анализа на наличие ядовитых веществ необходимо упаковывать, транспортировать и хранить в стерильных емкостях.

При необходимости хранения проб почвы применяют консервирующие средства, указанные в методиках на определение вредных веществ.

При составлении программы отбора проб следует учитывать, что зачастую информация об уровне загрязнения необходима в период, когда качество пробы может изменяться. Вот почему пробы должны отбираться в периоды, дающие ясную картину качества и его изменений.

В случае, когда интересует лишь среднее качество пробы в определенный период и если доказано, что параметры носят устойчивый характер, то имеет смысл применять долговременный отбор проб, предпочтительнее – в течение всего периода, представляющего интерес. Этот принцип аналогичен отбору составных проб [16, 17, 18].

Периодичность отбора проб сточных вод согласовывается с местными органами природопользования в случае сбросов сточных вод в окружающую среду, или с владельцами сетей канализации, в случае сброса вод в системы водоотведения населенных пунктов, но не реже 1 раза в квартал. При аварийных ситуациях частота отбора увеличивается и составляет не менее трех проб от начала аварийной ситуации до нормального водоотведения

В случае резкого колебания состава сточных вод по некоторым вредным и ядовитым веществам необходима динамическая характеристика сточных вод, т. е. отбор проводится через установленные промежутки времени в течение смены или суток.

Для вод, отводимых в канализационную сеть населенного пункта или других предприятий, технические условия на сброс устанавливает владелец очистных сооружений, из условий обеспечения сброса сточных вод в водный объект с соблюдением ПДС [19, 20, 21].

Выбросы предприятий в атмосферный воздух регламентируются и подлежат проверке методами инструментального или инструментально-лабораторного анализа не реже чем 1 раз в 5 лет.

Выбросы предприятий, для которых нормативы ПДВ установлены на уровне фактических при условии нормальной работы технологического и газоочистного оборудования, контролируется не реже чем 1 раз в год.

Плановые измерения на источниках первой категории производят 1 раз в 3 месяца. К первой категории относятся источники, для которых

$$Смакс / ПДКр > 0,5.$$

Измерения на источниках второй категории производят 2 раза в год, к этой категории относятся источники, для которых

$$Смакс / ПДКр < 0,5.$$

Периодичность отбора проб почв осуществляется не менее 1 раза в год, а при контроле на тяжелые металлы – не менее 1 раза в 3 года.

Места отбора проб определяются в соответствии с нормативными документами, на основе данных ПДВ и ПДС, технических условий на сброс в канализацию, а также данных предприятия об источниках загрязнения.

Неправильный выбор пунктов отбора, времени наблюдения, ошибки в организации и технике отбора проб приводят к искажениям результатов анализа. Результаты анализа сточных вод будут достоверными только в случае правильного отбора проб, так как состав сточных вод обычно сильно колеблется и зависит от технологического процесса [22, 23].

В число источников, подлежащих контролю, входят передвижные и стационарные, организованные и неорганизованные источники загрязнения окружающей среды, установки для газоочистки и пылеулавливания.

Выбор места отбора проб проводят с учетом безопасности персонала, доступности места отбора, обеспеченности источников электроэнергией, представительности пробы в месте отбора.

Места отбора проб следует выбирать на прямом участке воздуховода на расстоянии двух-трех гидравлических диаметров до устья источника и не менее шести гидравлических диаметров за местом возмущения потока.

При длине прямолинейного участка до устья трубы менее восьми гидравлических диаметров следует выбирать сечение, делящее участок в отношении 1 **:** 3 в направлении движения воздуха. При сложных условиях (высокие трубы и т. п.) отбор допускается в других местах.

Для отбора проб следует использовать, как правило, те же отверстия, что и для аэродинамических замеров. Место отбора необходимо выбирать преимущественно на вертикальных участках воздуховодов в стороне от дросселей, шиберов, люков, лазов и т. д.

При контроле выбросов аэрационных фонарей расстояние между точками отбора по длине фонарей не должно превышать 10 м.

Место отбора пробы зависит от цели контроля, характера выпуска сточных вод и должно соответствовать технологической схеме системы водоотведения. Для получения достаточно представительных образцов. Пункты отбора проб воды, согласно ГОСТ, должны находиться в местах наиболее вероятного изменения качества воды в зонах наличия притоков или водозабора, при этом следует избегать мест сброса сточных вод вследствие их локального влияния на результаты анализа. Пробы сточных вод отбираются непосредственно в канализационных колодцах на врезке в городскую канализацию или на сбросе в водоем. Пробу необходимо отбирать в турбулентных, хорошо перемешанных потоках на прямолинейных участках водоотводящих устройств вне зон действия подпора. При сбросе вод через водосливное устройство пробы отбирают непосредственно из падающей струи.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.

2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.

3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.

4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.

5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.

6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.

7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.

8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения

гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.

9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.

10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.

11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.

12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.

13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.

14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.

15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.

16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.

17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.

18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.

19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.

20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.

21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ВЫБОР МЕСТА ОТБОРА ПРОБ СТОЧНЫХ ВОД

Плисов О.Ю.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Место отбора пробы зависит от цели контроля, характера выпуска сточных вод и должно соответствовать технологической схеме системы водоотведения. Для получения

достаточно представительных образцов. Пункты отбора проб воды, согласно ГОСТу, должны находиться в местах наиболее вероятного изменения качества воды в зонах наличия притоков или водозабора, при этом следует избегать мест сброса сточных вод вследствие их локального влияния на результаты анализа [1, 2, 3]. Пробы сточных вод отбираются непосредственно в канализационных колодцах на врезке в городскую канализацию или на сбросе в водоем. Пробу необходимо отбирать в турбулентных, хорошо перемешанных потоках на прямолинейных участках водоотводящих устройств вне зон действия подпора. При сбросе вод через водосливное устройство пробы отбирают непосредственно из падающей струи.

В некоторых случаях необходимо отбирать пробу с поверхностного слоя для определения плавающего на поверхности мусора или нефтяной пленки. Из поверхностного горизонта пробы отбираются бутылью или эмалированным ведром, из глубинных слоев – батометром. Объем пробы должен составлять 7…8 л. Отобранная вода разливается в различные емкости для раздельного анализа на отдельные ингредиенты и загрязняющие вещества. При необходимости проводится соответствующая подготовка и консервация проб [4, 5, 6].

Отбор проб сточных вод, выпускаемых в водоемы, для определения влияния сточных вод на водоем, должен проводиться с учетом времени прохождения от точки выпуска до контрольного створа. В водоемах пробы отбираются для изучения влияния сточных вод предприятия на водоем и сравнения этого влияния с ПДС.

При наличии очистных сооружений для определения их эффективности проводится отбор проб до и после очистки.

К месту отбора пробы должен быть свободный доступ. Если для отбора природных или сточных вод используются автоматические пробоотборники, то посторонние лица к ним не допускаются.

Для определения в воде взвешенных веществ пробу отбирают только после перемешивания потока или серию проб по всему сечению потока. Если нет возможности обеспечить турбулентное перемешивание жидкости, то следует производить отбор в нескольких местах по сечению потока и затем составлять среднюю пробу [7, 8, 9].

Если сброс сточных вод производится в водные объекты через глубинные выпуски, то пробы отбирают в последнем колодце вне зон действия подпора. При поступлении сточных вод в водоем через водосливное устройство пробу отбирают непосредственно из падающей струи. Место отбора сточных вод, поступающих в водный объект, выбирается у выпуска сточных вод в данный водный объект.

Отбор проб почвы производят в наиболее загрязненных местах территории предприятия. Загрязнение почвы и подстилающих пород выявляется при литохимической съемке, при которой опробованию подвергается самый верхний почвенный горизонт (0,2 м), где наблюдается максимальная интенсивность геохимических процессов. Профили опробования при литохимической съемке ориентированы по длине общей территории предприятия или исследуемой территории, расстояние между профилями составляет 50…300 м (в зависимости от детальности проводимых работ), между точками отбора проб на профиле – 20…100 м [10, 11, 12].

Подавляющее большинство компонентов и свойств воды следует определить по возможности быстро, в только что отобранной пробе, чтобы избежать нарушения равновесия ионов, потерь растворенных газов, разложения органических веществ, вызываемых деятельностью микроорганизмов.

Хранение проб сточных вод допускается лишь в том случае, если анализ не может быть произведен сразу после отбора. При этом необходимо строго соблюдать допустимые сроки хранения.

Для подготовки отобранной пробы к хранению в зависимости от определяемого показателя, при необходимости проводят:

- фильтрацию;

- консервацию;
- охлаждение [13, 14, 15].

Применение консервантов не предохраняет полностью многие вещества от изменения, поэтому и консервированные пробы надо анализировать как можно скорее. Дата отбора и начала анализа, а также метод консервации должны быть указаны в результатах анализа.

Часто для консервации используется охлаждение пробы. Метод является эффективным, если его применять сразу же после отбора проб. Универсального консервирующего вещества не существует, поэтому для полного анализа пробу отбирают в бутыли. Консервируют добавлением химических соединений (кислот, щелочей) после отбора или заранее, в пустой сосуд.

Важнейшим этапом получения экологической информации является проведение качественного и количественного анализа отобранных проб. Комплект экоаналитического оборудования вагона-лаборатории позволяет проводить экспресс-анализ загрязнения окружающей среды. Так, с помощью компьютерных газоанализаторов быстро и качественно определяется ВВ в атмосферу. При необходимости осуществляются замеры физфакторов [16, 17, 18].

Качество проведения КХА в основном зависит от:
- верно выбранного приборного обеспечения и методов анализа;
- методического и методологического обеспечения;
- квалификации персонала, проводящего анализы.

В вагоне-лаборатории определение концентрации вредных веществ большей частью производится методами химического анализа. Широкое использование химических методов анализа обусловлено простотой аппаратуры, а также возможностью использования обслуживающего персонала средней квалификации. Следует отметить, что химические методы анализа имеют ряд недостатков, к которым относятся длительность отбора и анализа проб [19, 20, 21].

К выполнению измерений и обработке их результатов допускают специалистов, имеющих высшее или среднее специальное образование или опыт работы в химической лаборатории, прошедших соответствующий инструктаж, освоивших метод в процессе тренировки и уложившихся в нормативы оперативного контроля при выполнении процедур контроля погрешности.

При поступлении в лабораторию все пробы и данные замеров регистрируются во входящем журнале, с указанием номера акта отбора пробы, даты отбора и передачи на анализ, способа отбора и консервации в полевых условиях.

Пробы должны храниться в специально отведенном месте, обеспечивающем их сохранность в соответствии с РД и МУ на методы выполнения измерений. Для хранения проб в вагоне-лаборатории должен быть в наличии холодильник.

В том случае, когда пробы находились в холодильнике, перед проведением анализа необходимо довести температуру пробы до комнатной температуры.

Сточные воды – это двухфазные системы, в основном – суспензии, реже – эмульсии. В связи с этим перед анализом воду необходимо профильтровать.

Анализ проб проводится в строгом соответствии с методикой на данный метод контроля [22, 23].

Процедура контроля качества результатов исследований является обязательной составляющей аналитических работ вагона-лаборатории. Основным в системе контроля качества лабораторных анализов является внутренний и внешний контроль правильности результатов.

Система внутреннего лабораторного контроля точности результатов измерений КХА включает в себя:

- организационный контроль основных критериев аккредитации, проводимый заведующим лабораторией, он включает контроль состояния фонда нормативной и

методической документации, правильность градуировки и состояния средств измерений, наличие свидетельств о поверке, правильность и своевременность ведения рабочих журналов;

- оперативный контроль, проводимый в соответствии с алгоритмом контроля, регламентируемый методиками КХА;

- контроль правильности и оценку точности результатов определений с помощью стандартных образцов (СО) и контрольных проб. Контроль осуществляется путем оценки соответствия характеристик систематической погрешности и суммарной погрешности результатов контрольных определений нормативам, установленным для соответствующего плана контроля.

Общее число контрольных отклонений должно быть не менее 5% от общего числа всех определений, выполняемых в лаборатории.

Данные внутрилабораторного контроля правильности обрабатываются по мере накопления статистического материала, достаточного для получения надежных выводов. При выявлении фактов получения недостоверных результатов измерений или КХА в качестве корректирующего воздействия проводятся следующие мероприятия:

- настройка и градуировка приборов;
- внеочередная поверка средств измерений, т. е. контроль их погрешности;
- контроль точности построения градуировочных кривых;
- контроль состояния фондов стандартных образцов;
- правильность выполнения процедур аттестации смесей;
- правильность эксплуатации средств измерений и испытаний;
- контроль правильности и точности выполнения методик КХА исполнителем;
- контроль чистоты и сроков действия используемых реактивов;
- правильность отбора проб.

Процедуры системы обеспечения качества КХА также предусматривают операции:

- ежеквартальную проверку градуировочных графиков;
- проверку каждой партии дистиллированной воды;
- проверку правильности приготовления реактивов;
- проверку титров растворов.

Контроль предназначен для достижения единства измерений, выполняемых разными определениями в данной лаборатории, и дополняет контроль стандартными образцами.

Качество работ оценивается отношением числа забракованных определений в рядовых пробах к общему числу определений, выполняемых исполнителем, которое должно составлять не более 6,5 % за отчетный период.

Комплекс оценочных показателей качества химических анализов включает:

- контроль результатов при выполнении анализов. При полном анализе воды взаимное согласование найденного содержания анионов и катионов и сравнение найденной величины сухого остатка с расчетной служат контролем точности анализа и выполняются самим аналитиком;

- контроль воспроизводимости результатов анализа.

Система внутрилабораторного контроля качества анализов включает следующие операции:

- выборку контрольных партий и шифрование проб;
- одновременное выполнение рядовых и контрольных анализов;
- выявление промахов и сравнение их числа с допустимыми, повторение, при необходимости, определений до получения результатов с требуемой воспроизводимостью и правильностью.

Частота проверки градуировочных графиков определяется по методике определения загрязняющих веществ, но не реже одного раза в квартал.

Внешний лабораторный контроль выполняется в другой аккредитованной лаборатории аналогичного профиля.

Аналитические пробы отбираются в двойном объеме. Часть пробы подвергается первичному анализу и внутреннему контролю. Дубликат пробы отсылается в контролирующую лабораторию. Результаты внешнего контроля фиксируются отдельной ведомостью и оцениваются методами математической статистики.

Далее приводятся методические указания (МУ) по проведению внутреннего контроля качества результатов измерений в аккредитованных лабораториях (системная аналитика). При составлении данных МУ были использованы следующие документы:

- МИ 1317–86 ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров;
- МИ 2335–95 ГСИ. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа;
- МИ 2336.–-95 ГСИ. Характеристики погрешности результатов количественного химического анализа. Алгоритмы оценивания;
- РД 52.24.66–86. Система контроля точности результатов измерений показателей загрязненности контролируемой среды;
- РД 1.01.808 7.3–88. Методика лабораторного контроля качества измерений состава сточных вод.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.

12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.
22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.
23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА

Поляков К.И.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Общие положения предусматривают:

- систему оперативного контроля, предназначенную для обеспечения качества и требуемой точности в процессе текущих измерений;
- систему оперативного контроля результатов измерений, представляющую совокупность средств контроля, исполнителей и объектов контроля, взаимодействующих по правилам, установленным настоящими методическими указаниями [1, 2, 3];
- средства контроля, которыми могут являться стандартные образцы (СО), отвечающие требованиям ГОСТа 8.315–96; аттестованные смеси (АС), в том числе растворы, удовлетворяющие требованиям МИ 2334; пробы с добавкой, а также рабочие пробы (при контроле случайной составляющей погрешности);
- объекты контроля, которыми являются измерения, проводимые по метрологически аттестованным методикам выполнения измерений (МВИ), а также их результаты (методики должны соответствовать требованиям ГОСТа 8.563-96) [4, 5, 6].

В документах на МВИ, результаты измерений по которым являются объектами контроля, в разделе «Контроль точности измерений» должны быть приведены следующие количественные характеристики погрешности измерений:

- характеристика систематической составляющей погрешности Δс, т. е. показатель правильности измерений, выполненных по МВИ или, если характеристика задана в относительной форме,

$$\Delta c = \Delta сотн \times C/100\ \%,$$

где C – содержание измеряемого компонента;

Δсотн – характеристика случайной составляющей погрешности $\sigma(\Delta 0)$, т. е. показатель воспроизводимости измерений, выполняемых по МВИ,

$$\sigma(\Delta 0) = \sigma отн(\Delta 0) \times C/100\ \%.$$

Система контроля показателей качества результатов текущих измерений предусматривает внутренний и внешний контроль.

Внутренний контроль – внутрилабораторная деятельность, направленная на обеспечение требуемой точности текущих измерений, основанная на применении алгоритмов контроля точности измерений и мер управляющего воздействия [7, 8, 9].

Внешний контроль – деятельность контролирующих организаций в соответствии с их компетенцией, направленная на обеспечение требуемой точности измерений в лабораторной сети, основанная на применении алгоритмов контроля точности измерений и мер управляющего воздействия.

Внутренний контроль организует начальник аналитической лаборатории или старший инженер-химик, в соответствии с руководством по качеству [10, 11, 12]. Внутренний контроль состоит из двух этапов – предупредительного и последующего (статистического) контроля точности. Использование статистического и предупредительного контроля определяется исходя из специфики лабораторий и объема анализа каждого из компонентов, включенных в область аккредитации.

Предупредительный контроль точности – составная часть внутреннего контроля, которая служит для принятия оперативных мер в ситуациях, когда погрешности (составляющие погрешности) контрольных измерений не соответствуют установленным требованиям [13, 14, 15].

Предупредительный контроль точности включает внутренний оперативный контроль (ВОК) сходимости, воспроизводимости, точности, контроль характеристики случайной составляющей погрешности (на рабочих пробах) и контроль стабильности градуировочной характеристики.

Оперативный контроль сходимости проводят при проведении параллельных определений для получения результатов КХА.

ВОК сходимости результатов КХА проводят при получении каждого результата КХА, путем сравнения расхождения n результатов параллельных определений, полученных при КХА пробы, с нормативом ВОК сходимости – d.

Сходимость результатов параллельных определений признают удовлетворительной, если:

$$dк = Xmax - Xmin \leq d,$$

где d – норматив ВОК сходимости указанный в МВИ, если норматив не

указан, то он рассчитывается по формуле: $d = Q(P, n)\sigma сх(\Delta 0)$,

$\sigma сх(\Delta 0)$ – показатель сходимости (характеристика случайной составляющей погрешности, соответствующая содержанию компонента в пробе).

$Q(P,n) = 2{,}77$ при $n = 2$, $P = 0{,}95$;

$Q(P,n) = 3{,}31$ при $n = 3$, $P = 0{,}95$;

$Q(P,n) = 3{,}63$ при $n = 4$, $P = 0{,}95$;

$Q(P,n) = 3{,}86$ при $n = 5$, $P = 0{,}95$.

Если $dk \leq d$, то сходимость результатов параллельных определений признают удовлетворительной.

Рекомендуется ВОК сходимости вносить в рабочий журнал, ВОК воспроизводимости проводят с использованием рабочих проб (может быть проведен с применением СО и АС) [22, 23]. Контроль проводят путем сравнения результата контрольной процедуры *Dк*, равного расхождению двух результатов КХА (первичного *X1ср* и вторичного *X2ср*) содержания компонента в одной и той же пробе, с нормативом ВОК воспроизводимости $-D$ (как правило, интервал времени между получением первичного и повторного результатов анализа пробы может составлять 1…3 дня, или измерения проводятся разными исполнителями, или используется другой комплект средств измерений) [16, 17, 18].

Воспроизводимость контрольных измерений, а также воспроизводимость контрольных проб, выполненных за период, в течение которого условия проведения анализа принимают стабильными и соответствующими условиям проведения анализа, признают удовлетворительной, если [19, 20, 21]:

$$Dк = \left| X1ср - X2ср \right| \le D.$$

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.

14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.

15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.

16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.

17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.

18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.

19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.

20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.

21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ВОК ТОЧНОСТИ

Поляков К.И.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Оперативный контроль точности проводят с использованием образцов для контроля, метода добавок совместно с методом разбавления, метода добавок, метода разбавления пробы [1, 2, 3].

Порядок проведения оперативного контроля точности осуществляют с использованием образцов контроля точности (ГСО, ОСО, СО или аттестованные смеси (растворы). Суть метода состоит в сравнении результата контрольной процедуры ($Кк$), равного разности между результатом контроля измерения аттестованной характеристики и образцов для контроля (X) и его аттестованным значением (C) с нормативом оперативного контроля (K) [4, 5, 6]:

$$Кк = |X - C| \le K.$$

Норматив оперативного контроля точности для доверительной вероятности $P = 0{,}95$ равен:

$$K = \Delta ,$$

где Δ – характеристика погрешности результатов измерений.

ВОК точности рекомендуется проводить 1 раз в три месяца.

Рекомендуемая форма журнала для проведения ВОК [7, 8, 9].

Порядок проведения ВОК точности с использованием метода добавок.

Метод ВОК точности с использованием метода добавок состоит в сравнении результата контрольной процедуры *Кк*, равного разности между результатом контрольного измерения содержания определяемого компонента в пробе с известной добавкой (*Хср'*), в пробе без добавки (*Хср*) и величиной добавки *С* (добавка должна содержать 50…150% от содержания компонента в пробе), с нормативом ВОК точности [10, 11, 12].

Норматив ВОК точности с использованием метода добавки *Кд* равен:

$$Кд = ((\Delta Хср')2 + (\Delta Хср)2)1/2,$$

где $\Delta Хср'$, ($\Delta Хср$) – характеристика погрешности, соответствующая содержанию компонента в пробе с добавкой (реальной пробе) соответственно.

Точность контрольных измерений, а также точность результатов КХА рабочих проб, выполненных за период, в течение которого условия проведения КХА признают стабильными и соответствующими условиям проведения контрольных измерений, признают удовлетворительной, если:

$$|Кк| \leq Кд,$$

где $Кк = Хср' – Хср – С$.

Контроль стабильности градуировочных характеристик заключается в определении параметров градуировочного графика через установленные промежутки времени, сопоставлении их с первоначальными параметрами и установлении на этой основе возможности продолжения текущих измерений или необходимости коррекции градуировочной характеристики [13, 14, 15].

Контроль стабильности градуировочных характеристик проводят для МВИ, в которых предусмотрено установление градуировочной характеристики. Средствами контроля являются предусмотренные МВИ образцы для градуировки, т. е. стандартные образцы, аттестованные смеси (растворы) [16, 17, 18].

При контроле стабильности градуировочной характеристики проводят измерение не менее трех образцов для градуировки, содержания измеряемого компонента в которых должны охватывать весь диапазон МВИ. Полученные результаты сравнивают с соответствующими точками первоначальной градуировочной характеристики.

Градуировочную характеристику считают стабильной при выполнении для каждого образца одного из следующих условий (с учетом вида градуировочной характеристики):

Контроль стабильности градуировочной характеристики проводят при смене реактивов, но не реже одного раза в квартал.

Рекомендуемая форма журнала контроля стабильности градуировочной характеристики [19, 20, 21].

Контроль характеристики случайной составляющей погрешности (на рабочих пробах) должен проводиться путем сопоставления двух результатов анализа одной и той же рабочей пробы, полученных в условиях воспроизводимости. Воспроизводимость результатов анализа признают удовлетворительной, если выполняется условие:

$$Dк = |X1ср – X2ср| \leq D.$$

Сходимость внутри ряда измерений признают удовлетворительной, если выполняется условие:

$$dф = (Хmax – Xmin) \leq d,,$$

где *dф* – расхождение в результатах измерений (*Хmax-– Xmin*) массовой концентрации анализируемого компонента в рабочей пробе;

d – норматив контроля сходимости внутри ряда для $P = 0{,}95$:

$$d = Q(P,n)Sx,,$$

где *Sx* – среднеквадратическое отклонение, $Sx = (\Sigma(Xi – Хср)2/n – 1)1/2$.

Контроль характеристики случайной составляющей погрешности рекомендуется проводить один раз в месяц [22, 23].

Первичная информация о состоянии ОС на объектах железнодорожного транспорта заносится в стандартные акты и протоколы на обычных или магнитных носителях и содержит:

- статистическую информацию о воздействиях объектов на ОС;

- статистическую информацию о платежах (штрафах) за выбросы, сбросы, размещение твердых отходов и т. п.;

- информацию о производственном оборудовании и технологических процессах;

- информацию о производимой продукции;

- информацию о калибровке средств мониторинга;

- информацию об аварийных ситуациях и мероприятиях по их ликвидации;

- исходную информацию для заполнения экологического паспорта предприятия;

- статистическую информацию о ранее проведенных экологических аудитах.

Протоколы сшиваются, причем каждая страница отчета протокола нумеруется для предотвращения замены.

Для соблюдения конфиденциальности результаты замеров выдаются только заказчику. Журнал регистрации результатов хранится в лаборатории, в недоступном для посторонних лиц месте. Оригиналы протоколов результатов анализа хранятся в лаборатории в течение года с последующей передачей их в архив.

Вся информация, собранная экоаналитическими лабораториями и природоохранными службами, формируется в отчеты предприятий, отделений, железных дорог и в целом по отрасли, в тома ПДВ, экологические паспорта. Она содержит следующие данные:

- общие сведения о предприятии, ведомстве и т. п.;

- краткие сведения о природно-климатической характеристике;

- описание технологии производства, сведения о продукции, балансовая схема материальных потоков;

- сведения об использовании земельных ресурсов;

- характеристику сырья, материальных и энергетических ресурсов;

- сведения об источниках загрязнения предприятия, отделения, дороги;

- сведения о выбросах в атмосферу, водопотребления и водоотведения, их очистки и утилизации;

- сведения об образовании, использовании, обезвреживании, транспортировании и размещении отходов;

- сведения о специфических загрязнителях;

- сведения о проводимых мероприятиях по снижению загрязнения ОС;

- сведения об эколого-экономической деятельности предприятия, данные о затратах на природоохранные мероприятия, платежах за загрязнение ОС.

На основании этих документов инженеры-экологи подразделений дорог составляют отчетную документацию по существующим стандартным формам:

- отчет о выбросах – 2ТП-Воздух;

- отчет о сбросах – 2ТП-Водхоз;

- отчет об отходах – 2ТП-Отходы;

- ежеквартальный отчет о текущих затратах на охрану природы, экологических и природоресурсных платежах – 4ОС;

- отчет о природоохранной деятельности предприятий железнодорожного транспорта – 3О1.

Вся экоинформация заносится в существующие бумажные или электронные формы документов и передается в отделы сектора природы отделений дороги. В свою очередь, сектора формируют единые сводные отчеты по всем предприятиям отделения. Затем она представляется в отдел охраны природы железной дороги, где она формируется в единые сводные отчеты по всем предприятиям дороги и представляется в ЦРБ железных дорог».

Методика устанавливает порядок проведения экологических обследований с помощью передвижного измерительно-вычислитель-ного комплекса вагона-лаборатории на объектах железнодорожного транспорта и предназначена для предприятий, эксплуатирующих ЭВЛ.

Очевидно, что ЭВЛ, являясь частью единой экологической информационной системы на ведомственном уровне, могут стать частью аналогичной системы на федеральном уровне.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО

(ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.

19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.

20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.

21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ И ПАСПОРТИЗАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА – НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Пугачев Д.С.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Инвентаризация и паспортизация источников загрязнения представляет собой сбор и систематизацию сведений об их распределении по территории, количестве и составе выбросов (сбросов) загрязняющих веществ и размещении отходов в различных сферах природной среды [1, 2, 3].

Инвентаризация должна проводиться не реже одного раза в пять лет. При реконструкции предприятия или изменении технологии производства данные проведенной ранее инвентаризации уточняются. Инвентаризации подлежат выбросы загрязнителей от всех источников с организованными и неорганизованными выбросами, т. е. как оснащенные, так и не оснащенные средствами защиты (очистным оборудованием) [4, 5, 6]. Инвентаризация проводится как для стационарных, так и для передвижных источников загрязнения воздушной среды. Определение количества и состава выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в атмосферу, воду и почву производится инструментальными или расчетными методами по утвержденным методикам. Ведомости результатов инвентаризации подписываются руководителем предприятия, проводившего инвентаризационные работы и имеющего лицензию на право проведения таких работ или аттестацию Госстандарта РФ на выполнение данных работ инструментальным методом, и руководителем предприятия-заказчика железнодорожного транспорта [7, 8, 9]. К заполненным ведомостям инвентаризации прикладываются: результаты расчетов выбросов (сбросов) загрязнителей или данные лабораторных анализов газо-воздушной смеси на выходе из источника загрязнения; справки о расходах сырья, топлива, фактическом времени работы технологического оборудования источника загрязнения атмосферы, воды и почв, а также технические паспорта очистного оборудования.

Полнота и достоверность результатов инвентаризации проверяется непосредственно на объекте инспектором – представителем региональной инспекции по охране природной среды в присутствии представителей предприятия и организации, проводившей организацию.

Основной целью инвентаризации и паспортизации источников выбросов (сбросов) загрязняющих веществ и размещения отходов является получение исходных данных [10, 11, 12]:

– для анализа экологических характеристик используемых на предприятии технологий;

– оценки эффективности использования сырьевых ресурсов и утилизации отходов на предприятии;

– оценки степени влияния выбросов загрязняющих веществ предприятия на окружающую среду;

– оценки состояния оборудования для улавливания выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросов в поверхностные водные объекты, по сбору, переработке и обезвреживанию отходов

– получения разрешения на выброс (сброс) загрязняющих веществ, на размещение отходов как в целом по предприятию железнодорожного транспорта, так и по отдельным источникам загрязнения;

– планирования природоохранных работ на предприятиях железнодорожного транспорта [13, 14, 15].

Для каждого предприятия составляется экологический паспорт. Это документ, включающий данные по использованию объектами данного предприятия природных и вторичных ресурсов, а также определению их влияния на окружающую среду. Он содержит общие данные, которые имеют экологическую направленность. Информация может быть представлена как в описательной части паспорта, так и в таблицах [16, 17, 18]. При составлении паспорта учитывается природно-климатическая характеристика района, в котором находится предприятие: метеорологические особенности по сезонам, уклон местности, состав почв, уровень стояния грунтовых вод. В экологическом паспорте указывают границы санитарно-защитной зоны, жилых массивов, лесов, сельскохозяйственных угодий, транспортных магистралей, зон отдыха, рекреаций (территорий заповедников, музеев, памятников архитектуры) [19, 20, 21]. В паспорте необходимо привести характеристику источников водоснабжения и показатели качества питьевой воды. К ним прилагается схема водопровода с указанием среднесуточного водопотребления; наличие канализации и ее вид, способы очистки сточных вод, расположение очистных сооружений [22, 23]. Детально описывается характеристика выбросов в атмосферу. Для их оценки предварительно проводится учет всех источников – передвижных и стационарных. Если источник выделения оснащен газоочистительной установкой, то даются подробные сведения о ее работе.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.

2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.

3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.

4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.

5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.

6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.

7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.

8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.

9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.

10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.

11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.

12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.

13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.

14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.

15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.

16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.

17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.

18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.

19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.

20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.

21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Рудь И.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Под экологическим нормированием понимается научно обоснованное ограничение воздействия хозяйственной и иной деятельности на ресурсы биосферы, обеспечивающие как социально-экономические интересы общества, так и его экологические потребности [1, 2, 3]. Предельно допустимые нормативы – своего рода компромисс между экономикой и экологией, компромисс вынужденный, позволяющий на взаимно выгодных началах развивать хозяйство и охранять жизнь человека. В мировой практике соблюдение экологических нормативов является одним из основных факторов, определяющих конкурентоспособность технологий и продукции. Экологическое нормирование качества природной среды – это центральная идея закона Российской Федерации об охране окружающей среды [4, 5, 6].

Существующие в России нормативы объединены в следующие группы:

– строительные нормы и правила;

– государственные стандарты в области охраны природы;

– санитарно-гигиенические нормативы, регламентирующие содержание загрязняющих веществ в воздухе, воде, почве и продуктах питания;

– производственно-хозяйственные нормативы воздействия отдельных предприятий на природную среду;

– нормы предельно-допустимой нагрузки на компоненты природной среды.

Действующие в железнодорожной отрасли строительные нормы и правила (СНиПы) содержат требования об охране природы. При применении в практике экологического обоснования проектных решений они должны быть дополнены разработками, предусматривающими технические решения и мероприятия по предотвращению или «смягчению» отрицательного воздействия проектируемого объекта на окружающую природную среду [7, 8, 9].

Государственные стандарты в области охраны природы – нормативно-технические документы, устанавливающие комплекс норм, правил, требований, обязательных для исполнения, широко применяются в железнодорожной отрасли. В Российской Федерации действуют около 80 государственных стандартов в области охраны природы и рационального использования природных ресурсов [10, 11, 12].

Санитарно-гигиенические нормативы качества природной среды впервые в мировой практике появились в России: для воды – в 1939 г., для воздуха атмосферы – в 1951 г., для почв – в 1980 г. Они включают в себя несколько видов предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ. Эти нормативы ограничивают выброс во внешнюю среду вредных веществ концентрациями, воздействие которых не вызывает изменений в организме человека. Для всех токсических веществ разработаны ПДК: разовые, среднесуточные в рабочей зоне (при нахождении в ней не более 8 ч).

Физические воздействия, такие, как шум, вибрация, электромагнитное и радиационное излучения, нормируются предельно-допустимыми уровнями (ПДУ) [13, 14, 15].

Производственно-хозяйственные нормативы качества природной среды регламентируют экологически безопасный режим работы любого объекта железнодорожного транспорта. К таким нормативам относятся предельно допустимые выбросы загрязнителей в воздух (ПДВ) и сброс загрязнителей в водную среду (ПДС) со сточными водами. Если в воздухе города или другого населенного пункта фоновая концентрация вредных веществ превышает их ПДК и значение ПДВ не может соблюдаться по причинам объективного характера, железнодорожному предприятию устанавливается временно согласованный выброс вредных веществ (ВСВ). В этом случае намечаются мероприятия, по поэтапному

снижению показателей выбросов вредных веществ (ВСВ) до значений, которые обеспечивают соблюдение ПДВ [16, 17].

Предельно допустимые нормы (ПДН) нагрузки на окружающую природную среду – это размеры антропогенного воздействия на природные комплексы, не приводящие к нарушению экологических функций природной среды. Они отражают в законе РФ «Об охране окружающей среды» новый подход к природопользованию, необходимый с позиций учета возможных экологических последствий хозяйственной деятельности. Однако нормативных и методических документов по определению предельно-допустимых нагрузок пока не имеется. Некоторым приближением к ПДН является проектирование и обустройство санитарно-защитных зон (СЗЗ) для предприятий железнодорожного транспорта и водоохранных зон для водоемов (ВОЗ) [18, 19, 20]. Под СЗЗ понимается расстояние между предприятием и жилыми застройками, обеспечивающее защиту населения от влияния вредных факторов производства (химические вещества, пыль, шум, электромагнитные и электрические поля и т. д.). На границе СЗЗ уровни вредного воздействия не должны превышать ПДК и ПДУ. Размер СЗЗ для локомотивных и вагонных депо, шпалопропиточных и щебеночных заводов и других объектов, имеющих выбросы вредных веществ, рассчитывают на основе утвержденных значений ПДВ. Размеры СЗЗ зависят от класса вредности промышленного предприятия.

Для пунктов реостатных испытаний и других объектов железнодорожного транспорта, оказывающих на природу физические (энергетические) воздействия, размер СЗЗ рассчитывают по данным о мощности излучателя того или иного источника энергии, его предельно допустимого уровня для людей и характеристик среды излучения в пространстве. При проектировании и обустройстве СЗЗ (озеленение, защитные стенки и т. п.) учитывают фоновые загрязнения, природно-климатические условия, рельеф местности, силу и направление ветра. Размеры и границы водоохранных зон и прибрежных защитных полос, а также режим их использования устанавливаются исходя из физико-географических, почвенных и гидрологических условий и в соответствии с положением о водоохранных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полос. Некоторым приближением к ПДН является появление экологических нормативов и установление значений предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе зон произрастания лесообразующих древесных пород [20, 21, 22].

Экологический контроль состоит в постоянном наблюдении за состоянием окружающей природной среды и ее изменением под влиянием хозяйственной и иной деятельности, в проверке выполнения планов и мероприятий по охране природы, рациональному использованию природных ресурсов и оздоровлению окружающей среды, а также соблюдении требований природоохранного законодательства и нормативов качества окружающей природной среды [23]. Экологический контроль осуществляется на государственном, общественном и производственном уровнях.

Государственный контроль осуществляется органами представительной власти, а также специально уполномоченными на то государственными органами в области охраны окружающей среды и санитарно-эпидемиологического надзора.

Общественныйконтроль осуществляется экологическими организациями, трудовыми коллективами и гражданами РФ в рамках природоохранного законодательства.

Производственный контроль на железнодорожном транспорте проводится экологическими службами предприятий, отделами охраны природы (при управлении дорог), отделами охраны природы и лабораториями (при отделении дорог). Порядок проведения производственного экологического контроля на предприятиях железнодорожного транспорта регулируется указаниями ОАО «РЖД», Департамента железнодорожного транспорта; Министерства транспорта РФ, рекомендациями ВНИИЖТа и Положениями территориальных дорогах, разработанными в соответствии с природоохранным законодательством.

По степени срочности информации о качестве окружающей среды на железнодорожном транспорте различают три категории: экстренная, оперативная и режимная (длительная).

Экстренная информация о возникшем или ожидаемом экстремально высоком загрязнении атмосферы, воды, почвы при аварийных (залповых) выбросах (сбросах) загрязняющих веществ передается в контролирующие органы незамедлительно. Под экстремально высоким загрязнением понимается:

– содержание одного или нескольких загрязняющих веществ, превышающее предельно допустимую концентрацию в 50 и более раз одномоментно; в 30–49 раз от восьми часов и более и в 20–29 раз при сохранении этого уровня более двух суток;

– появление визуальных признаков, т.е. устойчивого, не свойственного данной местности запаха, обнаружение влияния на органы чувств человека (резь в глазах, затруднение дыхания, покраснение или другие изменения кожи, рвота и др.);

– выпадение окрашенных атмосферных осадков, появление в них специфического запаха или вкуса.

Оперативная информация на предприятиях железнодорожного транспорта представляет собой обобщенные результаты наблюдения за месяц, квартал, год в виде справок или таблиц по утвержденным формам. Она содержит оценку состояния атмосферы, воды, почвы, а также данные о средних и наибольших уровнях загрязнения. При контроле за размещением отходов производства осуществляется определение их объемов (массы) и класса опасности.

Режимная (длительная) информация представляет собой систему непрерывных наблюдений за загрязнением атмосферы, воды, почв с целью определения изменения их уровня во времени и пространстве, комплексной оценки состояния природной среды и нанесенного ей ущерба, а также эффективности мероприятий по ее охране.

Полученные при экологическом контроле данные сравниваются с нормативно допустимыми уровнями загрязнения атмосферы, воды, почв, а по отходам – с разрешениями на размещение отходов. Оперативная или экстренная информация на железнодорожном транспорте о возникших в отдельные периоды наблюдений высоких уровнях загрязнения окружающей среды, вызванных нарушением режима работы предприятия или неблагоприятными метеоусловиями, является поводом для принятия чрезвычайных или своевременных мер по прекращению или снижению выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в окружающую природную среду.

Экологический аудит представляет собой не только независимый анализ и оценку состояния окружающей среды, но и разработку соответствующих рекомендаций и предложений по результатам любой экологически значимой деятельности. Экологический аудит является предпринимательской деятельностью, взаимосвязанной с государственным и производственным экологическим контролем. Он проводится в соответствии с утвержденными нормативно-методическими документами физическими и юридическими лицами, имеющими соответствующую лицензию.

Предметом экологического аудита является не столько экологическая отчетность экономического субъекта, сколько его фактическая деятельность по следующим направлениям:

– кратко- и долгосрочные природоохранные цели и задачи, экологические программы аудируемого субъекта;

– мониторинг, регулирование, минимизация выбросов и сбросов загрязняющих веществ от основного, вспомогательного и смежных производств;

– размещение, использование, переработка, ликвидация и захоронение отходов;

– мониторинг, рациональное использование и экологическое управление использованием природных ресурсов, сырья, материалов и реагентов, а также готовой продукции;

– обеспечение безопасности персонала, включая оценку риска возникновения аварийных ситуаций и мероприятий в условиях экологических аварий;

– экологическое информирование, просвещение и образование персонала;

– взаимодействие с органами государственного экологического контроля и управления, включая лицензирование природопользования, экологическое страхование, сертификацию и т. д.;

– взаимодействие с населением;

– эколого-экономическая, административная и уголовная ответственность за нарушение природоохранного законодательства, снижение риска ее возникновения; определение платежей за загрязнение природной среды.

Значительная часть из перечисленных направлений на практике, как правило, не фиксируется документально или фиксируется недостаточно. Между тем они могут играть ключевую роль при создании эффективной системы производственного экологического контроля и управления. Поэтому при экологическом аудите на первом месте должна быть не оценка соответствия деятельности обследуемого субъекта природоохранительному законодательству, а разнообразные консультационные аудиторские услуги. К ним относятся, прежде всего, обоснование экологической стратегии и политики предприятия и определение приоритетов планирования природоохранной деятельности аудируемого субъекта, выявление дополнительных возможностей ее осуществления. Далее - разработка программ экологического аудита, нацеленных на снижение воздействия объекта обследования на среду, рациональное использование ресурсов и т. д. Следующий этап – оказание услуг по развитию производственного экологического мониторинга, контроля и управления, снижению риска возникновения чрезвычайных экологических ситуаций и снятию остроты существующих негативных ситуаций. Наконец, консультационные услуги должны способствовать развитию отношений с органами государственного экологического контроля управления, общественностью и населением, экологическому образованию персонала, его просвещению в вопросах природоохранного законодательства и обеспечению информационного обслуживания.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.

2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.

3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.

4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.

5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.

6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.

7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.

8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения

гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.

9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.

10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.

11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.

12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.

13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.

14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.

15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.

16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.

17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.

18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.

19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.

20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.

21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Свеженцев А.Н.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» определяет цели экологического мониторинга окружающей среды: «Государственный мониторинг окружающей среды...

осуществляется... в целях наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе... в районах расположения источников антропогенного воздействия и воздействия этих источников на окружающую среду, а также в целях обеспечения потребностей государства, юридических и физических лиц в достоверной информации, необходимой для предотвращения и (или) уменьшения неблагоприятных последствий изменения состояния окружающей среды» [1, 2, 3].

Экологический мониторинг представляет собой систему постоянного систематического наблюдения и контроля за состоянием окружающей среды. Необходимость в мониторинге возникла в связи с тем, что загрязнение окружающей среды стало опасно для сохранения равновесия в природе, для здоровья и жизни человека на Земле. Задачей мониторинга является не только оценка текущего состояния среды, но и выявление тенденций изменения ее состояния в условиях нарастающего антропогенного воздействия [4, 5, 6].

Сейчас в мировой практике экологический мониторинг проводится на четырех уровнях:

- глобальном (планетарном). На нем отслеживают состояние и отражают информацию по биосфере всей планеты;
- национальном, то же в пределах какой-либо страны, республики;
- региональном (отражает состояние определенных экосистем в области, районе);
- локальном (разрабатывается на уровне промышленных, энергетических, транспортных объектов, отдельных поселков и городов).

Средства для ведения наблюдений за состоянием окружающей среды и программы действий включают во все проекты промышленных, энергетических, транспортных и строительных объектов. На объектах, уже находящихся в эксплуатации, такие средства и программы внедряются [7, 8, 9].

В 2013 г. в России образована Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ) — система непрерывного инструментального контроля состояния окружающей среды с использованием приборов, измерительной и вычислительной техники. ЕГСЭМ ведет наблюдения за состоянием загрязненности воздуха в городах и промышленных центрах, загрязненностью поверхностных и подземных вод, почв, атмосферы, за химическим составом (особенно кислотностью) атмосферных осадков и снежного покрова, за общим радиоактивным загрязнением природной среды и состоянием растительного покрова Земли. Серьезные наблюдения ведутся за трансграничным переносом (на большие расстояния) вредных веществ ветром, водой, транспортными системами.

Автоматизированная система мониторинга позволяет получать достоверные данные и на их основе принимать решения по управлению экологической обстановкой. Достоверная информация позволяет изучать влияние уровня загрязнения на заболеваемость населения; оценивать ущерб, нанесенный экономике, и т.п [10, 11, 12].

В обязанности автоматизированных станций этой системы входят: экстренное оповещение, оперативное предупреждение, режимная информация. При экстренном оповещении о резких изменениях уровня загрязнения природной среды, аварийных (залповых) выбросах загрязняющих веществ информация передается в контролирующие органы незамедлительно. Оперативное предупреждение о возникших высоких уровнях загрязнения, вызванных нарушением режима работы предприятий или неблагоприятными метеоусловиями, содержит обобщенные результаты наблюдений за месяц. Режимная информация содержит сведения о средних и наибольших уровнях загрязнения атмосферы за длительный период (год и более), а также тенденцию (прогноз) изменения уровня загрязнений в многолетнем режиме.

Сейчас на территории России наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха регулярно проводятся в 250 городах и населенных пунктах [13, 14, 15].

При контроле загрязнения атмосферного воздуха определяют (достаточно надежными методами анализа) температуру и влажность, химический, радионуклидный состав воздуха,

снега и дождя. При контроле загрязнения вод анализируют химический и радионуклидный состав поверхностных и грунтовых вод, донных отложений в водостоках и водоемах. Для большинства водных объектов наблюдения по обязательной программе проводятся 7 раз в год. Районы повторяющихся аварийных сбросов и явлений вымирания водных организмов, районы организованного сброса сточных и высокой загрязненности вод контролируются постоянно [16, 17, 18].

При контроле загрязнения почв исследуют химический и радионуклидный состав деятельного слоя почвы. В задачи наблюдения входят: определение уровня концентрации химических веществ, выявление зон загрязнения и степени их опасности, прогноз деградации почв при дальнейшем воздействии загрязнений, оценка возможных последствий загрязнения.

При контроле загрязнения живой природы проводят наблюдения за химическим и радиоактивным загрязнением сельскохозяйственных угодий, растительного покрова, наземных сообществ домашних и диких животных, птиц, насекомых, водных растений, рыб и планктона.

При контроле загрязнения урбанизационной среды (среды с повышенной ролью городов) контролируют химический и радиационный фон воздушной среды, химический и радионуклидный состав продуктов питания, питьевой воды и т.д [19, 20, 21].

Наблюдения за радиационной обстановкой осуществляют путем измерения мощности у-излучения на местности, измерения выпадения радиоактивных осадков из атмосферы и концентрации радиоактивных аэрозолей в приземном слое атмосферы, определения содержания трития, стронция-90 в пробах атмосферных осадков, морских и пресных вод.

На отделениях железных дорог России создают производственные экологические лаборатории. Сейчас функционируют 60 таких лабораторий. На ряде железных дорог имеются экологические вагон-лаборатории с бортовым комплексом аналитического оборудования. Они осуществляют постоянный контроль содержания загрязняющих веществ в выбросах в атмосферный воздух, в сбросах загрязненных сточных вод, в почве территорий предприятий железнодорожного транспорта. Практически все локомотивные депо оснащены пунктами экологического контроля выбросов отработавших газов дизелей тепловозов [22, 23].

Экологический мониторинг получил широкое распространение за рубежом, особенно в Японии. Он охватывает практически всю территорию этого государства и включает свыше 2 тыс. автоматических станций наблюдения за атмосферой и 6 тыс. станций наблюдения за водными объектами.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.

2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.

3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.

4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.

5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.

6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.

7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.

8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.

9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.

10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.

11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.

12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.

13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.

14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.

15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.

16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.

17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.

18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.

19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.

20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.

21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ПРИЧИНЫ ПОЖАРОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сдержиков Д.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Под пожаром понимают неконтролируемый процесс горения, сопровождающийся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей.

Причины возникновения пожаров (наиболее частые):

- несоблюдение работниками правил пожарной безопасности;
- безответственное, халатное или беспечное отношение работников к огню;
- неисправность электрической проводки, электроаппаратуры, электроустановок, неадаптированность импортных приборов к отечественной электросети [1, 2, 3];
- последствие взрыва при утечках или аварийных выбросах пожаро- и взрывоопасных сред;
- проведение электро- и газосварочных работ, электро- и газорезки металла, других технологических процессов, связанных с применением открытого пламени или искрообразованием;
- захламленность рабочей среды;
- размещение излишков взрыво- и пожароопасных веществ в рабочей среде;
- умышленный поджог [4, 5, 6].

Более половины всех пожаров и взрывов на производстве происходят по причинам, связанным с нарушениями эксплуатации электроустановок. Очень часто пожары возникают из-за неосторожного обращения с огнем (от непогашенных окурков, газопламенных работ, куч сухого мусора и т.д.) [22, 23].

Несоблюдение правил пожарной безопасности (вина человека) может быть как следствием незнания этих правил, так и их намеренного игнорирования [7, 8, 9].

Человеческий фактор включает в себя:

- недооценку пожарной опасности и ее последствий в результате убежденности, что вероятность возникновения пожара настолько мала, что ею можно пренебречь;
- чувство безнаказанности, возникающее при снисходительном отношении ответственных должностных лиц к нарушениям противопожарных инструкций [19, 20, 21].

Профилактические мероприятия для работников, не знакомых с правилами либо не умеющих ими пользоваться, — обучение, систематическая проверка знаний, отработка навыков профилактики и пожаротушения [10, 11, 12]. Для работников, не желающих адекватно оценивать опасность, халатно относящихся к противопожарным регламентациям, профилактическими мероприятиями служат пропаганда и воспитание [16, 17, 18]. Любое нарушение (невыполнение, ненадлежащее выполнение или уклонение от выполнения) требований пожарной безопасности не должно оставаться безнаказанным [13, 14, 15]. Нарушения могут повлечь за собой, в зависимости от тяжести содеянного и обстоятельств происшествия, уголовную, административную, дисциплинарную или иную ответственность в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.

4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ ПОЖАРА. ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ ПОЖАРА И ПОЖАРНЫЕ СРЕДЫ

Серебряков А.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Ежегодно в нашей стране регистрируется около 330 тыс. пожаров, которые причиняют ущерб на общую сумму свыше 250 млрд. рублей. В них погибают около 14 тыс. человек (сведения из журнала «Гражданская защита», № 1, 2022 г.). Значит, на каждые 10 тыс. человек населения России в пожарах погибают более 10 человек, что в шесть раз больше, чем в США [4, 5, 6].

Опасные факторы пожара, воздействующие на людей [1, 2, 3]:

- высокая температура среды в зоне горения, открытый огонь, искры;
- дымообразование, токсичные продукты горения;
- пониженная концентрация кислорода в зоне пожара за счет его роли как окислителя в химических реакциях при горении;
- обрушение конструкций здания, падение обгоревших предметов;
- вероятность взрыва.

Высокая температура в зоне горения может привести к ожогам или сгоранию кожного покрова тела и внутренних органов человека, вызвать потерю несущей способности строительных конструкций зданий и сооружений, их обрушение [7, 8, 9].

Дымообразование чрезвычайно опасно для человека. При пожарах выделяется большое количество дыма. Дым — сложная смесь газообразных и мелкодисперсных продуктов горения. Большинство составляющих дыма для человека небезопасны. Их вдыхание приводит к острым отравлениям [10, 11, 12].

Основным отравляющим веществом на пожаре является монооксид углерода CO (угарный газ), не имеющий ни цвета, ни запаха. Он способен переноситься на значительные расстояния и скапливаться в непроветриваемых местах. Он ядовит. Отравляющее действие угарного газа основано на взаимодействии с гемоглобином крови. Реакция взаимодействия с гемоглобином происходит в 100 раз быстрее, чем с кислородом. При этом образуется вещество, не способное длительное время переносить кислород. Наступает кислородное голодание организма, которое приводит к поражению центральной нервной системы человека, потере сознания. Вдыхание даже небольшого количества этого газа вызывает повышенную утомляемость и головные боли [13, 14]. Пребывание в закрытом загазованном помещении в течение двух минут может привести к летальному исходу. Спастись от угарного газа невозможно никакими средствами защиты органов дыхания, кроме автономных противогазов, которые используются пожарными командами. Доступ свежего воздуха возвращает гемоглобину способность соединяться с кислородом.

При пожаре в современных зданиях, отделанных полимерными и синтетическими материалами (линолеумом, пластиком, ковролином, поролоном и другими), на человека могут воздействовать разнообразные продукты горения. Практически все они токсичны [15, 16, 17]. Часто достаточно сделать несколько вдохов, чтобы потерять сознание. Поэтому при пожаре не следует пробиваться к выходу через сильно задымленные помещения, коридоры и лестницы. Надежнее ждать помощи у окон и на балконах. Пожар условно можно представить как грандиозную химическую реакцию между горючими веществами и

кислородом воздуха. Пониженная концентрация кислорода в зоне пожара объясняется его ролью как окислителя в этой реакции. Однако без кислорода жизнь человека невозможна.

Пассажирский подвижной состав, обладая достаточной комфортностью, имеет весьма низкие показатели пожарной безопасности. Внутренняя отделка современных пассажирских вагонов до сих пор выполняется из легковоспламеняемых материалов, высокотоксичных при горении. Существующие выходы не обеспечивают достаточную скорость эвакуации пассажиров. Если пожар не гасить, то температура внутри вагона уже через десять минут после начала пожара составит 1000 °С, а через 30 мин вагон сгорит полностью [18, 19, 20].

Пожары на химических комбинатах, нефтеперерабатывающих предприятиях и некоторых других производствах ведут к химическому загрязнению окружающей среды. Люди могут быть поражены вредными составляющими дыма, даже находясь в местах, удаленных от очага пожара.

Дым имеет и другой поражающий фактор — резко снижает видимость, усложняя или вообще исключая эвакуацию людей, находящихся вблизи горящего помещения [21, 22, 23].

Согласно «Перечню основных видов работ на объектах железнодорожного транспорта, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования безопасности труда», к таким работам относится тушение пожаров.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.

13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.
22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.
23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ИСТОЧНИКИ ЗАЖИГАНИЯ И ГОРЮЧИЕ СРЕДЫ. ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ ПОЖАРА И ПОЖАРНЫЕ СРЕДЫ

Сорокин А.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Для возникновения пожара необходимо наличие горючего вещества, кислорода, источника воспламенения, обеспечивающего начало реакции горения. Пожар начинается именно с момента воспламенения горючего вещества [1, 2, 3].

Большинство пожаров связаны с горением газообразных веществ. Горение твердых и жидких веществ предполагает их предварительный переход в газообразную фазу. При горении жидкостей газообразная фаза образуется от испарения при кипении. При горении почти всех твердых веществ газообразная фаза возникает при тепловом разложении вещества под действием высоких температур с образованием продуктов, способных улетучиваться [4, 5, 6].

Этот процесс называют пиролизом. Когда горючий материал разлагается, он выделяет пары углерода и водорода, которые при горении соединяются с кислородом воздуха. В результате этого образуются диоксид углерода и вода с выделением очень большого количества тепла.

Источники возгорания:

- открытый огонь (тлеющая сигарета, зажженная спичка, газопламенная горелка и др.);

- тепло от аварийной работы электросети, электрической аппаратуры, приборов;

- искры, брызги и выбросы расплавленного металла при сварочных работах;

- самовозгорание веществ и материалов [7, 8, 9].

Горючая среда — это все, что содержится внутри помещения. Горючую среду, отнесенную к 1 $м^2$ помещения, называют пожарной нагрузкой. За среднюю пожарную нагрузку принято принимать 50 кг горючей среды на 1 м помещения.

По горючести все вещества и материалы подразделяются на три группы:

- негорючие, т.е. не способные к горению в воздухе, но которые тем не менее могут быть пожароопасными (могут выступать в роли окислителей или веществ, выделяющих горючие продукты при взаимодействии с водой; например, негорючий карбид кальция даже при контакте с влагой воздуха выделяет взрывоопасный газ ацетилен) [10, 11, 12];

- трудногорючие, которые способны возгораться от источника зажигания, но самостоятельно не горят, когда этот источник удаляют;

- горючие, которые возгораются от источника зажигания и продолжают гореть после его удаления; некоторые из них могут и самовозгораться [22, 23].

Каждое горючее вещество и материал имеет свою температуру воспламенения. Эта температура колеблется от отрицательных значений (для таких веществ и материалов, как бензин, керосин, лаки, краски и другие), до положительных, достаточно высоких, значений. Для большинства твердых материалов температура воспламенения не превышает 300 °С [19, 20, 21].

Время воспламенения может колебаться от мгновения до нескольких месяцев (при процессах самовозгорания) [13, 14, 15].

Горючие газы, жидкости или пыли могут образовывать в производственном помещении взрывоопасные смеси. Взрыв, как правило, переходит в пожар [16, 17, 18]. Смесь воздуха с испарениями растворителей может оказаться взрывоопасной средой. Такой вариант вероятен, например, в цехе окраски в случае выхода из строя системы вентиляции.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.

2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.

3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.

4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.

5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.

6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.

7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.

8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения

гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.

9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.

10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.

11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.

12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.

13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.

14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.

15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.

16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.

17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.

18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.

19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.

20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.

21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

РАЗВИТИЕ ПОЖАРА. ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ ПОЖАРА И ПОЖАРНЫЕ СРЕДЫ

Сухов А.И.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Необходимо хорошо представлять себе, как развивается пожар. Человеку, оказавшемуся в зоне пожара, такие знания помогут принять правильные решения по

обеспечению собственной безопасности и безопасности окружающих. Эти знания также необходимы для организации тушения пожара первичными средствами пожаротушения до прибытия пожарной команды [1, 2, 3].

Развитие пожара во времени характеризуется тремя фазами [4,5, 6].

Первые минут 10 (это среднее время) огонь распространяется линейно вдоль горючего материала. В это время дым заполняет помещение, пламени почти не видно; температура внутри помещения нарастает, доходит до 250—300 °С, т.е. до температуры разложения и воспламенения большинства сгораемых материалов. К концу первой фазы резко возрастает температура в зоне горения, пламя распространяется на всю пожарную нагрузку и на все конструкции. После этого пожар переходит в фазу объемного развития [7, 8, 9].

Фаза объемного развития почти всегда характеризуется мгновенным распространением пламени по всему помещению. Еще через 10 минут наступает разрушение остекления и увеличивается приток свежего воздуха, что резко ускоряет развитие пожара. Скорость выгорания достигает максимума [10, 11, 12]. В этих условиях горят даже трудногорючие материалы, создаются условия для обрушения строительных конструкций. Возникают наибольшие трудности в тушении пожара. На 20—25-й минуте от начала пожара происходит его стабилизация, которая продолжается 20—30 мин. После этого пожар идет на убыль, если не имеет возможности распространения на другие помещения [13, 14, 15].

В третьей фазе происходит догорание материала. Температура в зоне горения остается высокой, растет расход огнетушащих веществ, некоторые из них оказываются малоэффективными.

При проектировании различных объектов, учитывая их специфику (взрыво- и пожароопасность), закладывают строительные конструкции определенной огнестойкости. Огнестойкость — это способность строительной конструкции сопротивляться воздействию высокой температуры в условиях пожара и сохранять способность выполнять обычные эксплуатационные функции [16, 17, 18].

Категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. Согласно Нормам пожарной безопасности НПБ 105-95, предусматривается разделение промышленных и складских помещений, зданий и сооружений на категории по взрывопожарной и пожарной опасности. Это необходимо для установления требований к указанным объектам по застройке, планировке, этажности, размещению помещений, выбору строительных материалов и конструкций, инженерного оборудования и т.д [19, 20, 21].

Помещения, в зависимости от веществ, применяемых в технологических процессах или являющихся конечным продуктом производства, относятся к пяти категориям — от А (высшей по взрывопожарной и пожарной опасности) до Д (низшей) [22, 23].

На железнодорожном транспорте к категории А относят, например, участки окраски кузовов, сушильно-пропиточные отделения, нефтеналивные установки. К категории Б — полимерный цех, цех ремонта топливной аппаратуры, столярные и деревообрабатывающие цехи. К категории В — производства с использованием масел, мазутов, обмоточные отделения, полировочные трансформаторные помещения, склады твердых горючих веществ, административные помещения с горючей мебелью и оборудованием. К категории Г — помещения котельных, цехи с применением нагрева, плавки, сварки и других технологий, использующих вещества в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии. К категории Д относятся помещения и склады с негорючими материалами, оборудованием, изделиями.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.

2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.

20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.

21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН «О ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ». ОСНОВНЫЕ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Тарасов Д.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Основными документами по соблюдению противопожарного режима, регламентирующими все действия в этом направлении органов государственной власти, органов местного самоуправления, организаций, предприятий, учреждений, независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, а также всех граждан Российской Федерации, иностранных граждан и лиц без гражданства, проживающих в РФ, являются:

- Федеральный закон «О пожарной безопасности», введенный в действие в 1994 году;
- «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации» (ППБ-01-03), введенные в действие приказом МЧС России в 2003 г.;
- Система государственных стандартов «Пожарная безопасность»;
- требования СНиП Минстроя России [1, 2, 3].

Кроме того, требования пожарной безопасности изложены в многочисленных нормативных документах и правилах, принимаемых различными отраслевыми структурами, органами местного самоуправления и др. [например, «Правила пожарной безопасности на железнодорожном транспорте» (ЦУО-112)]. Инструкции отдельных объектов разрабатывают на основе отраслевой документации [4, 5, 6].

Главное условие — эти документы не должны снижать уровень требований федеральных законов, норм и правил Федерального органа управления государственной противопожарной службой (МЧС России). Но все документы, утвержденные в соответствии с действующими, имеют равную силу и статус обязательных для исполнения [7, 8, 9].

Необходимость в многочисленных дополнительных документах вызвана тем, что даже такие объемные правила, как ППБ-01-03, регламентирующие требования к наиболее пожароопасным производствам, не смогли полностью учесть всей специфики требований пожарной безопасности ряда отдельных отраслей и производств.

Для каждого объекта и его участков на железной дороге, где возможно возгорание (мастерских, цехов, вагонов, локомотивов, грузоподъемных кранов и т.п.), разрабатывают специальные инструкции, предельно приближенные к конкретным условиям и обеспечивающие противопожарный режим. Основная их цель — обеспечить безопасность людей и, по возможности, сохранность материальных ценностей в случае возникновения пожара [10, 11, 12].

В соответствии с действующим законодательством РФ нарушение, невыполнение или уклонение от выполнения требований пожарной безопасности влечет за собой один из видов ответственности: уголовную, административную или дисциплинарную.

В Федеральном законе «О пожарной безопасности» определены права и обязанности граждан, должностных лиц в области пожарной безопасности и их ответственность за

нарушение этих требований, изложены основные принципы профилактики пожаров [13, 14, 15].

Пожарную безопасность Закон определяет как состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров.

Предусмотрено формирование системы обеспечения пожарной безопасности — совокупности сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами [16, 17, 18].

Закон обязывает предприятия соблюдать требования пожарной безопасности:

- выполнять предписания и иные законные требования должностных лиц пожарной охраны [19, 20, 21];
- осуществлять на предприятии меры по обеспечению пожарной безопасности, содержать в исправном состоянии системы и средства противопожарной защиты;
- обучать работников мерам пожарной безопасности, проводить противопожарную пропаганду;
- предоставлять пожарным при тушении пожаров на территориях предприятий необходимые силы и средства [22, 23];
- обеспечивать должностным лицам пожарной охраны доступ на объект при осуществлении ими служебных обязанностей.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.

11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.
22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.
23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ПРАВИЛА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. ОСНОВНЫЕ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Телеуца М.С.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Правила ППБ-01-03 — основополагающий документ, призванный узаконить требования пожарной безопасности, обеспечивать их выполнение в практических условиях, осуществлять контроль за нарушениями и уклонениями от выполнения данных требований [1, 2, 3].

ППБ-01-03 — это разносторонний и очень объемный документ. Требования и правила пожарной безопасности, представленные в нем, относятся как к основным, особенно пожароопасным, направлениям деятельности в ведущих отраслях промышленности (к объектам энергетики, железнодорожного транспорта, промышленным предприятиям,

объектам с массовым пребыванием людей и другим), так и к отдельным технологическим процессам (огневые, электро- и газосварочные работы, процессы резки металла, пожароопасные окрасочные процессы, работы с клеями, мастиками, битумами, полимерными и другими горючими материалами, строительно-монтажные, реставрационные и другие работы). Отдельно рассмотрены требования и правила пожарной безопасности при транспортировании взрывопожароопасных и пожароопасных веществ и материалов [4, 5, 6].

Определены требования пожарной безопасности к территориям, зданиям, сооружениям, отдельным помещениям, складам с учетом пожароопасных свойств хранящихся в них веществ и материалов.

Представлены требования к противопожарным системам: к содержанию сетей противопожарного водоснабжения, установкам пожарной сигнализации и пожаротушения, противодымной защите, системам оповещения, первичным средствам пожаротушения [7, 8, 9].

Раздел «Общие требования» Правит ППБ-01-03 содержит основные противопожарные требования, обязательные для каждого объекта вне зависимости от ведомственной подчиненности. На каждом предприятии:

- должна быть обеспечена безопасность людей при пожаре;
- должны быть разработаны инструкции по мерам пожарной безопасности;
- работники должны проходить обучение по предупреждению и тушению возможных пожаров;
- работники должны допускаться к работе только после прохождения противопожарного инструктажа [10, 11, 12];
- руководитель предприятия должен обеспечивать выполнение всех требований пожарной безопасности, определять лиц, ответственных за пожарную безопасность территорий, зданий, сооружений, помещений, цехов и др.;
- руководитель объекта с массовым пребыванием людей (50 человек и более) обязан разработать инструкцию, определяющую порядок действия персонала по обеспечению безопасной и быстрой эвакуации людей, в соответствии с которой не реже одного раза в полугодие должны проводиться практические тренировки всех задействованных для эвакуации работников [13, 14, 15].

Во всех помещениях на видных местах должны быть вывешены таблички с указанием номера телефона вызова пожарной охраны, планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара, а также предусмотрена система (установка) оповещения людей о пожаре.

На всех объектах должны быть:

- определены и оборудованы места для курения;
- установлен порядок уборки горючих отходов и пыли, хранения промасленной спецодежды, использованных обтирочных материалов, исключающий накопление пожаро- и взрывоопасных материалов на рабочих местах;
- определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня;
- определен порядок осмотра и закрытия помещений после окончания работы;
- определены действия работников при обнаружении пожара [16, 17, 18].

Территория предприятий должна своевременно очищаться от горючих отходов, мусора, тары, опавших листьев, сухой травы и т. п., которые следует собирать на специально выделенных площадках в контейнеры или ящики, а затем вывозить. На территории предприятий не разрешается устраивать свалки горючих отходов

Противопожарные разрывы между зданиями и сооружениями, штабелями леса, пиломатериалов и прочим не разрешается использовать под складирование грузов, оборудования и тары, для стоянки транспорта, строительства зданий и сооружений [19, 20, 21].

Переезды и переходы через внутриобъектовые железнодорожные пути должны быть свободны для проезда пожарных автомобилей и иметь сплошные настилы на уровне головок

рельсов. Стоянка вагонов без локомотивов на переездах не разрешается. Количество переездов через пути должно быть не менее двух.

Дороги, проезды и подъезды к зданиям, сооружениям, открытым складам, наружным пожарным лестницам и водоисточникам, используемым для пожаротушения, должны быть всегда свободными для проезда пожарной техники, содержаться в исправном состоянии, а зимой быть очищенными от снега и льда [22, 23].

Не разрешается курение на территории предприятий вне отведенных специально для этого мест. Места для курения должны быть обозначены знаками пожарной безопасности.

В Правилах ППБ-01-03 изложены требования пожарной безопасности к наиболее пожароопасным или значимым объектам на железнодорожном транспорте. Эти требования относятся к площадкам, отводимым под промывочно-пропарочные станции, к участкам территорий, на которых производится обработка цистерн, местам расположения путевых машинных станций, территориям вблизи мостов. В Правилах изложены требования к оборудованию этих объектов.

Особое внимание уделено требованиям к сливным приборам цистерн, применяемому искробезопасному инструменту, заземлению для отвода статического электричества резервуаров, трубопроводам, эстакадам, железнодорожным сливно-наливным путям.

Выделены требования к содержанию полосы отвода железных дорог, которая должна содержаться очищенной от валежника, порубочных остатков и кустарника, старых шпал и другого горючего мусора. В полосе отвода не разрешается разводить костры.

Запрещается устраивать под мостами или вблизи них склады материалов, места стоянки для судов, плотов, барж и лодок, выжигать под мостами сухую траву, сжигать кустарник и другой горючий материал. Пролетные строения мостов прежде всего должны быть очищены от нефтепродуктов.

На территории промывочно-пропарочных станций (пунктов) запрещается сливать остатки легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ) вместе с водой и конденсатом в общую канализационную сеть, в открытые канавы, в кюветы, под откос и т.д. Разлитые на путях ЛВЖ и ГЖ должны засыпаться песком, землей и удаляться за полосу отвода. Однако последнее является крайне неэкологичной рекомендацией. Вредные вещества сливов накапливаются в почвах, проникают (вследствие стока дождевых и талых вод) в поверхностные и подземные воды, в атмосферный воздух, что представляет опасность для человека и других живых существ, обитающих в непосредственной близости. Данная рекомендация ППБ-01-03 противоречит требованиям федеральных законов Российской Федерации № 7-ФЗ от 10.01.2012 г. «Об охране окружающей среды» и № 89-ФЗ от 24.06.98 г. «Об отходах производства и потребления», в которых определяются основные требования к охране окружающей среды. Пропитанная ЛВЖ и ГЖ земля является опасным отходом. Законами запрещаются сброс таких отходов в водные объекты, недра, а также на почву. Они подлежат вывозу на санкционированные полигоны для обезвреживания.

Шпалы и брусья при временном хранении на перегонах, станциях и звеносборочных базах должны укладываться в штабели. Площадку под штабели и территорию на расстоянии не менее 3 м от площадки необходимо очищать от сухой травы и другого горючего материала, окапывать или опахивать.

Каждое передвижное формирование железнодорожного транспорта должно иметь связь с ближайшей железнодорожной станцией для вызова пожарной охраны. В пунктах стоянки вагонов путевых машинных станций должен быть устанавливать сигнал оповещения о пожаре.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.

2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.
15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.

20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.

21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ПРОФИЛАКТИКА ПОЖАРОВ. ПРОФИЛАКТИКА ПОЖАРОВ. ПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Хорунжий П.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Пожарная профилактика — комплекс мер, направленных на предупреждение возникновения пожаров и уменьшение размеров ущерба вследствие пожара.

Простейшие профилактические правила [1, 2, 3]:

- не хранить на рабочем месте промасленную спецодежду, промасленные обтирочные материалы, легковоспламеняющиеся жидкости и другие вещества, способные самовозгораться;
- не оставлять без присмотра включенные электроприборы;
- не использовать для обогрева самодельные электронагреватели;
- не пользоваться электропроводкой с поврежденной изоляцией;
- не проводить массовые мероприятия в помещениях, где нет запасного выхода или на окнах имеются железные решетки [4, 5, 6];
- уходя из помещения, закрыть все окна и двери, чтобы предотвратить занос извне источника зажигания и поступление свежего воздуха в помещение в случае возгорания;
- не курить в неустановленных местах, не бросать окурки на нижние пролеты лестницы или в шахту лифта, помня, что тление пластика может стать решающим фактором, способным перекрыть пути эвакуации при пожаре [7, 8, 9].

Если в технологическом процессе используется открытый огонь или высоконагретая поверхность и их невозможно заменить более пожаробезопасными технологиями, то опасный участок следует удалить от сгораемых материалов либо защитить несгораемыми конструкциями. Оборудование и помещения в этом случае должны иметь средства аварийной защиты (аварийного отключения, сигнализации или тушения пожара) [10, 11, 12].

Изоляция пожароопасного оборудования и материалов может обеспечиваться герметизаций оборудования, изоляцией помещений, отсеков, камер, кабин.

На железнодорожном транспорте проблемы защиты от возгораний наиболее часто возникают [13, 14, 15]:

- при хранении, погрузке, выгрузке, перевозке горючих веществ и материалов;
- на ремонтных предприятиях в цехах покраски;
- при газопламенных и электросварочных работах;
- во всех подразделениях при эксплуатации неисправного электрооборудования и электроприборов.

Меры противопожарной защиты можно разделить на правовые, экономические, организационные, технические и технологические [16, 17 18].

Правовые меры устанавливаются законами, стандартами, нормами, правилами, например, Федеральным законом № 69 ФЗ «О пожарной безопасности», ГОСТ 12.2.037

«Техника пожарная. Требования безопасности», «Правилами пожарной безопасности на железнодорожном транспорте» ЦУО-112, «Противопожарными нормами» СНиП 2.01.02-85.

Правовыми документами определяются или нормируются количество горючих веществ и материалов, находящихся одновременно на складе, в помещении цеха, на рабочем месте; правила применения на территории предприятий открытого огня; противопожарный режим на объекте, допустимость курения; условия проведения временных пожароопасных работ и др [19, 20, 21].

Экономические меры предусматривают упреждающие затраты на пожарную защиту. Они сводятся к выбору еще на стадии проектирования аргументированных архитектурно-планировочных решений объекта. Проекты обеспечивают противопожарные разрывы на территории, защитные зоны, удобные подъезды для пожарных подразделений. Архитектурно-планировочные решения внутри зданий предусматривают возможность проникновения пожарных внутрь горящего объекта, устройство противопожарных преград, стен, зон, поясов для снижения опасности распространения огня между этажами или помещениями, для уменьшения задымляемости зданий при пожаре, устройство противопожарных дверей и ворот [22, 23].

В конструкцию закладывают максимально возможное количество негорючих и трудногорючих материалов. В проектах предусматриваются специальные средства подавления пожаров, а в обоснованных случаях — системы автоматической пожарной сигнализации, автоматического пожаротушения, противодымной защиты.

Технические меры основаны на применении в процессах производства современных безопасных в пожарном отношении видов оборудования, на создании устройств молниезащиты объекта, установке на оборудование средств защиты, применении неискрящего электрооборудования или инструмента при работе с легко воспламеняющимися веществами и др.

Технологические меры состоят в применении таких процессов производства, которые снижали бы до возможного минимума вероятность возгорания, в замене легковоспламеняющихся материалов и материалов, способных к самовозгоранию, более безопасными и т. п.

Организационные меры предусматривают прежде всего создание противопожарных служб. Противопожарную службу в стране возглавляют:

- Федеральный орган управления государственной противопожарной службой (самостоятельное подразделение МЧС РФ);

- территориальные органы управления государственной противопожарной службой субъектов РФ — самостоятельные оперативные структурные подразделения МЧС РФ.

В отраслях экономики имеются собственные службы и оперативные противопожарные подразделения. На каждом предприятии приказом устанавливают противопожарный порядок, соответствующий пожарной опасности данного объекта. Противопожарный порядок определен Правилами пожарной безопасности в Российской Федерации ППБ-01-03.

В соответствии с проектной документацией и противопожарными нормами в зданиях организуются эвакуационные пути. Нормы содержат допустимые (наибольшие) расстояния до эвакуационных выходов, их ширины, расстояния от наиболее удаленного рабочего места до выхода в зависимости от категории огнестойкости, объема помещения, плотности людского потока и других факторов. Количество эвакуационных выходов должно быть не менее двух, и они должны быть рассредоточены.

Пути эвакуации не должны быть загромождены различными материалами. Запрещается размещать в них складские и производственные помещения, а также отделывать сгораемыми материалами стены и потолки, а в лестничных клетках и ступени. Размещенные на путях эвакуации пожарные краны и органы управления противодымной вентиляцией должны находиться в исправном состоянии, а двери на путях эвакуации должны открываться свободно и по направлению выхода из здания.

Запоры на дверях эвакуационных выходов должны обеспечивать людям, находящимся внутри здания (сооружения), возможность свободного их открывания изнутри без ключа.

Допускается в обоснованных случаях закрывать запасные эвакуационные выходы на внутренний механический замок. При этом на каждом этаже здания назначается ответственный дежурный, у которого постоянно имеется при себе комплект ключей от всех замков на дверях эвакуационных выходов. Другой комплект ключей должен храниться в помещении дежурного по зданию (сооружению). Каждый ключ на обоих комплектах должен иметь бирки с обозначением принадлежности ключа соответствующему замку. Двери эвакуационных выходов забивать запрещается.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.
2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.
3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.
4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.
5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.
6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.
7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.
8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.
9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.
10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.
11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.
12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.
13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.
14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.

15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.
16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.
17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.
18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.
19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.
20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.
21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.
22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.
23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 502:504

ОСНОВНЫЕ ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРОПРИБОРАМ, ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМ, ЭЛЕКТРОСЕТИ

Швырев А.С.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Монтаж и эксплуатацию электроустановок необходимо осуществлять в соответствии с требованиями:

- Правил пожарной безопасности ППБ 01-93;
- межотраслевых правил по охране труда;
- Правил безопасности при эксплуатации электроустановок ПОТ РМ-016-2001;
- правил, действующих на железнодорожном транспорте [1, 2, 3].

Для непосредственного выполнения обязанностей по организации эксплуатации электроустановок соответствующим документом назначается ответственный за электрохозяйство организации. Он обязан [4, 5, 6]:

- обеспечивать своевременное проведение профилактических осмотров и ремонтов электрооборудования, аппаратуры и электросетей, а также своевременное устранение их неисправностей, в результате которых возможно возникновение пожара;
- следить за правильностью выбора электрооборудования в зависимости от классификации зон по пожароопасности и характеристик рабочей среды;
- контролировать состояние аппаратов защиты от коротких замыканий, перегрузок, а также других аварийных режимов работы;

- следить за исправностью средств, предназначенных для ликвидации пожаров в электроустановках;

- организовывать обучение и инструктажи по вопросам пожарной безопасности при эксплуатации электроустановок [7, 8, 9];

- разрабатывать и осуществлять меры по предупреждению пожаров.

Электродвигатели, светильники, проводка и распределительные устройства должны очищаться от горючей пыли не реже двух раз в месяц [10, 11, 12].

Все неисправности в электросетях и электроаппаратуре, которые могут вызвать искрение, короткое замыкание, сверхдопустимый нагрев изоляции кабелей и проводов, должны немедленно устраняться персоналом электроцеха. Неисправные электросети и электроаппараты следует немедленно отключать до приведения их в пожаробезопасное состояние.

Все электроустановки должны быть оснащены аппаратами защиты от аварийных режимов (например, токов короткого замыкания), которые могут привести к пожарам. Переносные светильники должны быть оборудованы защитными стеклянными колпаками и сетками.

При эксплуатации электроустановок запрещается:

- использовать кабели и провода с поврежденной изоляцией или изоляцией, потерявшей в процессе эксплуатации защитные электроизоляционные свойства [13, 14, 15];

- пользоваться неисправными электроустановками;

- пользоваться поврежденными розетками, рубильниками, другими электроустановочными изделиями;

- применять для отопления помещений нестандартные (самодельные) электронагревательные приборы (электропечи и электрические лампы накаливания), а также приборы с открытыми нагревательными элементами;

- оставлять без присмотра включенными в сеть электронагревательные приборы;

- сушить горючие материалы на электронагревательных приборах;

- пользоваться электронагревательными приборами технологического назначения без подставок из огнестойких материалов;

- использовать некалиброванные плавкие вставки или другие самодельные аппараты защиты от перегрузки и короткого замыкания;

- использовать электродвигатели и другое электрооборудование, поверхностный нагрев которых при работе превышает температуру окружающей среды более чем на 45 °С [16, 17, 18];

- эксплуатировать светильники со снятыми колпаками (рассеивателями), а также обертывать электролампы и светильники бумагой, тканью и другими горючими материалами [19, 20, 21];

- размещать (складировать) у электрощитов, электродвигателей и пусковой аппаратуры горючие (в том числе легковоспламеняющиеся) вещества и материалы [22, 23].

По окончании рабочего времени электроустановки и бытовые электроприборы в помещениях, в которых отсутствует дежурный персонал, должны быть обесточены. Под напряжением должны оставаться дежурное освещение, установки пожаротушения и противопожарного водоснабжения, пожарная и охранно-пожарная сигнализация.

Список литературы

1. Калачева О.А. Классификация опасностей загрязняющих веществ // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 175-179.

2. Калачева О.А. Качественная оценка опасности вредного воздействия // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 173-175.

3. Калачева О.А. изучение опасностей и методы их исследования // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 164-167.

4. Калачева О.А. Химические, биологические и физические виды опасностей // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 158-161.

5. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование, учет // Естественные и технические науки. 2013. № 1 (63). С. 393-398.

6. Калачева О.А. Экологическая характеристика саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) равнин Предкавказья // Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 3. С. 51.

7. Калачева О.А. К вопросу о фаунистических комплексах саранчовых (Orthoptera: Acridoidea) основных растительных формаций северо-западного Кавказа // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 5. С. 81-85.

8. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита населения в зданиях при возникновении чрезвычайных ситуаций // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 189-191.

9. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 100-104.

10. Калачева О.А. Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 104-110.

11. Калачева О.А., Прицепова С.А. Анализ нарушений безопасности движения поездов // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 96-100.

12. Калачева О.А., Абдурахманов Г.М.Прямокрылые юга России // Москва, 2005.

13. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 129-136.

14. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда // Естественные и технические науки. 2012. № 6 (62). С. 608-612.

15. Калачева О.А. Чрезвычайные ситуации в многоэтажных зданиях // Естественные и технические науки. 2019. № 3 (129). С. 261-262.

16. Калачева О.А. Основы безопасности на железнодорожном транспорте. Подготовка по курсу "Правила технической эксплуатации" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 425-426.

17. Калачева О.А. Основы единой транспортной системы. Изучение дисциплины "Общий курс железнодорожного транспорта" // Естественные и технические науки. 2019. № 11 (137). С. 427-428.

18. Калачева О.А. Экономическое регулирование деятельности в сфере обращения с отходами // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 100-104.

19. Калачева О.А.Эксплуатация полигонов по захоронению отходов, их закрытие и рекультивация // В сборнике: ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО (ТРАНСПОРТ-2021). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Воронеж, 2021. С. 104-107.

20. Калачёва О.А. Влияние температурных условий в павильонах турникетных линий // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта,

промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021). Труды научно-практической конференции. Воронеж, 2021. С. 67-68.

21. Калачева О.А. Утилизация бытовых отходов на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 76-77.

22. Калачева О.А., Прицепова С.А. Защита от растительности железнодорожного пути и других объектов производственной инфрастуктуры железных дорог // Естественные и технические науки. 2020. № 3 (141). С. 280-281.

23. Калачева О.А. Сорная растительность на железнодорожном полотне // Естественные и технические науки. 2021. № 3 (154). С. 80-81.

УДК 517.956

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ МЕТОДАМИ ЭВОЛЮЦИОННЫХ УРАВНЕНИЙ

Денисова И.И.
Филиал РГУПС в г.Воронеж

На сегодняшний день в экономической теории существует два основных направления. Первое, традиционное (оно же равновесное) и второе эволюционное. Традиционное отсылает нас к лозаннской школе и его суть состоит в завершении экономических процессов, как правило, состоянием устойчивости (равновесия), или так называемой паузой, которая разделяет переходные процессы. Напротив, у приверженцев другого направления принято считать, что с самого начала состояние экономики не равновесное и каждый переходный процесс будет служить паузой.

Может показаться на первый взгляд, что серьёзных противоречий в этих направлениях нет. Так как нам известно о возможном существовании разных переходных процессов в один и тот же промежуток времени. Некоторые из них - «быстрые», иные - «медленные». Тут может быть два варианта. Когда мы будем рассматривать быстрые процессы на медленные можно будет не обращать внимания в силу их незначительности. В случае же, когда мы будем рассматривать в первую очередь медленные процессы, чтобы исключить быстрые нам потребуется прибегнуть к процедуре «осреднения».

Процессы, которые обязаны своим существованием научно-техническому прогрессу и появляющиеся в новых продуктах и услугах – это медленные процессы. Так же не забудем про такой вид процессов, как процессы перевооружения. Во время этих процессов старые технологии заменяются высокотехнологичными аналогами. Такие процессы мы можем наблюдать в наш век информации. Процессы перевооружения могут быть как «быстрыми», так и «медленными».

Процессы, которые вызваны изменениями в политике, которые в свою очередь изменят рынок относятся к «быстрым». В данной ситуации результатом может стать как первоначальное состояние, так и совершенно новое.

Экономический процесс — это процесс при котором экономическая система меняет своё состояние под действием времени или какого-либо другого параметра.

В данной работе будем рассматривать следующие процессы:

1. Переходные – это те, которые зависят от динамического характера системы.
2. Параметрические – это те, которые вызваны изменением экзогенных, (управляющих) параметров.

Когда новое состояние экономической системы будет образовываться не мгновенно, а с запозданием, тогда можно наблюдать динамический характер этой системы.

Пример экзогенных параметров: доли секторов в распределении ресурсов, ресурсоёмкость, эластичность ресурсов и т.д. Существуют различные экономические модели, которые созданы для исследования этих процессов. Такие модели зачастую основываются на решении дифференциальных уравнений. В теоретической части данной

работы будет рассматриваться случай неструктурированной экономики, а для исследования переходных процессов будут разобраны модели Солоу, Кейнса и Самуэльсона-Хикса.

В наше время математические модели активно используются для решения экономических задач, анализа ситуации и её прогнозирования. Интересным фактом, который подтверждает правильность использования математических моделей в экономике, является то, что начиная со второй половины прошлого столетия большинство нобелевских премий по экономике были присуждены за работы по применению математики в экономических исследованиях и при решении экономических задач.

При составлении экономической модели необходимы начальные данные, тенденции, переменные. Назовём всё это предпосылками. Когда предпосылки заложены верно, экономическую модель, построенную с помощью экономических методов можно использовать для исследования последствий принятых решений.

Для исследования долговременных тенденций применяют нелинейные малосекторные экономические модели. Основой таких подходов является модель Солоу – это односекторная экономическая модель, которая занимается производством некоторого универсального продукта. Универсальным этот продукт делает то, что он может как потребляться, так и инвестироваться. Экономическая модель Солоу позволяет проанализировать соотношение потребления и накопления.

Более детально ситуацию будет отражать двухсекторная экономическая модель. Как ясно из названия, в этой модели два сектора и два продукта, а именно: средства производства и предметы потребления. Можно сказать, что ещё более реалистичной и точной будет трёхсекторная экономическая модель в которой есть предметы и средства труда, а также предметы потребления.

Целью разработки всех экономических моделей является анализ, исследование и попытка прогноза ситуации.

В данной работе экономика рассматривается как динамическая система, так как экономические процессы будут изучаться как переходные процессы. Всё описание экономических методов будет ориентировано на математическую составляющую, а также будут рассмотрены три экономические модели: Солоу, Кейнса и Самуэльсона-Хикса.

Модель Солоу

Модель Солоу — это одна из основных односекторных моделей, в которой при некоторых условиях формируется результативное уравнение. Это уравнение задаёт равновесную траекторию роста при полной занятости. Данная модель позволяет рассчитывать различные параметры, одним из которых является темп прироста занятости, при которой достигается устойчивое равновесие.

Модель с дискретным временем. При дискретности A_t модель Солоу будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{gathered} Y_t = F(K_t, L_t) \\ Y_t = I_t + C_t \\ K_t - K_{t-\Delta t} = (-\mu K_{t-\Delta t} + I_{t-\Delta t})\Delta t \\ L_t - L_{t-\Delta t} = \nu L_{t-\Delta t}\Delta t, \qquad t = \Delta t, 2\Delta t, \dots, n\Delta t, \qquad n = \left[\frac{T}{\Delta t}\right], \end{gathered} \tag{1}$$

где Y_t – ВВП,

I_t – инвестиции,

C_t - потребление за год,

$\mu K_{t-\Delta t}\Delta t$— выбытие фондов за время (t — A_t, t),

$I_{t-\Delta t}\Delta t$— инвестиции за время (t —A_t, t),

$\nu L_{t-\Delta t}\Delta t$— прирост числа занятых за время (t —A_t, f).

Теперь рассмотрим модель Солоу с непрерывным временем. При переходе к пределу при $A_t \to 0$ уравнения (1) принимают следующую форму (уравнения модели Солоу с непрерывным временем):

$$\begin{gathered} Y_t = F(K_t, L_t) \\ Y_t = I_t + C_t \\ \frac{dK}{dt} = -\mu K + I, \qquad K(0) = K_0 \\ \frac{dL}{dt} = vL, \qquad L(0) = L_0, \qquad t \in [0, T] \end{gathered} \tag{2}$$

Очевидно, что экономические динамические системы при дискретном времени могут быть представлены в форме конечно-разностных уравнений и при непрерывном времени в форме дифференциальных уравнений.

Пример использования модели Солоу.

Пусть имеются следующие исходные данные:

Производственная функция:

$$Y = K^a (AL)^{1-a},$$

где Y – это выпускаемая продукция,

K – это средства, они же капитал, A – это коэффициент эффективности труда, L – это сам труд, a – это некоторый параметр модели.

Если общий доход взять за единицу, то доля дохода капитала будет: 1/3

Темп прироста численности населения равен: 1,2% в год

Темп прироста параметра эффективности труда равен: 8,3% в год

Норма амортизации составляет: 2,5% в год

Решение:

Основное уравнение динамики в модели Солоу имеет вид:

$$\dot{k} = sf(k) - (n + g + \delta)k, \tag{3}$$

где k – это капиталовооруженность, $f(k)$ – это функция производства продукта, n – это как быстро росло население, g – это как быстро росла эффективность труда, δ – это норма амортизации.

Для производственной функции Кобба-Дугласа, использованной в задаче, имеем:

$$f(k) = k^a$$

На траектории сбалансированного роста $\dot{k} = 0$. Подставляя это условие и $f(k) = k^a$, в основное уравнение динамики, получаем уравнение, задающее капиталовооруженность эффективного труда на траектории сбалансированного роста k^*:

$$s(k^*)^a = (n + g + \delta)k^*$$

Выразим из уравнения капиталовооруженности k^* и получим:

$$k^* = \left(\frac{s}{n + g + \delta}\right)^{\frac{1}{1-a}}$$

Подставив полученное равенство в $f(k) = k^a$, а также использовав условие $c = (1 - s)f(k)$, получаем уравнение, определяющее потребление в расчете на единицу эффективного труда на траектории сбалансированного роста:

$$c^* = (1 - s)\left(\frac{s}{n + g + \delta}\right)^{\frac{a}{1-a}}$$

Чтобы определить норму сбережений, соответствующую золотому правилу, найдём максимум s по c^*:

$$\max_{C^*} S = \max(1 - s)\left(\frac{s}{n + g + \delta}\right)^{\frac{a}{1-a}}$$

Для этого воспользуемся необходимым условием экстремума:

$$-\left(\frac{s}{n+g+\delta}\right)^{\frac{a}{1-a}}+(1-s)\frac{a}{1-a}\times\frac{S^{\frac{a}{1-a}-1}}{(n+g+\delta)^{\frac{a}{1-a}}}=0$$

После упрощения первой производной, посчитанной выше, получим норму сбережений, равную:

$$\max_{C^*} S = a$$

По условию доля дохода капитала в общем доходе равна *1/3*, следовательно, эластичность выпуска по капиталу *a* тоже равна 1/3, откуда:

$$\max_{C^*} S = \frac{1}{3}$$

Подставим последнее равенство, а также заданные в условии нашего примера значения $n, g\ и\ \delta$ в уравнение капиталовооруженности. Получаем:

$$k^* = \left(\frac{\frac{1}{3}}{\frac{0.06}{5}+0.083+0.025}\right)^{\frac{1}{1-\frac{1}{3}}} = \left(\frac{1}{0.3}\right)^{\frac{3}{2}} = 6.085$$

Вывод:

1. Норма сбережений = $\frac{1}{3}$
2. Капиталовооруженность = 6.085

Динамическая система.

Теория автоматического регулирования включает в себя технические системы, при изучении которых удалось получить большинство результатов, которые используются при исследовании динамических экономических систем.

При этом дифференциальные уравнения были основными инструментами исследования. В настоящее время результаты, ранее полученные для технических приложений, адаптируют для использования в более прикладных отраслях экономических наук.

Нелинейный динамический элемент *n-го* порядка задается уравнением вида:

$$F\left(y^{(n)},\dots,y',y,x^{(m)},\dots,x'x\right)=0, \quad (4)$$

где $x(t)$ – это вход, то есть входное воздействие на элемент,

$y(t)$ – это выход, то есть реакция элемента на входное действие.

$$y^{(n)} = \frac{d^n y}{dt^n};\ \ x^{(m)} = \frac{d^m x}{dt^m} \quad (5)$$

В частности, линейный динамический экономический элемент *n-го* порядка задается линейным дифференциальным уравнением:

$$\sum_{j=0}^{n} a_j y^{(j)} = \sum_{i=0}^{m} b_i x^{(i)} \quad (6)$$

Мы знаем, что экономические элементы нулевого порядка — это мультипликатор и акселератор. Они чаще всего встречаются в практических приложениях. Так же известно, что экономические элементы первого порядка – это инерционное звено. Это звено может быть либо колебательным, либо двумя последовательно соединёнными инерционными звеньями. В свою очередь колебательное звено задается дифференциальным уравнением второго порядка:

$$a_2\frac{d^2y}{dt^2}+a_1\frac{dy}{dt}+a_0y=\sum_{i=0}^{m}b_ix^{(i)}(t) \quad (7)$$

с отрицательным дискриминантом, составленным из коэффициентов в левой части уравнения (7)

$$a_1-4a_2a_0<0$$

Колебательное звено описывает циклические процессы в экономике.

Модель Кейнса.

Если предположить, что внутренний валовый продукт в следующем году будет равен спросу за текущий год, который в свою очередь будет состоять из спроса на потребительские C и инвестиционные I товары, то мы получим экономику в форме динамической экономической модели Кейнса:

$$\mathrm{y(t+1)=C}[y(t)]+I(t) \quad (8)$$

Если будет иметь место прямая зависимость между внутренним валовым продуктом и спросом, а так же примерное постоянство спроса получим:

$$y(t+1)=C+cy(t)+I, \quad (9)$$

где C – это минимальный объём фонда потребления, c – это склонность к потреблению. $(0<c<1)$

Как известно, нам необходимо непрерывное время для нашей работы, поэтому при $At \rightarrow 0$ приходим к уравнению инерционного звена (роль постоянной времени выполняет величина $\frac{1}{1-c}$, обратная склонности к накоплению):

$$\frac{1}{1-c}\times\frac{dy}{dt}+y=\frac{C+I}{1-c} \quad (10)$$

Уравнение (10) можно решить и в результате получим стационарное решение:

$$y_E=\frac{C+I}{1-c} \quad (11)$$

Если в начальный момент спрос на инвестиционные товары изменился с величины I_0 до I при $(I>I_0)$, то в экономике будет происходить переходный процесс от значения ВВП $y_0=\frac{C+I_0}{1-c}$ до значения y_E.

При этом:

$$y(t)=y_E+(y_0-y_E)e^{-t(1-c)}$$

Модель Самуэльсона-Хикса.

По большому счёту экономическая модель Самуэльсона-Хикса будет отличаться от экономической модели Кейнса только введением акселератора.

Таким образом получим уравнение экономической динамической модели Самуэльсона-Хикса:

$$I(t)=r[y(t)-y(t-1)]+I, \quad (12)$$

где r – это коэффициент акселерации, который показывает, на сколько возрастут инвестиции, если ВВП возрастет на единицу. $(0<r<1)$

Так как мы рассматриваем модель Самуэльсона-Хикса с введённым в неё акселератором, линеаризованная модель будет иметь вид:

$$y(t+1)=C+cy(t)+r[y(t)-y(t-1)]+I$$

Или:

$$y(t+1)-2y(t)+y(t-1)=C+I-(1-c)y(t)-(1-r)[y(t)-y(t-1)]$$

Как известно, нам необходимо непрерывное время для нашей работы, поэтому при переходе к нему, получим уравнение модели Самуэльсона-Хикса:

$$\frac{1}{1-c}\times\frac{d^2y}{dt^2}+\frac{1-r}{1-c}\times\frac{dy}{dt}+y=\frac{I+C}{1-c} \quad (13)$$

Уравнение (13) можно решить и в таком случае мы получим частное стационарное решение, абсолютно такое же, как и решение модели Кейнса:

$$y_E = \frac{I + C}{1 - c}$$

Как известно общее неоднородное решение уравнения будет складываться из общего однородного и частного неоднородного:

$$\frac{1}{1-c} \times \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{1-r}{1-c} \times \frac{dy}{dt} + y = 0$$

Общее решение последнего уравнения является линейной комбинацией экспонент $e^{\lambda t}$, параметры λ которых удовлетворяют характеристическому уравнению:

$$\frac{1}{1-c}\lambda^2 + \frac{1-r}{1-c}\lambda + 1 = 0.$$

Реализация рассмотренных методов.

Проведём практическую реализацию моделей Кейнса и Самуэльсона-Хикса, рассмотрев реальные экономические показатели в России и Китае за период времени с 1994 по 2012 годы. Все вычисления будут вестись в долларах США.

Используются следующие переменные:

Период t – год, Национальный доход Y_t – вычисляется, Потребление C_t – график 1, Государственные расходы G_t – график 2, Инвестиции I_t – график 3.

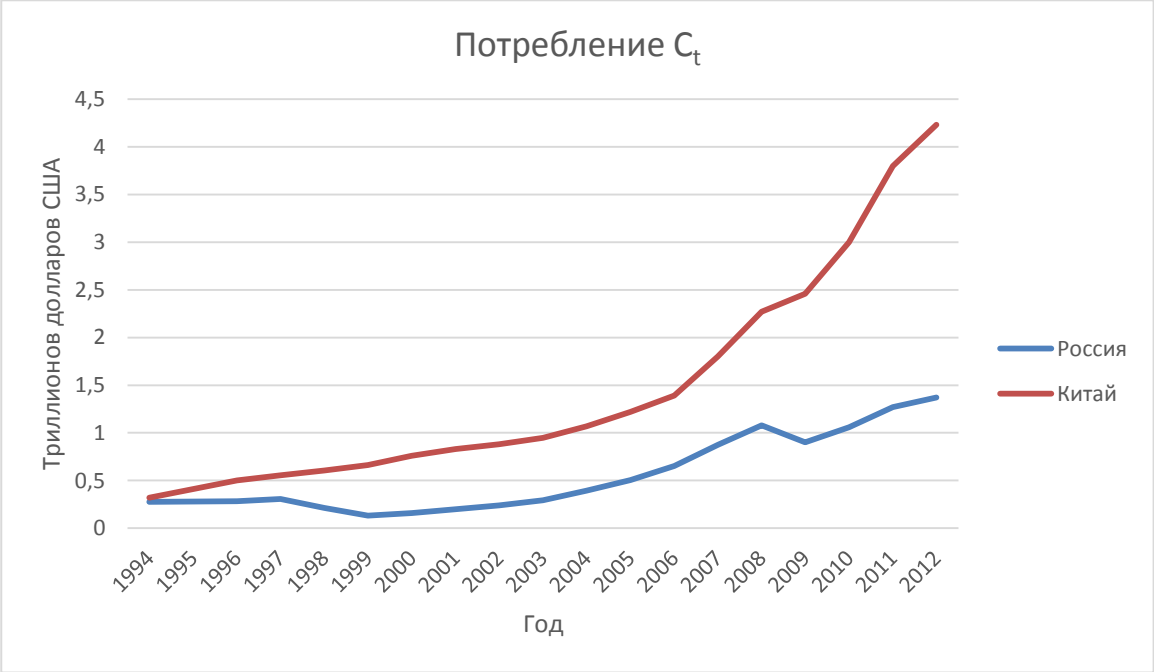


График 1 – потребление.

Таблица 1 – исходные данные

Год	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Китай	0,321	0,41	0,502	0,556	0,604	0,662	0,76	0,829	0,881
Россия	0,276	0,281	0,282	0,307	0,212	0,133	0,159	0,2	0,239

Год	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Китай	0,949	1,07	1,22	1,39	1,8	2,27	2,46	3	3,8	4,23
Россия	0,292	0,395	0,506	0,654	0,874	1,08	0,9	1,06	1,27	1,37

**Данные представлены в трлн. долларов США.*

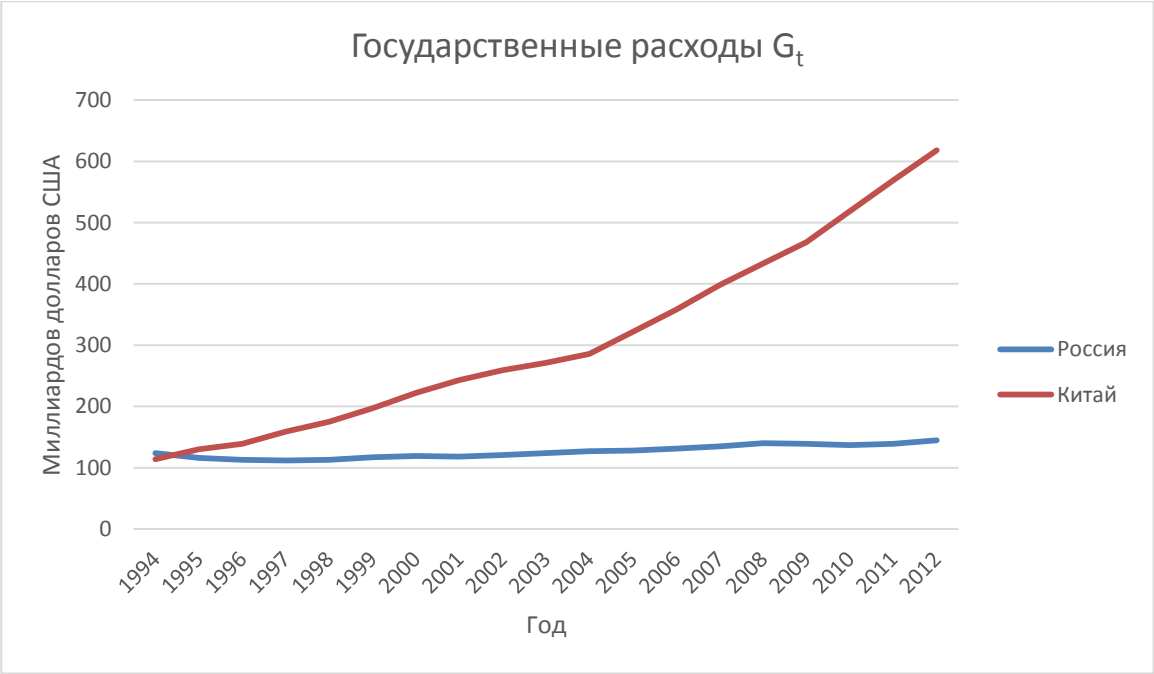


График 2 – государственные расходы.

Таблица 2 – исходные данные

Год	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Китай	114	130	193	159	175	197	222	243	259
Россия	0,276	0,281	0,282	0,307	0,212	0,133	0,159	0,2	0,239

Год	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Китай	271	286	322	358	398	433	468	519	569	618
Россия	0,292	0,395	0,506	0,654	0,874	1,08	0,9	1,06	1,27	1,37

**Данные представлены в млрд. долларов США.*

График 3 – инвестиции.

Таблица 3 – исходные данные

Год	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Китай	1,04	0,98	2,85	5,94	3,02	4,34	0,84	0,99	1,35
Россия	1,1	0,96	0,85	0,49	0,66	0,28	0,86	1,7	0,14

Год	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Китай	4,67	1,39	1,71	1,19	2,21	0,67	3,14	0,47	2,52	1,67
Россия	0	0	0,03	1,18	13,62	13,16	1,48	5,98	5,25	0,42

**Данные представлены в млрд. долларов США.*

Теперь составим таблицу исходя из модели Кейнса. Использовать будем данные для Российской Федерации и в итоге должны получить график национального дохода, который в последствии и будем анализировать.

Таблица 4 – итоговые данные

Период T	Потребление C_t	Государственные расходы G_t	Национальный доход Y_t
1994	276	124	400
1995	281	116	397
1996	282	113	398
1997	307	112	419
1998	212	113	325
1999	133	117	250
2000	159	119	278
2001	200	118	318
2002	239	121	450
2003	292	124	416
2004	395	127	522
2005	506	128	634
2006	654	131	785
2007	874	135	1009
2008	1080	140	1220
2009	900	139	1039
2010	1060	137	1197
2011	1270	139	1409
2012	1370	145	1515

**Данные представлены в млрд. долларов США.*

В данной модели не используется акселерация, которая будет добавлена в модели Самуэльсона-Хикса и позволит получить более высокую точность при подсчёте национального дохода.

График 4. – Национальный доход по модели Кейнса.

Теперь составим таблицу исходя из модели Самуэльсона-Хикса. Использовать будем данные для Российской Федерации и в итоге должны получить график национального дохода, который в последствии и будем анализировать.

Таблица 5 – итоговые данные

Период T	Потребление C_t	Государственные расходы G_t	Инвестиции I_t	Национальный доход Y_t
1994	276	124	1,1	401,1
1995	281	116	0,96	397,96
1996	282	113	0,85	398,85
1997	307	112	0,49	419,49
1998	212	113	0,66	325,66
1999	133	117	0,28	250,28
2000	159	119	0,86	278,86
2001	200	118	1,7	319,7
2002	239	121	0,14	450,14
2003	292	124	0	416
2004	395	127	0	522
2005	506	128	0,03	634,03
2006	654	131	1,18	786,18
2007	874	135	13,62	1022,62
2008	1080	140	13,16	1233,16
2009	900	139	1,48	1040,48
2010	1060	137	5,98	1202,98
2011	1270	139	5,25	1414,25
2012	1370	145	0,42	1515,42

**Данные представлены в млрд. долларов США.*

График 5. – Национальный доход по модели Самуэльсона-Хикса.

Как видно из полученных в таблице значений данная модель более точная.

Теперь займёмся подсчётом коэффициентов для того, чтобы можно было взглянуть на проделанную работу с математической точки зрения и сделать прогноз на будущее.

- c – коэффициент мультипликации
- r – коэффициент акселерации

Для вычисления коэффициентов нам потребуются данные из таблиц и следующие выражения:

$$c = \frac{C_t}{Y_{t-1}}$$

$$r = \frac{I_t}{C_t - C_{t-1}}$$

Для примера рассчитаем их на периоде с 1994 по 1995 годы:

$$c = \frac{281}{401.1} = 0.703$$

$$r = \frac{0.96}{281 - 276} = \frac{0.96}{5} = 0.192$$

Таким образом получили коэффициент мультипликации равный 0.703 и коэффициент акселерации равный 0.192.

Решим модель Самуэльсона-Хикса для данных коэффициентов на периоде с 1994 по 1995 годы. Мы знаем, что уравнение с непрерывным временем будет иметь следующий вид:

$$\frac{1}{1-c} * \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{1-r}{1-c} * \frac{dy}{dt} + y = \frac{I+C}{1-c}$$

Теперь подставим найденные коэффициенты и данные из таблицы в примере и получим:

$$3.367 * \frac{d^2y(t)}{dt^2} + 2.72 * \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = 949.36$$

Решив, получим общее неоднородное решение:

$$y(t) = C_1 * e^{-0.403t} * \sin(0.365t) + C_2 * e^{-0.403t} * \cos(0.365t) + 949.36$$

При t=0 будет:

$$y(0) = C_2 + 949.36$$

При t=1 будет:

$$y(1) = C_1 * 0.004 + C_2 * 0.668 + 949.36$$

И так как C_1 и C_2 могут быть любыми вещественными числами, то мы можем получить $y(0) = 401.1$ и $y(1) = 397.96$

Найдём при каких именно C_1 и C_2 будет верное равенство.

$$\begin{cases} C_2 + 949.36 = 401.1 \\ C_1 * 0.004 + C_2 * 0.668 + 949.36 = 397.96 \end{cases}$$

Решив систему из двух уравнений с двумя неизвестными получим:

$$C_1 = -46290.6$$
$$C_2 = -548.26$$

Аналогично поступаем с остальными периодами. Итоговые данные заносим в таблицу:

Таблица 6 – общие решения

1994-1995	$y(t) = C_1 * e^{-0.403t} * \sin(0.365t) + C_2 * e^{-0.403t} * \cos(0.365t) + 949.36$
1995-1996	$y(t) = C_1 * e^{-0.074t} * \sin(0.535t) + C_2 * e^{-0.074t} * \cos(0.535t) + 968.664$
1996-1997	$y(t) = C_1 * e^{-0.587t} + C_2 * e^{-0.392t} + 1331.13$
1997-1998	$y(t) = C_1 * e^{-0.503t} * \sin(0.491t) + C_2 * e^{-0.503t} * \cos(0.491t) + 429.616$
1998-1999	$y(t) = C_1 * e^{-0.501t} * \sin(0.583t) + C_2 * e^{-0.501t} * \cos(0.583t) + 225.135$

Таблица 7 – коэффициенты C_1 и C_2

1994-1995	$C_1 = -46290.6$	$C_2 = -548.26$
1995-1996	$C_1 = -4472.65$	$C_2 = -555.624$
1996-1997	$C_1 = 8007.87$	$C_2 = -7472.81$
1997-1998	$C_1 = -98755.8$	$C_2 = 2188.47$
1998-1999	$C_1 = 20822.9$	$C_2 = -717.857$

Вывод: В силу того, что колебательное звено модели Кейнса определяет циклические процессы в экономике, то из выполненных расчётов вытекает, что, например, в период с 1996 по 1997 годы установилось такое состояние экономики, которое лишено этой циклической составляющей, что может означать переходный процесс в экономике.

Сделанные расчёты позволяют судить о краткосрочном переходном процессе в экономике, так, как и предшествующие (до 1996 года) и последующие (после 1997 года) содержат колебательное звено.

Список литературы

1. Найдюк, Ф.О. Исследование формулы Даламбера для волнового уравнения на отрезке с краевым условием третьего рода / Найдюк Ф.О. // Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2003. – 23 с. – Деп. в ВИНИТИ 07.07.03 № 1288-В2003.
2. Найдюк, Ф.О. Формула продолжения начальных данных в решении даламбера для волнового уравнения на отрезке с краевым условием третьего рода / Ф.О. Найдюк, В.Л. Прядиев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2004. – № 1. – С. 115-122.
3. Найдюк, Ф.О. Нагруженная струна, краевое условие третьего рода / Ф.О. Найдюк, В.Л. Прядиев, С.М. Ситник // Современные методы теории краевых задач. Понтрягинские чтения - XVI. материалы Воронежской весенней математической школы "Понтрягинские чтения - XVI". – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2005. – С. 151-152.
4. Найдюк, Ф.О. Численное решение задач о колебаниях / Ф.О. Найдюк, Е.Н. Десятирикова, Д.К. Проскурин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2013. – № 1. – С. 55-60.
5. Найдюк, Ф.О. Новый алгоритм решения задач о колебаниях / Ф.О. Найдюк, Е.Н. Десятирикова, Д.К. Проскурин // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. сборник трудов Международной научно-технической

конференции. Воронежский государственный университет. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2017. – С. 110-120.

6. Найдюк, Ф.О. О распределении нулей решений динамических уравнений на временных шкалах / Ж.И. Бахтина, И.В. Колесникова, Ф.О. Найдюк, С.А. Шабров // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2018. – № 4. – С. 67-74.

7. Найдюк, Ф.О. О некоторых начально-краевых задачах для вырождающихся параболических уравнений / А.Д. Баев, Р.А. Ковалевский, Ф.О. Найдюк, А.А. Бабайцев, В.Д. Харченко, И.Ф. Леженина, О.К. Плетнева // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2019. – № 1. – С. 59-68.

8. Найдюк, Ф.О. Теорема о композиции для одного класса вырождающихся псевдодифференциальных операторов с символом, зависящим от комплексного параметра / А.Д. Баев, А.А. Бабайцев, В.Д. Харченко, Ф.О. Найдюк // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2019. – № 2. – С. 54-64.

9. Найдюк, Ф.О. Исследование волнового уравнения с сингулярностью на несимметричном графе / Ф.О. Найдюк // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2021. – № 1. – С. 110-116.

УДК 517.956.321

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ГРАФОВЫХ СТРУКТУР С ОСОБЕННОСТЯМИ

Шилова О. Р.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

В современной науке и технике математические методы моделирования, исследования и проектирования играют огромную роль. На это в большей степени влияет совершенствование вычислительной техники, с помощью которой значительно расширяются возможности применения математики при решении конкретных задач.

Предмет математической физики в широком смысле составляет построение и исследование математических моделей физических явлений. При решении задач математической физики и техники, во многих случаях бывают полезными специальные гармонические функции, обладающие некоторыми особенностями.

Основной целью работы является исследование математической модели колебания сетки струн с упругими опорами в узлах, для чего обосновывается корректность введённой задачи, строится адаптированный численный алгоритм поиска решения рассматриваемой задачи.

Глава 1. Природа появления эволюционных задач

Эволюционное уравнение – это уравнение, характеризующее процессы, протекающие в сплошной среде, и, как правило, содержащие производные по времени.

Одним из наиболее известных примеров эволюционных процессов является колебания струны. Каждый человек постоянно сталкивается с подобными явлениями и без труда воспринимает их физическую сторону. Именно для таких процессов в данной главе строятся математические модели в форме дифференциальных уравнений с частными производными и формулируются некоторые методы их решения.

При исследовании реальных физических процессов и явлений методами математического моделирования одним из важных этапов является формулировка математической модели, т.е. четкая постановка математической задачи, достаточно адекватной исследуемому кругу физических явлений.

Возникают удивительные ситуации, когда задачи моделирования могут приводить к эволюционным задачам. Так, волновое уравнение, о котором речь пойдёт в следующей главе, хорошо описывает колебания, например, в канатах подъёмных установок.

Краевые задачи являются одним из приложений теории дифференциальных уравнений и бесспорно примыкают к рассмотренному кругу вопросов, так как позволяют формулировать задачи с однозначным решением.

Рассматривается линейное дифференциальное уравнение второго порядка

$$y'' + p_1(x)y' + p_2(x)y = f(x)\,. \tag{1.1}$$

Краевая задача для уравнения (1.1) ставится так: найти решение дифференциального уравнения, удовлетворяющее граничным условиям:

$$y(a) = y_0\,, y(b) = y_1\,. \tag{1.2}$$

Эти дополнительные условия ставятся в различных точках a и b.

Иногда граничные условия имеют более общий вид:

$$\alpha_1 y(a) + \beta_1 y'(a) = A_0\,, \alpha_2 y(b) + \beta_2 y'(b) = A_1\,. \tag{1.3}$$

В работе будут использоваться смешанные граничные условия (1.2) и (1.3).

Зачастую в краевых задачах рассматриваются нулевые граничные условия без потери общности.

Поэтому краевая задача в общем виде выглядит следующим образом:

$$\hat{L}y \equiv (p(x)y')' + q(x)y = f(x)\,, \tag{1.4}$$
$$y(a) = \ y(b) = 0\,.$$

Глава 2. Волновая задача

В работе рассматривается волновая задача, которая описывается следующей графической моделью (граф-звезда):

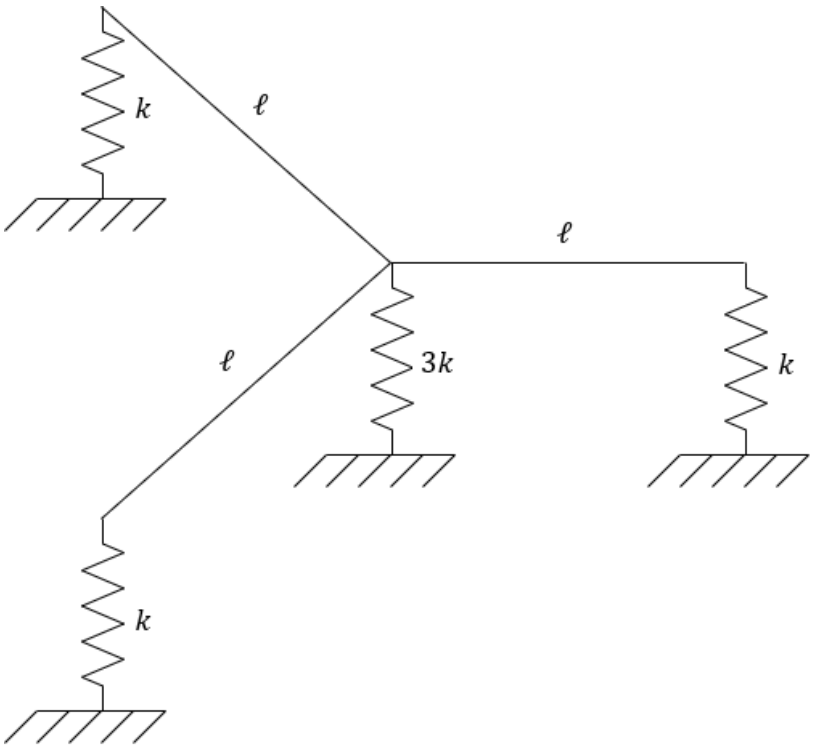


Рисунок.2.1 Колебание струнной системы в вертикальной плоскости относительно положения равновесия – горизонтальная плоскость.

Модель представляет собой три растянутые струны (диной ℓ), одни концы из которых имеют точечную упругую опору с коэффициентом жесткости k, а другие закреплены в одной точке, имеющей точечную упругую опору с коэффициентом жесткости $3k$ соответственно. Под упругой опорой понимается опора, обладающая свойством упругости и испытывающая в условиях нагрузки прогиб без остаточной деформации. В качестве неё может служить

пружина, по которой струна скользят без трения по (несгибаемой) спице в вертикальном направлении. В состоянии равновесия струны расположены в горизонтальном положении.

Целью исследования задачи для такой модели будет являться получение решения подходящего для построения вычислительного алгоритма с любой наперед заданной точностью.

Графом называется совокупность двух множеств: вершин (чаще всего -точки на плоскости) и рёбер (дуги или стрелки между соответствующими вершинами), между элементами которых определено отношение инцидентности – каждое ребро инцидентно ровно двум вершинам, которые оно соединяет. Отношение инцидентности является самым важным элементом графа, т. к. определяет способ объединения множеств вершин и ребер в единый графический объект.

Аналитическое определение графа имеет следующий вид: пусть $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_m$ – открытые интервалы из R^n (множества $\{\lambda a + (1-\lambda)b \mid a, b \in R^n, 0 < \lambda < 1\}$) такие, что $\gamma_i \bigcap \bar{\gamma}_j = 0$ при $i \neq j$ (здесь $\bar{\gamma}_j$ – замыкание γ_j в R^n). Пусть A – некоторое подмножество множества концов интервалов $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_m$. Если множество

$$\Gamma = \left(\bigcup_{i=1}^{m} \gamma_i\right) \bigcup A$$

связно, то оно называется *связным открытым геометрическим графом*.

Классическое волновое уравнение описывается через соотношение:

$$u_{xx}(x,t) = u_{tt}(x,t) \quad (x \in \Gamma, t > 0)\,. \qquad (2.1)$$

Для него предполагается выполнение следующих условий:

1) Для любого $t > 0$ функция $u(x,t)$, как функция переменного x, принадлежит $\widetilde{C}^{\,2}\big(R(\Gamma)\big)$;
2) Для любого $x \in \Gamma$ функция $u(x,t)$, как функция переменного t для любого $T > 0$, обладает равномерно непрерывной на $(0,T)$ второй производной;
3) При $x \in R(\Gamma)$ уравнение (2.1) понимается в соответствии с дифференцированием функций, определенных на Γ.
4) Условие трансмиссии: при каждом $t > 0$ функция $u(x,t)$, как функция переменного x, является гладкой функцией, т.е. для любой внутренней вершины a графа Γ выполнено:
$$\sum_{h \in D(a)} u_h^+(a,t) = 0\,; \qquad (2.2)$$
5) Для любой $a \in \mathcal{I}(\Gamma)$ и любых $t > 0$ и $h \in D(a)$ выполнено:
$$u_{hh}^{++}(a,t) = u_{tt}(a,t)\,. \qquad (2.3)$$

В работе рассматривается волновое уравнение вида:

$$u_{xx}(x,t) - q(x)u(x,t) = u_{tt}(x,t) \quad (x \in \Gamma, t > 0) \qquad (2.4)$$

для некоторых классов геометрических графов Γ. Уравнением такого типа может быть смоделирован широкий класс самых разнообразных физических, биологических и экономических процессов. Коэффициент $q(x)$ в этом уравнении имеет специальный вид:

$$q(x) = \sum_{z \in \mathcal{I}(\Gamma)} k_z \delta(x - z)\,,$$

где δ – дельта-функция. Основная цель – найти решение уравнения (2.4) в форме, аналогичной форме Даламбера:

$$u(x,t) = f(x+t) + g(x-t)$$

с функциями f и g, выражаемыми через начальные данные.

Для уравнения (2.4) будет далее рассматриваться следующая смешанная (начально-краевая) задача:

$$u(x + 0 \cdot h, t) = 0 \quad (x \in \partial\Gamma, h \in D(x), t \geq 0)\,, \qquad (2.5)$$

$$u(x,0) = \varphi(x)\,, u_t(x,0) = 0 \quad (x \in \overline{\Gamma})\,, \qquad (2.6)$$

где

$$\varphi(x) \in \widetilde{C}^{\,2}\big(R(\Gamma)\big)\,, \qquad (2.7)$$

причем для $x \in \partial\Gamma$

$$\varphi(x) = 0, \varphi_{hh}^{++}(x) = 0\,, \qquad (2.8)$$

для $\in \mathcal{I}(\Gamma)$

$$\sum_{h\in D(x)} \varphi_h^+(z) - k_z\varphi(z) = 0\,, \qquad (2.9)$$

для любой $z \in \mathcal{I}(\Gamma)$ и любых $h, h_1 \in D(z)$

$$\varphi_{hh}(z) = \varphi_{h_1h_1}(z)\,. \qquad (2.10)$$

В следующей главе будет показана её корректность и представлен алгоритм поиска её решения, основанный на обобщении понятия функции Грина и формулы Даламбера–Эйлера.

Глава 3. Алгоритм нахождения решения задачи колебаний упругой сетки струн

Для задачи (2.4)-(2.6) предлагается алгоритм построения решения данной смешанной задачи на выбранном классе графов через сужение исходной задачи на несколько задач, определенных на отрезках.

Для краткости записи и удобства чтения производится следующее обозначение - начально-краевая задача на отрезке $[0, \ell]$:

$$\begin{cases} u_{yy}(y,t) = u_{tt}(y,t) & (0 < y < l, t > 0) \\ u_y(0,t) - k_1u(0,t) = 0 & (t > 0) \\ u_y(\ell,t) + k_2u(\ell,t) = 0 & (t > 0) \\ u(y,0) = \varphi(y), u_t(y,0) = 0 & (0 \le x \le \ell) \end{cases} \qquad (3.1)$$

обозначается через $\mathrm{S}\big(\ell; k_1; k_2; \varphi(y)\big)$, где k_1 и $k_2 \ge 0$.

Далее рассматривается задача, по аналогии с (3.1) на графе-звезде $B_3\big(\ell; k_1; k_2; \varphi(x)\big)$.

Берется в рассмотрение граф-звезда Γ с тремя ребрами длины ℓ, т.е.

$$R(\Gamma) = \bigcup_{i=1}^{3} (a, b_i)\,, \|b_i - a\| = \ell$$

для любых $i = 1,2,3$. Пусть $h_i = \frac{1}{\|b_i - a\|}(b_i - a)$ – ориентация на графе Γ. Вводятся в рассмотрение три вспомогательных оператора:

$$(F\varphi)(x) = \tfrac{1}{3}\textstyle\sum_{i=1}^{3} \varphi(a + \|x - a\|h_i)\,, \ \ x \in \overline{\Gamma}; \qquad (3.2)$$

$$(G_i\varphi)(x) = \begin{cases} (F\varphi)(x) - \varphi(a + \|x - a\|h_i)\,, & x \in \overline{\gamma_1} \\ \varphi(a + \|x - a\|h_i) - (F\varphi)(x)\,, & x \in \overline{\gamma_i}\,, \\ 0\,, & x \in \overline{\Gamma/\gamma_1 \cup \gamma_i} \end{cases} \qquad (3.3)$$

где $\gamma_i = (a, b_i)$, $i = 2,3$, $\varphi\colon \Gamma \to \mathbb{R}^1$.

Определение 1. Класс начальных данных задачи $B_3\big(\ell; k_1; k_2; \varphi(x)\big)$, определяемый условиями (2.7) – (2.10) обозначается через $K_3^B(\ell; k_1; k_2)$.

Лемма 1. Пусть $\psi\colon \Gamma \to \mathbb{R}^1$ и $\psi \in K_3^B(\ell; k_1; k_2)$, тогда $(F\psi)(x)$ и $(G_i\psi)(x)$ $\forall(i = 2,3)$ принадлежит классу $K_3^B(\ell; k_1; k_2)$, причем $(F\psi)_h^+(a) = (F\psi)_\eta^+(a)$ $\forall(h, \eta \in D(a))$, $(G_i\psi)(a) = 0$ и $(G_i\psi)_{hh}^{++}(a) = 0$ $\forall(i = 2,3, h \in D(a))$.

Следствие. Через $u^{\varphi}(x,t)$ $(x \in \Gamma, t > 0)$ обозначается решение задачи $B_3\big(\ell; k_1; k_2; \varphi(x)\big)$, а через $u^{(F\varphi)}(x,t)$ и $u^{(G_i\varphi)}(x,t)$ $(i = 2,3)$ решения задач $B_3\big(\ell; k_1; k_2; (F\varphi)(x)\big)$ и $B_3\big(\ell; k_1; k_2; (G_i\varphi)(x)\big)$ $(i = 2,3)$ соответственно. Тогда непосредственно из леммы 1 вытекает, что

$$u^{\varphi}(x,t) = u^{(F\varphi)}(x,t) + \textstyle\sum_{i=2}^{3} u^{(G_i\varphi)}(x,t)\,, \qquad (3.4)$$

если решения, фигурирующие в правой части равенства (3.1.4) существуют. Далее предоставляется способ построения решения задач вида $B_3\big(\ell; k_1; k_2; \varphi(x)\big)$, основанный на следствии леммы 1, с фиксированными k_1, k_2.

Утверждение 1. Пусть $\varphi(x) \in K_3^B(\ell; k_1; k_2)$, где пара (k_1, k_2) принимает одно из четырех значений $(0, k)$, $(k, 0)$, $(k, +\infty)$ или $(3k, k)$, где k – некоторое положительное число. Тогда:

1) Решение $u^{(F\varphi)}(x,t)$ задачи $B_3\big(\ell; k_1; k_2; (F\varphi)(x)\big)$ существует, причем $\forall(h \in D(a))$ функция $u^{(F\varphi)}(a + yh, t)$ не зависит от выбора h и является решением задачи $\mathrm{S}\left(\ell; \frac{k_1}{3}; k_2; (F\varphi)(a + yh)\right)$;

2) $\forall(i=2,3)$ решение $u^{(G_i\varphi)}(x,t)$ задачи $B_3\left(\ell;k_1;k_2;(G_i\varphi(x)\right)$ существует, причем функция $u^{(G_i\varphi)}(y+ah_1,t)$ является решением задачи $\mathrm{S}\left(\ell;+\infty;k_2;(G_i\varphi)(a+yh_1)\right)$ и, кроме того, $u^{(G_i\varphi)}(a+yh_i,t)=-u^{(G_i\varphi)}(a+yh_1,t)$ и, если $h\notin\{h_1,h_i\}$, то $u^{(G_i\varphi)}(y+ah,t)\equiv 0$.

Введённая задача (2.4)– (2.6) корректно поставлена.

Теорема: Пусть существует $u(x,t)$ – решение задачи (2.4)– (2.6). Тогда оно единственно.

Фундаментальное решение представляет собой некий аналог функции Грина для случая уравнений в частных производных, в частности – волнового уравнения. Оно участвуют в ядре интегрального представления решения рассматриваемой задачи.

Пусть рассматривается задача:

$$\begin{cases}\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}=\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} & (0<x<l,t>0)\\ u(0,t)=0,\ u'(\ell,t)+k\,u(\ell,t)=0 & (t>0)\\ u(x,0)=\varphi(x),\frac{\partial u}{\partial t}(x,0)=0 & (0\le x\le\ell)\end{cases}. \qquad (3.5)$$

где ℓ и k – фиксированное положительное число, $\varphi\in C^2[0,\ell]$.

Решение такой задачи может иметь вид:

$$u(x,t)=\frac{1}{2}\big(f(x,t)+f(x-t)\big),$$

Причём $f(x)$ (в случае $k=+\infty$) может быть построена по начальным данным через рекуррентное соотношение:

$$\mathrm{f(x)}=\begin{cases}\varphi(x), & \text{если } x\in[0,\ell]\\ -\varphi(2\ell-x), & \text{если } x\in[\ell,2\ell]\\ f\left(x-2\ell\left[\frac{x}{2\ell}\right]\right), & \text{если } x>2\ell\end{cases}.$$

Нас же будет интересовать другой рекуррентный алгоритм – именно для (3.5). Вводится в рассмотрение функция Грина $G(x,s)$ краевой задачи:

$$\begin{cases}y''(x)=f(x)\\ y(0)=0,y'(\ell)+k\,y(\ell)=0\end{cases}.$$

Она допускает явное описание:

$$G(x,t)=\begin{cases}\left(1-\frac{k}{1+k\ell}s\right)x & (0\le x\le s\le\ell)\\ \left(1-\frac{k}{1+k\ell}s\right)x-(x-s) & (\ell\ge x>s\ge 0)\end{cases},$$

из которого видно, что при каждом $s\in[0,\ell]$ функция Грина $G(x,s)$ кусочно-линейна и имеет единственную точку излома $x=s$.

Решение задачи (3.5) представимо в виде:

$$u(x,t)=-\int_0^\ell g(x,t,s)\varphi''(x,s)ds, \qquad (3.6)$$

где g – фундаментальное решение, являющееся интегральным ядром описания решения по аналогии с функцией Грина, и представимо в форме Даламбера:

$$g(x,t,s)=\tfrac{1}{2}\big(\tilde{g}(x-t,s)+\tilde{g}(x+t,s)\big). \qquad (3.7)$$

где функция $\tilde{g}$ есть продолжение начальных данных поставленной задачи.

Функция $\tilde{g}$ имеет описание в виде конечной суммы (см. [5]).

Глава 4. Численный алгоритм задачи с упругой опорой

Будем использовать алгоритм поиска решения на графе через введение функционалов $(F\varphi)(x)$, $(G_2\varphi)(x)$, $(G_3\varphi)(x)$, определенных в главе 3 работы. Общее решение задачи колебаний (2.4) – (2.6) тогда будем искать в виде:

$$u^{\varphi}(x,t)=u^{F\varphi}(x,t)+u^{G_2\varphi}(x,t)+u^{G_3\varphi}(x,t). \qquad (4.1)$$

В качестве начального состояния системы введём в рассмотрение возмущение вида (возмущение лишь на одном ребре ab_1):

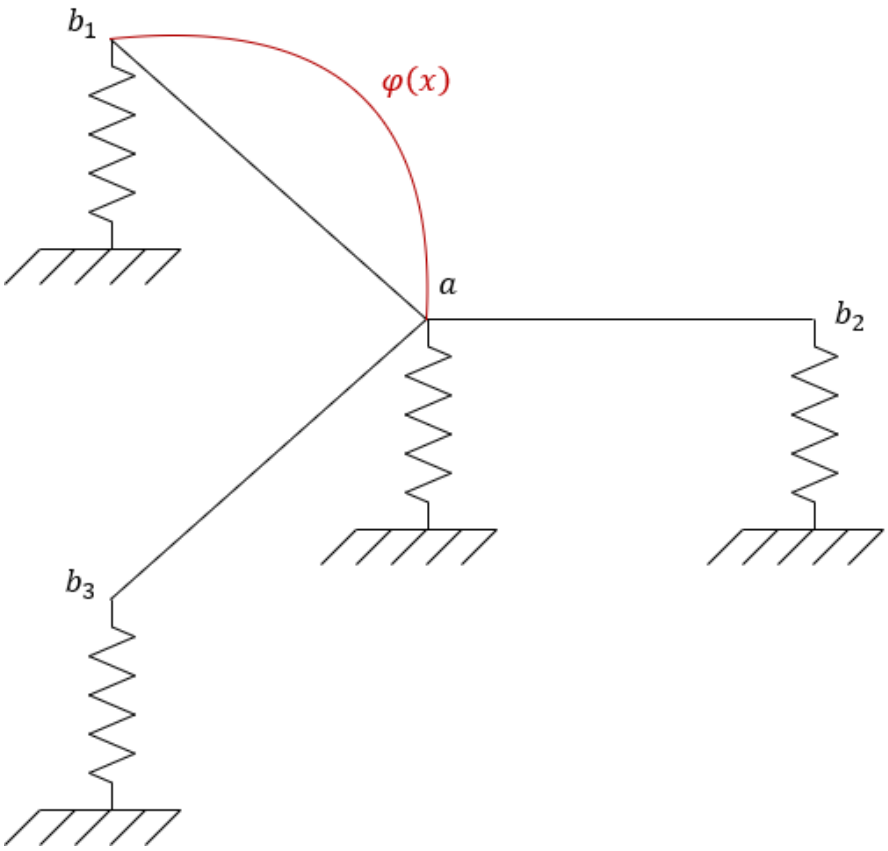


Рисунок.4.1

Тогда введённое представление (4.1) поиска решения породит следующие задачи: $B_3(\ell, 3k, k, F\varphi)$, $B_3(\ell, 3k, k, G_2\varphi)$, $B_3(\ell, 3k, k, G_3\varphi)$.

В силу отмеченного утверждения из главы 3, решение задачи, модель которой изображена на рисунке (Рис.4.1.) требует отдельного рассмотрения и вычисления отдельного узла, представленного на:

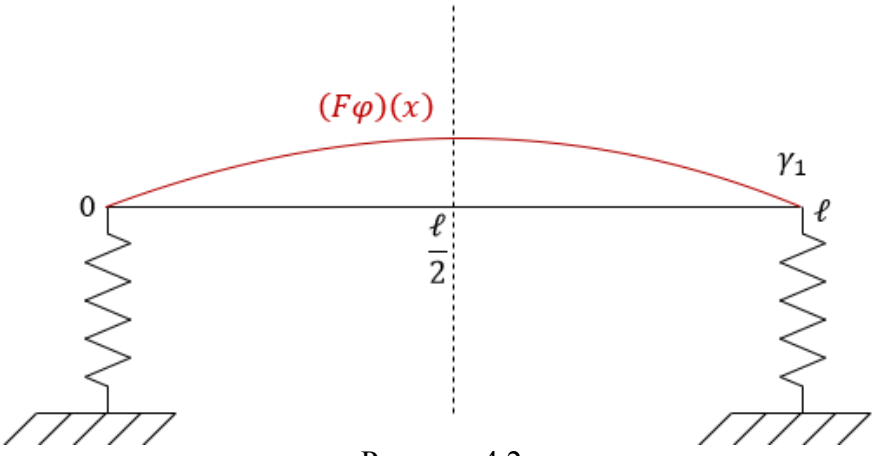


Рисунок.4.2

Решение последней задачи, может быть найдено, как решение задачи $B_2\left(\frac{\ell}{2}, k, k, F\varphi\right)$. А именно:

$$u^{F\varphi}(x,t) = u^{\widetilde{F\varphi}}(x,t) + u^{\widetilde{G\varphi}}(x,t)\,,$$

где $\widetilde{F\varphi}$ и $\widetilde{G\varphi}$ – вспомогательные функционалы:

$$\widetilde{F\varphi} = \frac{(F\varphi)\left(\frac{\ell}{2} - x\right) + (F\varphi)\left(\frac{\ell}{2} + x\right)}{2}\,;$$

$$\widetilde{G\varphi} = \frac{(F\varphi)\left(\frac{\ell}{2} - x\right) - (F\varphi)\left(\frac{\ell}{2} + x\right)}{2}\,,$$

определенные на отрезке $[0, \ell]$, т.е. в метрике $\mathbb{R}^1$.

Функции $\widetilde{F\varphi}$ и $\widetilde{G\varphi}$ будут вести себя как функции на отрезке, т.е. распадутся: $\widetilde{F\varphi}$ – как четная функция, $\widetilde{G\varphi}$ – как нечетная функция.

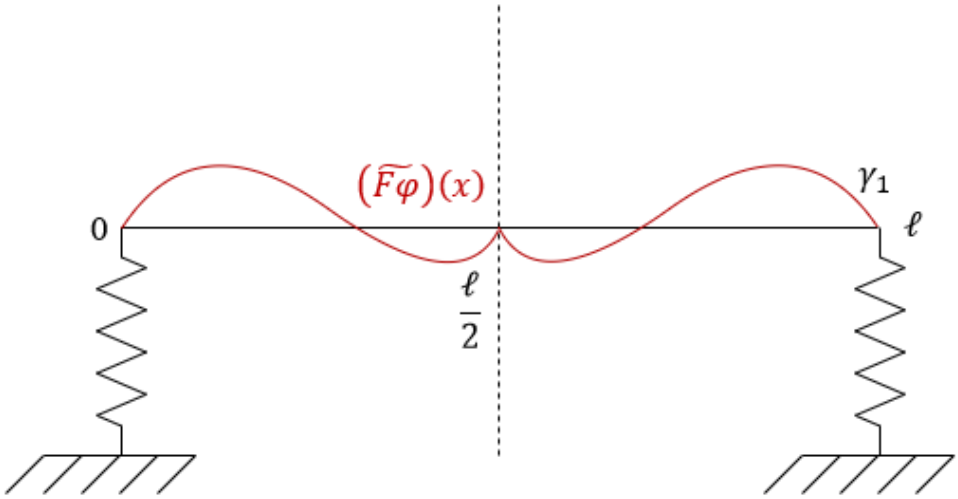


Рисунок.4.3

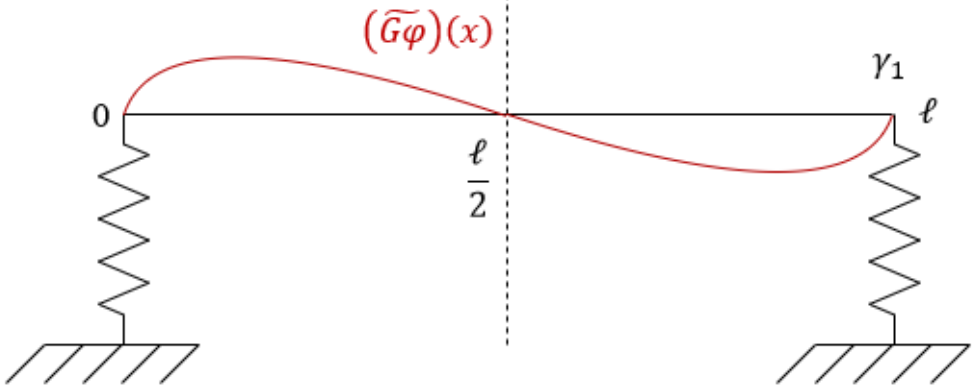


Рисунок.4.4

Построение решения для задачи $B_2\left(\frac{\ell}{2}, k, k, F\varphi\right)$ равносильно поиску решения задач $S\left(\frac{\ell}{2}, 0, k, \widetilde{F\varphi}\right)$, модель которой изображена на рисунке:

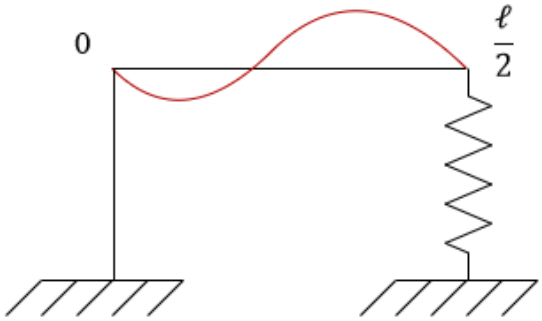


Рисунок.4.5

и $S\left(\frac{\ell}{2}, +\infty, k, \widetilde{G\varphi}\right)$, модель которой изображена на рисунке:

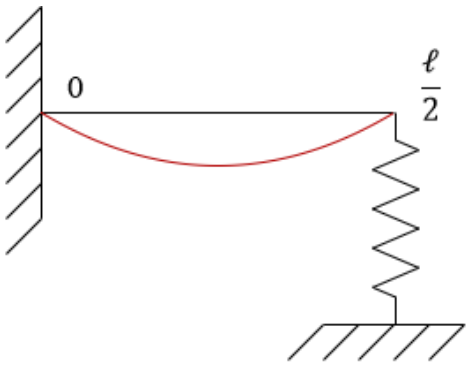


Рисунок.4.6

Осталось отметить, что решение задач $B_3(\ell, 3k, k, G_2\varphi)$ и $B_3(\ell, 3k, k, G_3\varphi)$ строятся через представление задач $S(\ell, k, +\infty, G_2\varphi)$ и $S(\ell, k, +\infty, G_3\varphi)$ и определение функционалов $G_2\varphi$ и $G_3\varphi$, модели которых следующие:

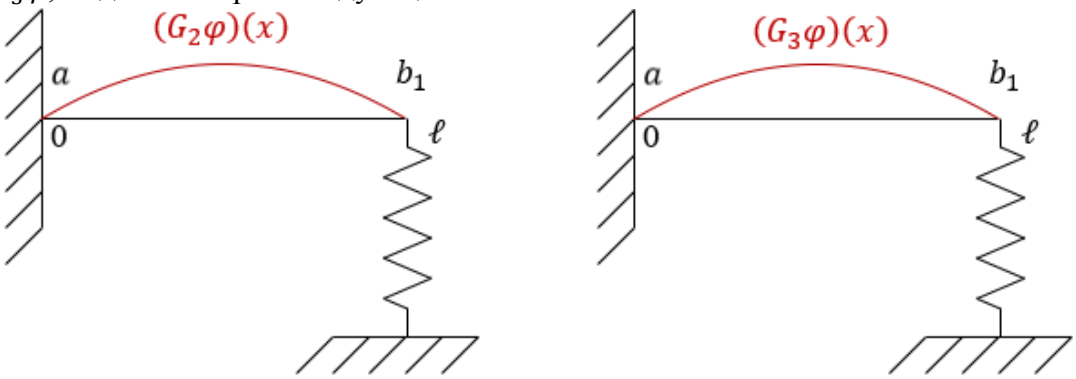


Рисунок.4.7

Реализацию численного алгоритма в исследуемой задаче вкратце представим в виде блок-схемы:

Анализ показателей начального возмущения в виде численного массива

⇓

Создание массивов данных функций $(F\varphi)(x)$, $(G_2\varphi)(x)$ и $(G_3\varphi)(x)$

⇓

Отдельное вычисление решения задачи с $(F\varphi)(x)$, требующее вспомогательных расчетов

⇓

Вычисление решения задач с $(G_2\varphi)(x)$ и $(G_3\varphi)(x)$

⇓

Графическое построение решения по узловым точкам с использованием (4.1) для фиксировано взятых параметров

Вывод:

Рассмотренная задача с сингулярностью позволяет моделирование широкого класса процессов различной природы. Для этой задачи построен численный алгоритм.

Литература

1. Найдюк, Ф.О. Исследование формулы Даламбера для волнового уравнения на отрезке с краевым условием третьего рода / Найдюк Ф.О. // Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2003. – 23 с. – Деп. в ВИНИТИ 07.07.03 № 1288-В2003.

2. Найдюк, Ф.О. Формула продолжения начальных данных в решении Даламбера для волнового уравнения на отрезке с краевым условием третьего рода / Ф.О. Найдюк, В.Л. Прядиев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2004. – № 1. – С. 115-122.

3. Найдюк, Ф.О. Нагруженная струна, краевое условие третьего рода / Ф.О. Найдюк, В.Л. Прядиев, С.М. Ситник // Современные методы теории краевых задач. Понтрягинские чтения - XVI. материалы Воронежской весенней математической школы

"Понтрягинские чтения - XVI". – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2005. – С. 151-152.

4. Найдюк, Ф.О. Численное решение задач о колебаниях / Ф.О. Найдюк, Е.Н. Десятирикова, Д.К. Проскурин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2013. – № 1. – С. 55-60.

5. Найдюк, Ф.О. Новый алгоритм решения задач о колебаниях / Ф.О. Найдюк, Е.Н. Десятирикова, Д.К. Проскурин // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. сборник трудов Международной научно-технической конференции. Воронежский государственный университет. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2017. – С. 110-120.

6. Найдюк, Ф.О. О распределении нулей решений динамических уравнений на временных шкалах / Ж.И. Бахтина, И.В. Колесникова, Ф.О. Найдюк, С.А. Шабров // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2018. – № 4. – С. 67-74.

7. Найдюк, Ф.О. О некоторых начально-краевых задачах для вырождающихся параболических уравнений / А.Д. Баев, Р.А. Ковалевский, Ф.О. Найдюк, А.А. Бабайцев, В.Д. Харченко, И.Ф. Леженина, О.К. Плетнева // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2019. – № 1. – С. 59-68.

8. Найдюк, Ф.О. Теорема о композиции для одного класса вырождающихся псевдодифференциальных операторов с символом, зависящим от комплексного параметра / А.Д. Баев, А.А. Бабайцев, В.Д. Харченко, Ф.О. Найдюк // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2019. – № 2. – С. 54-64.

9. Найдюк, Ф.О. Исследование волнового уравнения с сингулярностью на несимметричном графе / Ф.О. Найдюк // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2021. – № 1. – С. 110-116.

УДК 517.956.321

КОЛЕБАНИЕ СЕТКИ СТРУН С ТОЧЕЧНОЙ МАССОЙ

Салогуб Е. Д.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Процессы окружающего мира исследуются различными методами, в том числе с привлечением математических моделей, которые являются универсальными средствами для четкого и однозначного ответа на поставленные задачи исследователя.

В рассматриваемой работе исследуются колебания сеточной системы с точечной нагрузкой. При этом исследование данной задачи ставит перед собой цель получения аналитического решения в явном виде посредством специально разработанного алгоритма.

Среди имеющихся представлений решения подобных задач, основной упор в данной работе делается на построение решения в виде аналога формулы Даламбера-Эйлера.

Основной задачей будет считаться задача колебаний одной из механических систем, изображенных на рисунках:

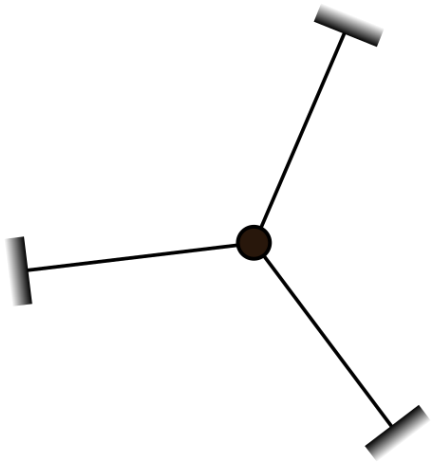


Рис. 1

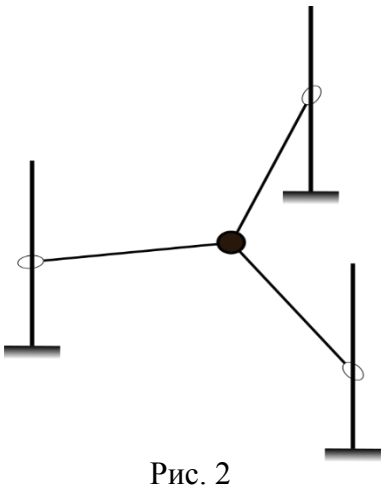


Рис. 2

Математическая модель которых может быть описана смешанной задачей для гиперболического уравнения с сингулярностью на геометрическом графе-звезде:

$$u_{xx}(x,t) = (1+q(x))u_{tt}(x,t), \quad (x \in \Gamma, t > 0) \tag{1.1}$$

где

$$q(x) = \sum_{z \in J(\Gamma)} k_z \delta(x-z), \tag{1.2}$$

причём $k_z > 0, \delta$ – дельта функция Дирака.

$$u(x+0\cdot h,t) = 0 \quad (x \in \partial\Gamma, h \in D(x), t \geq 0), \tag{1.3}$$

$$u(x,0) = \varphi(x), \quad u_t(x,0) = 0 \quad \left(x \in \overline{\Gamma}\right), \tag{1.4}$$

Для начально-краевых задач на одномерном графе (отрезке) с краевыми условиями 1-2 родов, а также их комбинаций, решение, представимое в форме Даламбера достаточно хорошо изучено. Например, в случае краевых условий $k_1 = +\infty, k_2 = +\infty$ начально-краевая задача имеет краткое аналитическое представление

$$u(x,t) = \frac{1}{2}(f(x+t) + f(x-t),$$

где f – функция, определенная на $(-\infty, +\infty)$, совпадающая на $[0,l]$ с функцией φ – начальные данные и удовлетворяющая

$$f(x) = \begin{cases} \varphi(x), & \text{если } x \in [0,l] \\ -\varphi(2l-x), & \text{если } x \in [l,2l] \\ f\left(x - 2l\left[\frac{x}{2l}\right]\right), & \text{если } x > 2l \end{cases}.$$

Замечание. Исследование начально-краевой задачи с граничными условиями 3го рода полностью не раскрыто в виде решения Даламбера для произвольных комбинаций $k_1 > 0$ *и* $k_2 > 0$.

Математическая модель задачи колебания струны с точечной массой на правом конце

Перейдём к более близкому описанию интересующей модели именно с точечными массами. Математической моделью для задачи колебания струны с точечной массой, закреплённой на правом конце, являются следующие задачи:

$$\begin{cases} u_{xx}(x.t) = u_{tt}(x,t), \text{где } (0 < x < l, t > 0) \\ u(0,t) = 0, \ u_x(l,t) + mu_{tt}(l,t) = 0, \text{где } t > 0, \\ u(x,0) = \alpha(x), \text{ где } u_t(x,0) = 0, (0 \leq x \leq l) \end{cases} \tag{2.1}$$

$$\begin{cases} u_{xx}(x.t) = u_{tt}(x,t), \text{где } (0 < x < l, t > 0) \\ u(0,t) = 0, \ u_x(l,t) + mu_{tt}(l,t) = 0, \text{где } t > 0, \\ u(x,0) = \beta(x), \text{ где } u_t(x,0) = 0, (0 \leq x \leq l) \end{cases} \tag{2.2}$$

в которых l – длина струны и m – точечная масса на правом конце, определены как положительные числа, $\alpha, \beta \in C^2[0,l]$; а решение каждой задачи ищется в классе дважды непрерывно дифференцируемых вещественнозначных функций на $(0,l)\times\mathbb{R}^+$; u_x и u_t – производные u по x и t соответственно; $u_{xx}=(u_x)_x$ и $u_{tt}=(u_t)_t$. Относительно $\alpha(x)$ дополнительно предполагается, что $\alpha(0)=0$ *и* $\alpha''(0)=0$, а также $\alpha'(l)=-m\alpha''(l)$ а относительно $\beta(x)$, что $\beta'(0)=0$ и $\beta'(l)=-m\beta''(l)$. Эти условия необходимы и достаточны для двукратной дифференцируемости решений (2.1) и (2.2).

Задачи (2.1) и (2.2) могут служить математическими моделями колебаний следующих механических систем соответственно:

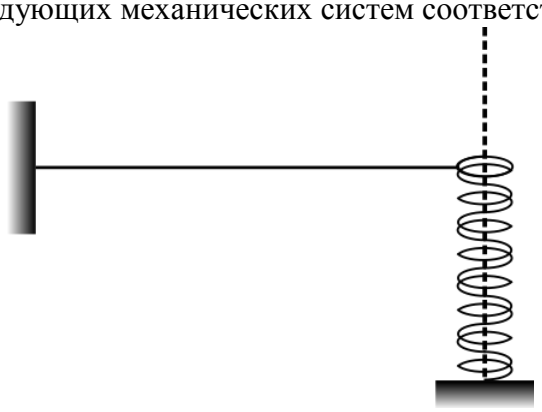


Рис. 3.

Рис. 4.

Решение задач (2.1) и (2.2) представимо в форме аналога Даламбера:

$$u(x,t)=\frac{1}{2}\big(\gamma(x+t)+\gamma(x-t)\big),$$

в котором γ – дважды непрерывно дифференцируемое продолжение α *с* $[0,l]$ *на* $\mathbb{R}$, в случае задачи (2.1), и – дважды непрерывно дифференцируемое продолжение β *с* $[0,l]$ *на* $\mathbb{R}$, в случае задачи (2.2). В итоге поиск решения задач будет сводиться к поиску функции γ.

Согласно постановкам задач (2.1) и (2.2) γ – есть продолжение начальных данных задач (2.1) и (2.2), подчинённое условиям:

для (2.1) $\gamma(-x)=-\gamma(x)$ *и* $\left(\gamma''+\frac{1}{m}\gamma'\right)(l+x)=-\left(\gamma''+\frac{1}{m}\gamma'\right)(l-x)$,

для (2.2) $\gamma(-x)=-\gamma(x)$ *и* $\left(\gamma''+\frac{1}{m}\gamma'\right)(l+x)=-\left(\gamma''+\frac{1}{m}\gamma'\right)(l-x)$,

$x\in\mathbb{R}$.

Последние две пары соотношений могут быть заменены на

$$\gamma''(x)-\gamma''(x-2l)+\frac{1}{m}\gamma'(x)+\frac{1}{m}\gamma'(x-2l)=0,(x\geq l) \qquad (2.3)$$

и

$$\gamma''(x)+\gamma''(x-2l)+\frac{1}{m}\gamma'(x)-\frac{1}{m}\gamma'(x-2l)=0,(x\geq l) \qquad (2.4)$$

соответственно. Другими словами γ – это нечётная (чётная) дважды непрерывно дифференцируемая функция, сужение которой на $[0,+\infty)$ является решением задачи (2.1) или (2.2), при этом

$$\gamma(x)=\begin{cases}-\alpha(-x), & -l\leq x\leq 0\\ \alpha(x), & 0\leq x\leq l\end{cases} \qquad (2.5)$$

для задачи (2.1) и

$$\gamma(x)=\begin{cases}\beta(-x), & -l\leq x\leq 0\\ \beta(x), & 0\leq x\leq l\end{cases} \qquad (2.6)$$

для задачи (2.2).

Обозначив $k=\frac{1}{m}, \gamma'(x)=\zeta(x)$, переходим к задачам

$$\zeta'(x)-\zeta'(x-2l)+k\zeta(x)+k\zeta(x-2l)=0\ (x\geq l), \qquad (2.7)$$

$$\zeta(x)=\begin{cases}\alpha'(-x), -l\leq x\leq 0\\ \alpha'(x), 0\leq x\leq l\end{cases} \qquad (2.8)$$

и

$$\zeta'(x) + \zeta'(x-2l) + k\zeta(x) - k\zeta(x-2l) = 0 \ (x \geq l), \quad (2.9)$$

$$\zeta(x) = \begin{cases} -\beta'(-x), -l \leq x \leq 0 \\ \beta'(x), 0 \leq x \leq l \end{cases} \quad (2.10)$$

соответственно.

Исходя из нововведённых обозначений, имеют место следующие теоремы (доказательство которых см., например, [1]):

Теорема 1. *Пусть K_1 – оператор, который всякой функции $\psi \in C^2[0, l]$ ставит в соответствие определённую на $(-\infty, +\infty)$ чётную функцию $\tilde{\psi}$, совпадающую на* [0, *l*] *с функцией ψ. Тогда решение задачи* (2.1) *представимо в виду* (2.3)*, где*

$$\gamma(x) = \int_0^x (K_1\alpha')(s)ds.$$

Теорема 2. *Пусть K_2 – оператор, который всякой функции $\varphi \in C^2[0, l]$ ставит в соответствие определённую на $(-\infty, +\infty)$ нечётную функцию $\tilde{\varphi}$, совпадающую на* [0, *l*] *с функцией φ. Тогда решение задачи* (2.2) *представимо в виде* (2.4)*, где*

$$\gamma(x) = \beta(0) + \int_0^x (K_2\beta')(s)ds.$$

Колебания с точечной нагрузкой

Рассматривается волновое уравнение

$$u_{xx}(x,t) = (1 + q(x))u_{tt}(x,t), \quad (x \in \Gamma, t > 0) \quad (3.1)$$

где $q(x)$ понимается как:

$$q(x) = \sum_{z \in J(\Gamma)} k_z \delta(x - z), \quad (3.2)$$

причём $k_z > 0, \delta -$ дельта функция Дирака.

Отметим, что уравнение (3.1), которое при $x \in R(\Gamma)$ понимается как

$$u_{xx}(x,t) = u_{tt}(x,t), \quad (t > 0), \quad (3.3)$$

а вот во внутренних вершинах, то есть $z \in J(\Gamma)$ уравнение (3.1) понимается так:

$$\sum_{h \in D(z)} u_h^+(z,t) = k_z u_{tt}(z,t), \quad (3.4)$$

при этом функция $u(x,t)$, как функция переменного t, обладает равномерно непрерывной на $(0, t_0)$ производной второго порядка $\forall\ (t_0 > 0)$.

Кроме того $\forall\ z \in J(\Gamma)$ и $\forall (t > 0), \forall\ (h \in D(z))$ выполнено

$$u_{hh}^{++}(z,t) = u_{tt}(z,t). \quad (3.5)$$

Для уравнения (3.1) будет рассматриваться следующая смешанная (начально-краевая) задача:

$$u(x + 0 \cdot h, t) = 0 \quad (x \in \partial\Gamma, h \in D(x), t \geq 0), \quad (3.6)$$

$$u(x,0) = \varphi(x), \quad u_t(x,0) = 0 \quad \left(x \in \overline{\Gamma}\right), \quad (3.7)$$

где $\varphi(x)$ из (3.7) удовлетворяет условиям:

$$\varphi(x) \in \widetilde{C^2}\left(R(\Gamma)\right), \quad (3.8)$$

причем для $x \in \partial\Gamma$

$$\varphi(x) = 0, \quad \varphi_{hh}^{++}(x) = 0, \quad (3.9)$$

для $z \in J(\Gamma)\backslash Y$

$$\sum_{h \in D(z)} \varphi(z + 0 \cdot h) = 0, \quad \sum_{h \in D(z)} \varphi_h^+(z) = 0 \quad (3.10)$$

для любой $z \in J(\Gamma)\backslash Y$ и любых $h, h_1 \in D(z)$

$$\varphi_{hh}(z) = \varphi_{h_1 h_1}(z), \quad (3.11)$$

Замечание. Введённая задача может являться математической моделью, описывающей малые продольные колебания механических систем, изображенных на рисунках 1 и 2.

Теорема. *Пусть существует* $u(x,t)$ *– решение задачи* (3.1) – (3.7)*. Тогда оно единственно.*

Построение решения задачи на графе-звезде

Для краткости записи, введённые ранее смешанные начально-краевые задачи на отрезке $[0,l]$ определим единым обозначением:

$$\begin{cases} u_{yy}(y,t) = u_{tt}(y,t) \quad (0 < y < l, t > 0) \\ u_y(0,t) - m_1 u_{tt}(0,t) = 0,\ u_y(l,t) + m_2 u_{tt}(l,t) = 0\ (t > 0), \\ u(y,0) = \varphi(y), u_t(y,0) = 0 \quad (0 \le x \le l) \end{cases} \quad (4.1)$$

которое будет кратко обозначаться $T(l; m_1; m_2; \varphi(y))$, где $m_1, m_2 > 0$.

Тогда, по аналогии с обозначением задачи (4.1), через $B_3(l; Y;\ k_1; k_2; \varphi(x))$ будет обозначаться смешанная задача (1.1)–(3.7) на графе-звезде с 3 рёбрами длины l, где k_1 – коэффициент, определённый для узла, который будет обозначен как a, а $k_2 \in \{0; +\infty\}$ – коэффициент, определённый для всех остальных вершин графа-звезды Γ (обозначенных через (b_1, b_2, b_3)).

Замечание. *Будем рассматривать случаи, когда пара* (k_1, k_2) *принимает одно из трёх значений:* $(M,0), (M,k), (M,+\infty)$.

Замечание. *Рассматриваемая задача будет подразумевать* $Y = \varnothing$.

Вводятся в рассмотрение несколько вспомогательных операторов:

$$(Ч\varphi)(x) = \frac{1}{3}\sum_{i=1}^{3} \varphi(a + \|x - a\| h_i), \quad x \in \overline{\Gamma} \backslash Y, \quad (4.2)$$

$$(H_2\varphi)(x) = \begin{cases} (Ч\varphi)(x) - \varphi(a + \|x - a\| h_i), & x \in \overline{\gamma_1} \backslash Y, \\ \varphi(a + \|x - a\| h_2) - (Ч\varphi)(x), & x \in \overline{\gamma_2} \backslash Y, \\ 0, & x \in \overline{\Gamma \backslash (\gamma_1 \cup \gamma_2)} \backslash Y \end{cases} \quad (4.3)$$

$$(H_3\varphi)(x) = \begin{cases} (Ч\varphi)(x) - \varphi(a + \|x - a\| h_i), & x \in \overline{\gamma_1} \backslash Y, \\ \varphi(a + \|x - a\| h_3) - (Ч\varphi)(x), & x \in \overline{\gamma_3} \backslash Y, \\ 0, & x \in \overline{\Gamma \backslash (\gamma_1 \cup \gamma_3)} \backslash Y \end{cases} \quad (4.4)$$

$\gamma_1 = (a, b_1), \gamma_2 = (a, b_2), \gamma_3 = (a, b_3), \varphi : \Gamma \to \mathbb{R}^1$.

Определение 5.1. *Класс начальных данных задачи* $B_3(l; \varnothing;\ k_1; k_2; \varphi(x))$ *, определяемый условиями* (3.8) – (3.11) *будет обозначаться через* $K_3^B(l; \varnothing; k_1; k_2)$.

Лемма. *Пусть* $\psi : \Gamma \to \mathbb{R}^1$ *и* $\psi \in K_3^B(l; \varnothing; k_1; k_2)$ *, тогда* $(Ч\psi)(x)$ *и* $(H_i\psi)(x)$ $\forall\ (i \in [2,3])$ *принадлежит классу* $K_3^B(l; \varnothing; k_1; k_2)$, *причём* $(Ч\psi)_h^+(a) = (Ч\psi)_\eta^+(a) \quad \forall\ (h, \eta \in D(a))$, $(H_i\psi)(a) = 0$ *и* $(H\psi)_{h\eta}^{++}(a) = 0\ \forall\ (i \in [2,3], h \in D(a))$.

Следствие 5. *Обозначим через* $u^\varphi(x,t)$ $(x \in \Gamma, t > 0)$ *решение задачи* $B_3(l; \varnothing;\ k_1; k_2; \varphi(x))$ *, а через* $u^{(Ч\varphi)}(x,t)$ и $u^{(H_i\varphi)}(x,t)$ $(i \in [2,3])$ *решения задач* $B_3(l; \varnothing;\ k_1; k_2; (Ч\varphi)(x))$ и $B_3(l; \varnothing;\ k_1; k_2; (H_i\varphi)(x))$ $(i \in [2,3])$ *соответственно. Тогда непосредственно из леммы вытекает, что*:

$$u^\varphi(x,t) = u^{(Ч\varphi)}(x,t) + u^{(H_2\varphi)}(x,t) + u^{(H_3\varphi)}(x,t). \quad (4.5)$$

Далее предъявляется способ построения решения задач вида $B_3(l; \varnothing;\ k_1; k_2; \varphi(x))$, основанный на следствии леммы.

Утверждение. *Пусть* $\varphi(x) \in K_3^B(l; \varnothing; k_1; k_2)$, *где пара* (k_1, k_2) *принимает одно из трёх значений*: $(M,0), (M,k), (M,+\infty), (k, M -$ *некоторые положительные числа). Тогда*:

1) Решение $u^{(Ч\varphi)}(x,t)$ *задачи* $B_3(l; \varnothing;\ k_1; k_2; (Ч\varphi)(x))$ *существует, причём* $\forall(h \in D(a))$ *функция* $u^{(Ч\varphi)}(a + yh, t)$ *не зависит от выбора* h *и является решением задачи* $T\left(l; \frac{k_1}{3}; k_2; (Ч\varphi)(a + yh)\right)$;

2) $\forall(i \in [2,3])$ *решение* $u^{(H_i\varphi)}(x,t)$ *задачи* $B_3(l; \varnothing;\ k_1; k_2; (H_i\varphi)(x))$ *существует, причём функция* $u^{(H_i\varphi)}(y + ah_1, t)$ *является решением задачи* $S\left(l; +\infty; k_2; (H_i\varphi)(a + yh_1)\right)$ *и,*

кроме того, $u^{(H_i\varphi)}(y+ah_i,t)=-u^{(H_i\varphi)}(a++yh_i,t)$ *и, если* $h\notin\{h_1,h_i\}$, *то* $u^{(H_i\varphi)}(y+ah,t)\equiv 0$.

Следствие. *Решение* $u^{(Ч\varphi)}(x,t)$, *построенное в утверждении, сводится через представленное решение для задач* $T\left(l;\frac{k_1}{3};k_2;(Ч\varphi)(a+yh)\right)$, *которые явно представимы в формуле аналога Даламбера*.

Следствие. *Решение* $u^{(H_2\varphi)}(x,t)$ *и* $u^{(H_3\varphi)}(x,t)$, *построенные в утверждении, сводятся через представленное решение для задач* $S\left(l;+\infty;k_2;(H_i\varphi)(a+yh_1)\right)$, *которые явно представимы в формуле аналога Даламбера* (*см. например* [5]).

Заключение

Приведённое исследование колебаний двух механических систем с точечной нагрузкой позволило:

1) Построить её математическую модель;
2) Предъявить алгоритм поиска решения построенной модели, заключающийся в сведении искомого решения «по частям» к аналогичным решениям задач на отрезке. Решение последних описывается в виде желаемого аналога формулы Даламбера.

Используемая литература

1. Найдюк, Ф.О. Исследование формулы Даламбера для волнового уравнения на отрезке с краевым условием третьего рода / Найдюк Ф.О. // Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2003. – 23 с. – Деп. в ВИНИТИ 07.07.03 № 1288-В2003.
2. Найдюк, Ф.О. Формула продолжения начальных данных в решении даламбера для волнового уравнения на отрезке с краевым условием третьего рода / Ф.О. Найдюк, В.Л. Прядиев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2004. – № 1. – С. 115-122.
3. Найдюк, Ф.О. Нагруженная струна, краевое условие третьего рода / Ф.О. Найдюк, В.Л. Прядиев, С.М. Ситник // Современные методы теории краевых задач. Понтрягинские чтения - XVI. материалы Воронежской весенней математической школы "Понтрягинские чтения - XVI". – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2005. – С. 151-152.
4. Найдюк, Ф.О. Численное решение задач о колебаниях / Ф.О. Найдюк, Е.Н. Десятирикова, Д.К. Проскурин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2013. – № 1. – С. 55-60.
5. Найдюк, Ф.О. Новый алгоритм решения задач о колебаниях / Ф.О. Найдюк, Е.Н. Десятирикова, Д.К. Проскурин // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. сборник трудов Международной научно-технической конференции. Воронежский государственный университет. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2017. – С. 110-120.
6. Найдюк, Ф.О. О распределении нулей решений динамических уравнений на временных шкалах / Ж.И. Бахтина, И.В. Колесникова, Ф.О. Найдюк, С.А. Шабров // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2018. – № 4. – С. 67-74.
7. Найдюк, Ф.О. О некоторых начально-краевых задачах для вырождающихся параболических уравнений / А.Д. Баев, Р.А. Ковалевский, Ф.О. Найдюк, А.А. Бабайцев, В.Д. Харченко, И.Ф. Леженина, О.К. Плетнева // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2019. – № 1. – С. 59-68.
8. Найдюк, Ф.О. Теорема о композиции для одного класса вырождающихся псевдодифференциальных операторов с символом, зависящим от комплексного параметра / А.Д. Баев, А.А. Бабайцев, В.Д. Харченко, Ф.О. Найдюк // Вестник Воронежского

государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2019. – № 2. – С. 54-64.

9. Найдюк, Ф.О. Исследование волнового уравнения с сингулярностью на несимметричном графе / Ф.О. Найдюк // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2021. – № 1. – С. 110-116.

УДК 517.956

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРИИ КАТАСТРОФ

Лепёхина Ю. А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Актуальность. В современном, непрерывно развивающемся мире каждый день открываются всё новые и новые предприятия. Появляются новые виды оказываемых услуг, разрабатываются новые продукты массового производства. Кроме того, активно растёт количество компаний, относящихся к категориям малого и среднего бизнеса, управлением и продвижением которых может заниматься небольшая группа людей или даже один конкретный человек – владелец предприятия. Успешность в развитии того или иного предприятия зависит от множества факторов, в число которых входят самые различные, порой, стихийные явления. Если к разряду стихийных явлений причислять внешние факторы, которые практически не поддаются математическому анализу, то существуют и те факторы, которые анализу поддаются и позволяют определить так называемое финансовое положение предприятия, сделать прогноз в отношении его дальнейшей судьбы или повлиять на него, скорректировав проанализированные финансовые участки положения предприятия. В число таких факторов входят коэффициенты быстрой, текущей и абсолютной ликвидности, по сути, являющиеся внутренними факторами развития предприятия, на основании которых можно говорить о его окупаемости и дальнейших перспективах существования. Учёт данных коэффициентов осуществляется благодаря анализу методами теории катастроф. Актуальность использования методов теории катастроф в первую очередь объясняется как универсальностью, с одной стороны, так и направленностью на современные социально-экономические изменения, обладающие повышенной чувствительностью к течению времени, с другой стороны. Таким образом, применение данной теории в экономических и финансовых расчетах является более чем актуальным.

Цель исследования – изучение алгоритмов теории катастроф, их взаимосвязей; анализ применения этих алгоритмов в экономических задачах; выявление факторов, влияющих на экономическое состояние выбранных предприятий при помощи анализа их финансового положения методами теории катастроф.

Объект исследования – два разнотипных по форме экономического хозяйствования крупнейших предприятия РФ, для которых применяется анализ финансового состояния с помощью двух типов катастроф.

Для достижения поставленной цели и проверки выдвинутой гипотезы были поставлены следующие задачи:

1. На основе анализа специальной литературы по математической экономике определить содержание понятия *теория катастроф*;
2. Опираясь на ключевые понятия теории катастроф, определить содержания понятия *ликвидность предприятия*;
3. Разработать программу эмпирического исследования ликвидности предприятий методами теории катастроф;
4. Оценить рациональность применения методов теории катастроф для установления ликвидности предприятий.

Базой практического исследования выступили следующие предприятия: ПАО «НК «Роснефть» и ПАО «Аэрофлот».

Сущность теории катастроф

Прежде всего, необходимо конкретизировать сущность теории катастроф. Теория катастроф является разделом математической науки, изучающей теорию бифуркаций дифференциальных уравнений и теорию особенностей гладких отображений.

Предметом теории катастроф является изучение зависимости природы решений уравнений от параметров присутствующих в них.

Для уточнения, рассматривается решение $\psi_1(t,x;c_a),\psi_2(t,x;c_a),\dots$ системы n уравнений, заданной в пространстве R^N с переменными $x=(x_1,x_2,\dots,x_n)$

$$F_i\left(\psi_i;c_a;t,\frac{d\psi_j}{dt},\frac{d^2\psi_i}{dt^2},\dots;\ x_l;\ \frac{\partial\psi_j}{\partial x_l},\frac{\partial^2\psi_j}{\partial x_l\partial x_m},\dots;\int dx_l,\dots\right)=0\,, \qquad (1)$$

где $1\le i\le n, 1\le l,m\le N$, $1\le a\le k$, переменные $x_l\ u\ t$ являются пространственными и временными переменными соответственно. Решения ψ_j называются переменными состояния, поскольку они описывают состояние системы. Уравнения $F_i=0$ зависят от k параметров c_a, которые называются управляющими параметрами в силу того, что они могут влиять на решения ψ_j.

Исследование решений системы (1) задача с одной стороны очень непростая, а с другой – не всегда обоснована с точки зрения её трудоёмкости. Именно по этой причине этот процесс исследования (1) можно облегчить путём последовательных преобразований системы.

А именно:

1. Предполагается, что интегро-дифференциальное уравнение (1) не содержит интегралов. А значит, оно будет уравнением в частных производных.

$$F_i\left(\psi_j;c_a;t,\frac{d\psi_j}{dt},\frac{d^2\psi_j}{dt^2},\dots,x_l;\frac{d\psi_j}{dx_l},\frac{d^2\psi_j}{dx_ldx_m},\dots;-\right)=0. \qquad (2)$$

2. Для простоты, предполагается, что система (2) не имеет пространственных производных любого порядка, то есть:

$$F_i=F_i\left(\psi_j;c_a;t,\frac{d\psi_j}{dt},\frac{d^2\psi_j}{dt^2},\dots;x_l;-;-\right). \qquad (3)$$

3. Далее предполагается, что система (3) не зависит от пространственных координат x_l:

$$F_i=F_i\left(\psi_j;c_a;t,\frac{d\psi_j}{dt},\frac{d^2\psi_j}{dt^2},\dots;-;-;-\right). \qquad (4)$$

4. Кроме того, берётся в расчёт, что система (4) содержит производные по t не выше первого порядка и они входят в функцию F_i особым образом.

$$F_i=\frac{d\psi_i}{dt}-f_i\left(\psi_j;c_a;t\right)=0. \qquad (5)$$

5. Из-за того, что система (1.1.5) всё ещё слишком сложна для исследования, поэтому, без ограничения общности осуществляется предположение, что функции f_i совершенно не зависят от времени. В результате получается автономная динамическая система уравнений.

$$F_i=\frac{d\psi_i}{dt}-f_i\left(\psi_j;c_a;-\right)=0. \qquad (6)$$

6. Замечается, что функции f_i подобны силам, используемым в классической механике. Упрощение возможно тогда, когда сила – консервативная, а функции f_i задаются антиградиентом потенциальной функции:

$$f_i=-\frac{\partial V\left(\psi_j;c_a\right)}{\partial\psi_i},F_i=\frac{d\psi_i}{dt}+\frac{\partial V(\psi_i;c_a)}{\partial\psi_i}=0. \qquad (7)$$

Система вида (7) называется градиентной системой ($\dot{\psi}=-\nabla_\psi V$).

Наконец, то, ради чего было проделано столько преобразований. Это состояние равновесия $\frac{d\psi_i}{dt} = 0$ системы (7), описываемого с помощью системы уравнений вида:

$$\frac{\partial V(\psi_j; c_a)}{\partial \psi_i} = 0. \quad (8)$$

При этом состояние градиентных систем зависит от управляющих параметров c_a.

Теория катастроф – это теория, описывающая влияние состояния равновесия $\psi_j(c_a)$ потенциальной функции $V(\psi_j, c_a)$, в зависимости от изменения управляющих параметров c_a.

Критическими точками гладкой функции $V(x_1, x_2, \dots, x_n)$ называются точки, в которых $\nabla V = 0$. Также они называются точками равновесия**.** Критические точки называют изолированными, невырожденными или морсовскими критическими точками, если: $detV_{ij} \neq 0$.

Пусть в точке $c = c^0$ l собственных значений $\lambda_1(c), \dots, \lambda_l(c)$ будут обращаться в нуль, тогда, можно пользоваться леммой расщепления Тома:

$$V(x; c) = f_{NM}(y_1(x; c), \dots, y_l(x; c); c) + \sum_{j=l+1}^{n} \lambda_j(c)(y_j(x))^2. \quad (9)$$

В таком представлении, координаты $y_1(x; c), \dots, y_l(x; c)$, соответствующие обращающимся в нуль собственным значениям $\lambda_1(c), \dots, \lambda_l(c)$ являются гладкими функциями, как n переменных состояния, так и k управляющих параметров. Координаты $y_{l+1}(x; c), \dots, y_n(x; c)$, соответствующие ненулевым собственным значениям $\lambda_{l+1}(c), \dots, \lambda_n(c)$, являются гладкими функциями исходных переменных состояния x. В точке $(x^0; c^0)$ все элементы матрицы устойчивости $\frac{\partial^2 f_{NM}}{\partial y_i \partial y_j}$ $(1 \leq i, j \leq l)$ обращаются в нуль. Существует гладкая замена переменных и потенциальную функцию можно записать в виде:

$$V = CG(l) + \sum_{i=l+1}^{n} \lambda_j y_j^2. \quad (10)$$

Функция $CG(l)$ называется ростком катастрофы. В таблице ниже приводятся все возможные ростки при $k \leq 5$, причём они могут соответствовать только одному или двум нулевым собственным значениям матрицы V_{ij}.

Тип катастрофы	Росток	k	Возмущение
A_2	x^3	1	a_1x
$A_{\pm3}$	$\pm x^4$	2	$a_1x + a_2x^2$
A_4	x^5	3	$a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$
$A_{\pm5}$	$\pm x^6$	4	$a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4$
A_6	x^7	5	$x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5$
D_{-4}	$x^2y - y^3$	3	$a_1x + a_2y + a_3y^2$
D_{+4}	$x^2y + y^3$	3	$a_1x + a_2y + a_3y^2$
D_5	$x^2y + y^4$	4	$a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4y^2$
D_{-6}	$x^2y - y^5$	5	$a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4y^2 + a_5y^2$
D_{+6}	$x^2y + y^5$	5	$a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4y^2 + a_5y^2$
$E_{\pm6}$	$x^3 \pm y^4$	5	$a_1x + a_2y + a_3xy + a_4y^2 + a_5xy^2$

Таблица 1. Канонические формы катастроф

Взаимосвязь катастроф типа «Сборка» и «Ласточкин хвост»

Для нахождения взаимосвязи между катастрофами типа «Сборка» и «Ласточкин хвост» дадим им определение согласно с ранее введённой таблицей.

Катастрофа типа «Сборка» задаётся формулой:

$$V_{ab}(x) = \frac{1}{4}x^4 + \frac{1}{2}ax^2 + bx.$$

Катастрофа типа «Ласточкин хвост» задаётся формулой:

$$V_{abc}(x) = \frac{1}{5}x^5 + \frac{a}{3}x^3 + \frac{b}{2}x^2 + cx.$$

В пространстве R^k управляющих параметров ростка $A_{k+1} = x^{k+2}$ из начала координат исходят две линии, параметризующие ростки $A_k = \tilde{x}^{k+1}$. Для того, чтобы определить уравнений этих линий в пространстве R^k необходимо провести анализ размерностей пространств, в которых лежат эти ростки.

Предполагается, что для нахождения одномерных кривых $A_4 \to A_3$ нужно поступить следующим образом:

$$\frac{1}{5}x^5 + \sum_{j=1}^{3}\frac{1}{j}a_j x^j = \frac{1}{5}(x+\lambda)^4(x+a) + c.$$

При сравнении коэффициентов при разных степенях x, получается:

$$\frac{5}{j}a_j = \binom{4}{j-1}\lambda^{4-(j-1)} + \binom{4}{j}\lambda^{4-j}a.$$

Условие $a_4 = 0$ является определяющим для взаимосвязи между трёхкратным вырожденным корнем в точке $x = -\lambda$ и изолированным корнем в $x = -\frac{4a+\lambda}{5} = 3\lambda$: $a_4 = 0 = 4\lambda + a \Longrightarrow a = -4\lambda$.

Исходящие из ростка x^5 катастрофы A_4 линии катастроф A_3 имеют представление:

$$a_j = (-)\binom{4}{j-1}(4-j)\lambda^{5-j}, j = 1,2,3.$$

Если исключить параметр λ, то получается уравнение, которое имеет только управляющие параметры:

$$\lambda = \left[\frac{-a_j}{\binom{4}{j-1}(4-j)}\right]^{\frac{1}{5-j}}$$

Подводя итог, можно сделать вывод о том, что линии катастроф меньшего порядка, всегда исходят из каждого ростка большего порядка. А двумерные поверхности $k-1$ *порядка исходят из каждого ростка* $k+1$ порядка.

Катастрофа сборки задаётся формулой:

$$V_{ab}(x) = \frac{1}{4}x^4 + \frac{1}{2}ax^2 + bx. \quad (11)$$

Многообразие этой катастрофы *M* задаётся уравнением:

$$0 = \frac{d}{dx}V_{ab}(x) = x^3 + ax + b. \quad (12)$$

В качестве параметров карты для M берётся точка (x, a), точка M будет иметь координаты:

$$(x, a, b) + (x, a, -ax - x^3). \quad (13)$$

Теперь для (11) используется разложение Тейлора:

$$V_{ab}(x+X) = \frac{1}{4}X^4 + xX^3 + \left(\frac{3}{2}x^2 + \frac{a}{2}\right)X^2 + 0X - \left(\frac{3}{4}x^4 + \frac{a}{2}x^2\right). \quad (14)$$

Практическая реализация методов теории катастроф

Для дальнейшего анализа, применения инструментария теории катастроф и раскрытия целей исследования данной работы (в частности двух типов: «Сборки» и «Ласточкин хвост») были взяты экономические показатели из открытых банков с 2008 по 2019 годы: ПАО «НК «Роснефть» и ПАО «Аэрофлот».

Пример 1. ПАО «НК «Роснефть»

Данные, полученные при расчёте коэффициента текущей ликвидности с 2008 по 2019 годы. Результаты представлены в таблице ниже:

Год	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Коэф.	0,77	0,95	1,52	2,24	2,15	1,04	1,04	1,32	0,82	0,59	1,05	0,86

Таблица 1. текущая ликвидность

При подсчёте среднего значения коэффициента текущей ликвидности $= 1{,}2$ по данным таблицы 1, можно сделать вывод, что данный показатель находится чуть ниже нормального уровня. Это означает, что у данного предприятия могут возникнуть трудности, при погашении текущих обязательств при помощи своих оборотных активов.

Данные, полученные при расчёте коэффициента быстрой ликвидности с 2008 по 2019 годы. Результаты представлены в таблице ниже:

Год	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Коэф.	0,56	0,69	1,51	1,55	1,58	0,58	0,41	1,04	0,51	0,33	0,64	0,64

Таблица 2. быстрая ликвидность

По данным таблицы 2 можно сделать вывод о том, что среднее значение коэффициента быстрой ликвидности $= 0{,}83$ находится в пределах нормы. Это значит, что компания способна погасить свои текущие обязательства, даже в случае возникновения проблем с реализацией продукции.

Строим график зависимостей:

График .1. Зависимость ПАО «НК «Роснефть» от двух кризисных показателей.

Из полученного в ходе анализа графика можно сделать первый вывод: в 2011 году происходит резкий скачок вверх, как следствие – улучшается платёжеспособность предприятия, улучшается оборот средств, которые были вложены в запас. После 2013 года видим сильное снижение, но серьёзно они не повлияют на предприятие такого уровня. Если положение станет критичным, то предприятие сможет выбраться за счёт уже достигнутых результатов.

Пример 2. ПАО «Аэрофлот»

Данные, полученные при расчёте коэффициента текущей ликвидности с 2013 по 2018 годы. Результаты представлены в таблице ниже:

Год	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Коэф.	1,20	0,72	0,74	1,08	1,19	0,92

Таблица 3– текущая ликвидность

При подсчёте среднего значения коэффициента текущей ликвидности $= 0{,}98$ по данным таблицы 3, можно сделать вывод, что данный показатель находится значительно ниже нормального уровня. Это означает, что у данного предприятия могут возникнуть серьёзные трудности, при погашении текущих обязательств при помощи своих оборотных активов.

Данные, полученные при расчёте коэффициента быстрой ликвидности с 2013 по 2018 годы. Результаты представлены в таблице ниже:

Год	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Коэф.	0,72	0,41	0,43	0,63	0,70	0,47

Таблица 4– быстрая ликвидность

По данным таблицы 4 можно сделать вывод о том, что среднее значение коэффициента быстрой ликвидности $= 0{,}56$, также, как и коэффициент текущей ликвидности, находится ниже нормы. Это значит, что здесь у компании также могут возникнуть значительные сложности, при погашении текущих обязательств, тем более, если возникнет проблема с оказанием (предоставлением) услуг.

Аналогично строится график зависимости:

График 2. Зависимость ПАО «Аэрофлот» от двух кризисных показателей

Из полученного в ходе анализа нового графика можно сделать следующий вывод: данное предприятие финансово не устойчиво, так как значения коэффициентов, отражающих ликвидность и платёжеспособность предприятия, находятся ниже необходимого уровня. Скачкообразное поведение графика также указывает на нестабильность данного предприятия. Предполагается, что имеются сложности с покрытием текущих расходов. Вероятны потери потенциальных инвесторов, сдача имеющихся позиций на рынке, а также затруднение получения кредитных средств.

Применение катастрофы типа «Ласточкин хвост»

Теперь будет произведён анализ экономической ситуации, введённых выше двух экономических субъектов, с добавлением еще одного кризисного показателя для более точной оценки ликвидности и платёжеспособности. Функция финансово-экономического состояния Q примет следующий вид:

$$Q = \frac{1}{5}{c_1}^5 + \frac{1}{3}c_3{c_1}^3 + \frac{1}{2}c_2{c_1}^2 + tc_1 \qquad (15)$$

В качестве кризисных показателей будут использоваться коэффициенты быстрой, текущей и абсолютной ликвидности.

Пример 1. ПАО «НК «Роснефть».

Данные, полученные при расчёте коэффициента текущей ликвидности с 2008 по 2019 годы. Результаты представлены в таблице ниже:

Год	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Коэф.	0,77	0,95	1,52	2,24	2,15	1,04	1,04	1,32	0,82	0,59	1,05	0,86

Таблица 5. текущая ликвидность

Данные, полученные при расчёте коэффициента быстрой ликвидности с 2008 по 2019 годы. Результаты представлены в таблице ниже:

Год	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Коэф.	0,56	0,69	1,51	1,55	1,58	0,58	0,41	1,04	0,51	0,33	0,64	0,64

Таблица 6. быстрая ликвидность

Данные, полученные при расчёте коэффициента абсолютной ликвидности с 2008 по 2019 годы. Результаты представлены в таблице ниже:

Год	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Коэф.	0,11	0,23	1,01	0,81	1,35	0,43	0,27	0,5	0,43	0,25	0,54	0,37

Таблица 7. абсолютная ликвидность

По данным таблицы 7 можно сделать вывод о том, что среднее значение коэффициента абсолютной ликвидности $= 0{,}42$, также, как и коэффициенты быстрой ликвидности, находится в норме. Это также свидетельствует о том, что компания не имеет трудностей при погашении текущих обязательств, при помощи абсолютно ликвидных активов.

По имеющимся данным строится новый график зависимостей:

График 3. Зависимость ПАО «НК «Роснефть» от трёх кризисных показателей.

Из полученного в ходе анализа графика можно сделать второй вывод по данному экономическому субъекту: поведение кривой говорит о верности первичных выводов, касающихся этого предприятия.

Пример 2. ПАО «Аэрофлот»

Данные, полученные при расчёте коэффициента текущей ликвидности с 2013 по 2018 годы. Результаты представлены в таблице ниже:

Год	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Коэф.	1,20	0,72	0,74	1,08	1,19	0,92

Таблица 8– текущая ликвидность

Данные, полученные при расчёте коэффициента быстрой ликвидности с 2013 по 2018 годы. Результаты представлены в таблице ниже:

Год	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Коэф.	0,72	0,41	0,43	0,63	0,70	0,47

Таблица 9– быстрая ликвидность

Данные, полученные при расчёте коэффициента абсолютной ликвидности с 2008 по 2019 годы. Результаты представлены в таблице ниже:

Год	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Коэф.	0,28	0,21	0,21	0,30	0,39	0,2

Таблица 10– абсолютная ликвидность

По данным таблицы 10 можно сделать вывод о том, что среднее значение коэффициента абсолютной ликвидности $= 0{,}27$, в отличии от коэффициентов быстрой и текущей ликвидности, находится в норме. Это говорит о том, что компания рационально использует свои денежные средства, а также может погашать текущие обязательства, при помощи абсолютно ликвидных активов.

По новым данным строится новый график зависимостей:

График 4. Зависимость ПАО «Аэрофлот» от трёх кризисных показателей

Из полученного в ходе анализа графика можно сделать второй вывод по данному экономическому субъекту: поведение кривой имеет оптимальное значение коэффициента абсолютной ликвидности, что незначительно сглаживает её поведение. Установлено, что первичные выводы относительно данного предприятия – верны.

Подведение итогов исследования

Были выделены и изучены основные факторы, влияющие на финансово-экономическое состояние предприятия. Для анализа были выбраны факторы, отображающие ликвидность и платёжеспособность предприятия. Далее, с помощью применения методов теории катастроф был произведён анализ двух реальных экономических предприятий посредством применения катастроф типа «Сборка» и «Ласточкин хвост». Последняя дала возможность произвести более точную оценку ликвидности и платёжеспособности экономических субъектов, а также удостовериться в первичных выводах, которые были получены в ходе применения катастрофы типа «Сборка».

С точки зрения практики, применение теории катастроф позволяет своевременно спрогнозировать возможные финансовые потери и определить момент попадания в критическую область. Это способствует оперативной разработке и внедрению плана действий, который позволит избежать краха предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Найдюк, Ф.О. Исследование формулы Даламбера для волнового уравнения на отрезке с краевым условием третьего рода / Найдюк Ф.О. // Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2003. – 23 с. – Деп. в ВИНИТИ 07.07.03 № 1288-В2003.
2. Найдюк, Ф.О. Формула продолжения начальных данных в решении Даламбера для волнового уравнения на отрезке с краевым условием третьего рода / Ф.О. Найдюк, В.Л. Прядиев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2004. – № 1. – С. 115-122.
3. Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и её приложения. / Т.Постон, И.Стюарт М.: Мир, — 1980. — 607с.
4. Найдюк, Ф.О. Нагруженная струна, краевое условие третьего рода / Ф.О. Найдюк, В.Л. Прядиев, С.М. Ситник // Современные методы теории краевых задач. Понтрягинские чтения - XVI. материалы Воронежской весенней математической школы "Понтрягинские чтения - XVI". – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2005. – С. 151-152.
5. Найдюк, Ф.О. Численное решение задач о колебаниях / Ф.О. Найдюк, Е.Н. Десятирикова, Д.К. Проскурин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2013. – № 1. – С. 55-60.
6. Найдюк, Ф.О. Новый алгоритм решения задач о колебаниях / Ф.О. Найдюк, Е.Н. Десятирикова, Д.К. Проскурин // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. сборник трудов Международной научно-технической конференции. Воронежский государственный университет. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2017. – С. 110-120.
7. Найдюк, Ф.О. О распределении нулей решений динамических уравнений на временных шкалах / Ж.И. Бахтина, И.В. Колесникова, Ф.О. Найдюк, С.А. Шабров // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2018. – № 4. – С. 67-74.
8. Найдюк, Ф.О. О некоторых начально-краевых задачах для вырождающихся параболических уравнений / А.Д. Баев, Р.А. Ковалевский, Ф.О. Найдюк, А.А. Бабайцев, В.Д. Харченко, И.Ф. Леженина, О.К. Плетнева // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2019. – № 1. – С. 59-68.
9. Найдюк, Ф.О. Теорема о композиции для одного класса вырождающихся псевдодифференциальных операторов с символом, зависящим от комплексного параметра / А.Д. Баев, А.А. Бабайцев, В.Д. Харченко, Ф.О. Найдюк // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2019. – № 2. – С. 54-64.
10. Найдюк, Ф.О. Исследование волнового уравнения с сингулярностью на несимметричном графе / Ф.О. Найдюк // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2021. – № 1. – С. 110-116.

УДК 517.956.321

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КОНКУРЕНЦИИ

Мелещенко К. С.
Студент 2 курса магистратуры математического факультета ВГУ

Современный этап развития экономики тесно связан с её математизацией. Изучаемый экономический процесс заменяется математической моделью, которая исследуется с помощью аналитических методов или на основе проведения вычислительных экспериментов. Более ста лет назад учёные использовали математические модели для своих экономических исследований. Первая математическая модель рыночной конкуренции была опубликована Антуаном Огюстеном Курно ещё в 1838 году, а в 1988 году Л. Вальрас применял математические модели в своих лекциях по курсу политической экономии в Лозаннском университете. Сейчас экономическая теория полна различными моделями взаимодействия рынка рабочей силы, товаров и денег, поведения людей и т.д. Т.е. такими моделями, которые, по сути, являются равновесными. Реальный анализ экономических систем устанавливает, что большинство экономических процессов протекает во времени, и поэтому, являются динамическими. Математическая модель даёт возможность спрогнозировать развитие такого экономического процесса. Одним из традиционных подходов к прогнозированию является смещение точки равновесия динамической системы с помощью изменения различных параметров.

Каждый раздел экономической науки может быть отнесён к области приложения синергетики. Можно смело утверждать, что любой динамический экономический процесс содержит элемент, который осуществляет обратную связь – действующий фактор. И если мы хотим спрогнозировать риски, такие как катастрофы и перестройки, нам не обойтись без синергетики, как подхода к исследованию экономических процессов.

Прогнозирование – это одна из основных целей исследования экономики с помощью математических моделей, но она может обратиться в фантазию, если оно не будет подкреплено надежным методологическим фундаментом.

Актуальность исследования состоит в использовании синергетики в экономике – это потребность поиска новых путей применения новых мощных и современных вычислительных средств для решения важных и сложных практических задач.

В представленной работе была введена и исследована модель, математическими методами (основанными на теории краевых задач), позволяющими использовать численные алгоритмы для реализации на ЭВМ, которые получены с привлечением аналога метода Даламбера.

Целью исследования является исследование математической модели стратегического взаимодействия экономических объектов в условиях инновационной экономики, с помощью математической модели смешанной задачи для гиперболического уравнения с сингулярностью.

Задача данной работы: ввести и исследовать математическую модель, удовлетворяющему экономическому процессу, который происходит в условиях инновационной экономики между экономическими объектами.

Математический аппарат данной работы, представляет собой набор методов, который даёт возможность проводить эффективный анализ моделей реальных экономических процессов.

Модель выбора стратегии взаимодействия в условиях инновационной экономики.

Любая экономическая система, содержит в себе множество элементов, называемых, бизнес-факторами, к ним относятся: средства производства, финансовый капитал, трудовые ресурсы и т.д., без которых даже районная экономическая система будет работать плохо. Однако, в процессе моделирования строить модель с использованием всех этих факторов, является нецелесообразным, с точки зрения исследовательских и вычислительных затрат.

Определение. Гомоморфизм – упрощение структуры исследуемого объекта, при котором несколько свойств собирается в одно.

Например, если какое-либо тело имеет длину, ширину и высоту, то эти свойства могут быть заменены одним – объёмом.

Используя понятие гомоморфизма, введём в рассмотрение математическую модель, содержащую 4 параметра, отражающих большинство экономических бизнес-факторов.

Экономическая система, в условиях взаимодействия, может быть смоделирована математическими моделями колебаний струнной системы.

В нашей модели, пружина жесткости k, является средством управления и регулировки взаимодействия всей системы в целом, жесткость отражает стратегию, с помощью которой будет исследоваться поведение системы.

Струна-инерция реакции, определяющая импульс воздействия стратегии и поведения каждого из партнёров. При построении модели, длина струны формируется исходя из характеристик каждого из бизнес-факторов.

При выборе новой стратегии пружина или растягивается или сужается, идёт импульс воздействия на каждый из бизнес-факторов. В зависимости от состояния системы (в какой точке находится) она переходит из одной экономической динамики в другую.

Под экономической динамикой подразумеваем воспроизводственную динамику, которая движется в ходе кругооборота, находясь в процессе постоянного повторения, в результате чего удовлетворяются потребности людей и возобновляются материальные, трудовые и финансовые ресурсы. Так же, динамика экономических показателей - характер изменения экономических показателей во времени, определенный путем выбора стратегии.

Исследование большой системы, невозможно без дедуктивного её исследования, т.е. разбиения её на подсистемы, которые, в свою очередь, можно рассматривать, как самостоятельные системы. Поэтому, в следующем параграфе будет рассматриваться простейшая модель взаимодействия дух предприятий, находящиеся в условиях взаимодействия. Данная подсистема будет оказывать влияние на экономическую систему в целом, регулируя спрос-предложение, без чего невозможно представить экономическую систему какого-либо региона.

Математическая модель стратегического взаимодействия в условиях инновационной экономики.

В терминах, рассмотренных в предыдущем параграфе задачи, введём в рассмотрение математическую модель:

$$\begin{cases} \mathrm{u_{xx}}(\mathrm{x},\mathrm{t}) = \mathrm{u_{tt}}(\mathrm{x},\mathrm{t}), \;\; 0 < x < l, \;\; t > 0 \\ \mathrm{u}(\mathrm{x},0) = \varphi(\mathrm{x}), \qquad\qquad 0 < x < l \\ \mathrm{u_t}(\mathrm{x},0) = 0, \;\; 0 \le \mathrm{x} < \dfrac{\mathrm{l}}{2}, \qquad \dfrac{\mathrm{l}}{2} < x \le l \\ \mathrm{u}(0,\mathrm{t}) = 0, \qquad \mathrm{u}(\mathrm{l},\mathrm{t}) = 0, \qquad \mathrm{t} > 0 \\ \mathrm{u_x}\left(\dfrac{\mathrm{l}}{2} + 0, \mathrm{t}\right) - \mathrm{k}\Delta\mathrm{u}\left(\dfrac{\mathrm{l}}{2}, \mathrm{t}\right) = 0, \quad \mathrm{t} > 0 \\ \mathrm{u}'\left(\dfrac{\mathrm{l}}{2} - 0, \mathrm{t}\right) + \mathrm{k}\Delta\mathrm{u}\left(\dfrac{\mathrm{l}}{2}, \mathrm{t}\right) = 0, \qquad \mathrm{t} > 0 \end{cases} \qquad (1)$$

где l и k – фиксированные положительные скаляры. Решение поставленной задачи ведётся в классе вещественнозначных дважды – непрерывно дифференцируемых на $\left(0;\frac{\mathrm{l}}{2}\right) \cup \left(\frac{\mathrm{l}}{2},\mathrm{l}\right) \times \mathrm{R}^{+}$ функций.

Например, струнная модель системы (1) изображена на рисунке 1:

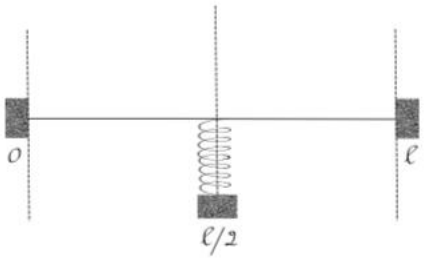


Рис.1

Пусть левый конец системы – «Предприятие 1», а правый конец «Предприятие 2». Как было отмечено в предыдущем параграфе, струна-инерция реакции, мы предполагаем, что оба предприятия находятся в равнозначных партнёрских отношениях, и значит, с течением времени, длина струны меняться не будет. Решение задачи $\mathrm{u}(\mathrm{x},\mathrm{t})$ – функция благосостояния в момент времени t. Переменная x-объём выпускаемой на предприятиях совместной продукции. Заметим, что точка l – является точкой, в которой наша система достигает равновесия, а значит одно предприятие, вероятней всего, «поглотит» другое, поэтому нас будут интересовать предельные значения в $l+0, l-0$.

Исходя из поставленной задачи (1) функция $\varphi(\mathrm{x})$ – может служить состоянием системы в отсутствие внешнего воздействия.

Замечание. Будем предполагать, что $\varphi\epsilon C^2_{[0;\frac{l}{2})\cup(\frac{l}{2},l]}$ и удовлетворяет следующим условиям:

$$\varphi(0)=\varphi(l)=0,$$
$$\varphi''(0)=\varphi''(l)=0$$
$$\varphi'\left(\frac{l}{2}+0\right)=\varphi'\left(\frac{l}{2}-0\right)=k\left(\varphi\left(\frac{l}{2}+0\right)-\varphi\left(\frac{l}{2}-0\right)\right)$$

(см., например, [3])

Замечание. Для реализации исследования этой модели использован метод Даламбера, позволяющий представить решение в виде суммы

$$\mathrm{u}(\mathrm{x},\mathrm{t})=\mathrm{f}(\mathrm{x}+\mathrm{t})+\mathrm{g}(\mathrm{x}-\mathrm{t}).$$

Будем искать решение задачи $\mathrm{u}(\mathrm{x},\mathrm{t})$ в виде:

$$\mathrm{u}(\mathrm{x},\mathrm{t})=\begin{cases}\mathrm{u}_1(\mathrm{x},\mathrm{t}), & 0\le \mathrm{x}\le\dfrac{\mathrm{l}}{2},\\ \mathrm{u}_2(\mathrm{x},\mathrm{t}), & \dfrac{\mathrm{l}}{2}<x\le l.\end{cases}\qquad(2)$$

где $\mathrm{u}_1(\mathrm{x},\mathrm{t})$ –сужение решения задачи на $\left(0;\frac{\mathrm{l}}{2}\right)$, а $\mathrm{u}_2(\mathrm{x},\mathrm{t})$ – сужение решения задачи на $\left(\frac{\mathrm{l}}{2};\mathrm{l}\right)$.

Для явного описания сужений $\mathrm{u}_1(\mathrm{x},\mathrm{t})$ и $\mathrm{u}_2(\mathrm{x},\mathrm{t})$ введём в рассмотрение вспомогательные задачи, заданные на отрезке $(0;\frac{\mathrm{l}}{2})$:

$$\begin{cases}\alpha_{xx}(x,t)=\alpha_{tt}(x,t), & 0<x<\dfrac{l}{2}, \quad t>0\\ \alpha(x,0)=f(x), & 0\le x\le\dfrac{l}{2}\\ \alpha_t(x,0)=0, & 0\le x<\dfrac{l}{2},\\ \alpha(0,t)=0, & t>0\\ \alpha_x\left(\dfrac{l}{2},t\right)+\dfrac{k}{2}\alpha\left(\dfrac{l}{2},t\right)=0, & t>0\end{cases}\qquad(2)$$

u

$$\begin{cases} \beta_{xx}(x,t) = \beta_{tt}(x,t), \ 0 < x < \dfrac{l}{2}, \ t > 0 \\ \beta(x,0) = g(x), \qquad 0 \le x \le \dfrac{l}{2} \\ \beta_t(x,0) = 0, \qquad 0 \le x \le \dfrac{l}{2}, \\ \beta(0,t) = 0, \qquad t > 0 \\ \beta(0;t) = \beta\left(\dfrac{l}{2}, t\right) = 0, \qquad t > 0. \end{cases} \quad (3)$$

Исходя из описания задачи (2) – это колебание струны длиной $\frac{l}{2}$, правый конец которой имеет точечную опору с жёсткостью, определяемой коэффициентом $\frac{k}{2}$; f(x) −задаёт начальную форму струны (отклонение от горизонтального положения равновесия).
Например, струнная модель системы (2) изображена на рисунке 2:

Рис.2
Например, струнная модель системы (3) изображена на рисунке 3:

Рис.3
Лемма. Решение задачи (1) представимо в форме (4) может быть описано через решения задач (2) и (3) в виде (5):

$$u_1(x,t) = \frac{\alpha(x,t) + \beta(x,t)}{2},$$
$$u_2(x,t) = \frac{\alpha(l-x,t) - \beta(l-x,t)}{2}$$

где α(x, t)- решение задачи (2), β(x, t)- решение задачи (3).
Замечание. Решения задач (2) и (3) существуют и единственны. *(см.,например, [3], [5-8]).*
Замечание. Решение задачи (2) представимо в виде аналога формулы Даламбера:

$$\alpha(x,t) = \frac{1}{2}\big(s(x+t) + s(x-t)\big)$$

в котором s есть дважды непрерывно дифференцируемая нечётная функция, совпадающая с f на $\left[0; \frac{l}{2}\right]$, причём на любом отрезке вида $\left[\frac{(2n-1)l}{2}, \frac{(2n+1)l}{2}\right]$, $n \epsilon N$, она представима в виде конечной суммы:

$$s = (-1)^n s_1(x - nl)$$
$$- (-1)^n \sum_{i=1}^{n} R_i^n(kx) \int_{\frac{(2n-1)l}{2}}^{x} t^{i-1} e^{\frac{k}{2}(t-x)} * s_1(t - nl)dt$$
$$- \sum_{j=1}^{n-1} (-1)^j \sum_{i=1}^{n} R_i^j(kx) \int_{\frac{(2j-1)l}{2}}^{\frac{(2j+1)l}{2}} t^{i-1} e^{\frac{k}{2}(t-x)} s_1(t - jl)dt,$$

где $R_i^j(y) = \frac{k^i}{(i-1)!} L_{j-i}^i(y)$,

$L_p^q(y)$ *−ортогональные многочлены Лагерра с параметрами p и q*

$$s_1(x) = \begin{cases} -f(-x), & -\frac{l}{2} \le x \le 0, \\ f(x), & 0 \le x \le \frac{l}{2}. \end{cases}$$

(см., например, [1])

Замечание. Известно, что решение задачи (3) представимо в виде аналога формулы Даламбера:

$$\beta(x,t) = \frac{\mu(x+t) + \mu(x-t)}{2}$$

где μ(x) имеет вид:

$$\mu(x) = \begin{cases} g(x), & x\epsilon\left(0; \frac{l}{2}\right), \\ -g(2l - x), & x\epsilon\left(\frac{l}{2}; l\right), \\ \mu\left(x - l\left(\frac{x}{l}\right)\right), & x > l. \end{cases}$$

(см.,например, [3], [5-8]).

На основании утверждения леммы, решение задачи (2) представимо в виде:

$$u(x;t) = u_1(x,t) + u_2(x,t)$$

Выводы исследования

В инновационной экономике каждый вид деятельности обладает своей спецификой и требует особого набора навыков, поэтому для удовлетворения потребительских ожиданий предприятия должны изменить свою стратегию: производить самим дешевле или покупать, выстраивая взаимовыгодные деловые отношения. Следовательно, современным компаниям, желающим полностью и результативно удовлетворить своих клиентов, необходимо эффективнее взаимодействовать со своими партнерами (поставщиками, дилерами, сотрудниками и другими сообществами).

В данном исследовании, предложен путь, на котором можно облегчить решение реальных проблем. Проведенное исследование курсовой работы установило:

1. Возможность моделирования экономических процессов точными математическими методами в случае экономической модели взаимодействия.
2. Эффективность синергетического подхода в экономике.
3. Возможность построения вычислительного алгоритма.

Литература

1. Найдюк, Ф.О. Исследование формулы Даламбера для волнового уравнения на отрезке с краевым условием третьего рода / Найдюк Ф.О. // Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2003. – 23 с. – Деп. в ВИНИТИ 07.07.03 № 1288-В2003.

2. Найдюк, Ф.О. Формула продолжения начальных данных в решении Даламбера для волнового уравнения на отрезке с краевым условием третьего рода / Ф.О. Найдюк, В.Л. Прядиев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2004. – № 1. – С. 115-122.

3. Найдюк, Ф.О. Нагруженная струна, краевое условие третьего рода / Ф.О. Найдюк, В.Л. Прядиев, С.М. Ситник // Современные методы теории краевых задач. Понтрягинские чтения - XVI. материалы Воронежской весенней математической школы "Понтрягинские чтения - XVI". – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2005. – С. 151-152.

4. Найдюк, Ф.О. Численное решение задач о колебаниях / Ф.О. Найдюк, Е.Н. Десятирикова, Д.К. Проскурин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2013. – № 1. – С. 55-60.

5. Найдюк, Ф.О. Новый алгоритм решения задач о колебаниях / Ф.О. Найдюк, Е.Н. Десятирикова, Д.К. Проскурин // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. сборник трудов Международной научно-технической конференции. Воронежский государственный университет. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2017. – С. 110-120.

6. Найдюк, Ф.О. О распределении нулей решений динамических уравнений на временных шкалах / Ж.И. Бахтина, И.В. Колесникова, Ф.О. Найдюк, С.А. Шабров // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2018. – № 4. – С. 67-74.

7. Найдюк, Ф.О. О некоторых начально-краевых задачах для вырождающихся параболических уравнений / А.Д. Баев, Р.А. Ковалевский, Ф.О. Найдюк, А.А. Бабайцев, В.Д. Харченко, И.Ф. Леженина, О.К. Плетнева // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2019. – № 1. – С. 59-68.

8. Найдюк, Ф.О. Теорема о композиции для одного класса вырождающихся псевдодифференциальных операторов с символом, зависящим от комплексного параметра / А.Д. Баев, А.А. Бабайцев, В.Д. Харченко, Ф.О. Найдюк // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2019. – № 2. – С. 54-64.

9. Найдюк, Ф.О. Исследование волнового уравнения с сингулярностью на несимметричном графе / Ф.О. Найдюк // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2021. – № 1. – С. 110-116.

УДК 517.956.3

ОПИСАНИЕ БЭС ЭВОЛЮЦИОННЫМИ УРАВНЕНИЯМИ НА ОТКРЫТЫХ СВЯЗНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ГРАФАХ

Плотникова А. Д.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Современное понятие «система» является ключевым в разных областях знаний. Система (от греч. system – целое, составленное из частей; соединение) – это множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определенную целостность, единство.

Характерной особенностью больших экономических систем (БЭС) является участие в них многих составляющих факторов производства, материальных, энергетических и информационных связей между ними. Поведение БЭС определяется взаимодействием с внешней средой, которая представляет совокупность элементов, не входящих в данную систему, но воздействующих на неё.

Объектом исследования данной работы является модель большой экономической системы как сложного многомерного образования, обладающего целостностью и единством всех её составных частей (элементов). Её функционирование представляет собой совокупность координированных действий, необходимых для выполнения определенной задачи.

Целью данной работы является:

– построение некоторой математической модели БЭС;

– анализ функционирования БЭС в условиях влияния на неё различных факторов внешней среды на основе математической модели;

– характеристика коэффициента устойчивости системы, являющегося важным показателем эффективности или неэффективности деятельности БЭС в условиях резких изменений внешней среды.

В экономической теории принято выделять малые и большие экономические системы. Любая малая экономическая система является частью более крупной многоуровневой системы, каждое звено которой может нормально существовать только потому, что находится во взаимосвязи и взаимозависимости с другими звеньями.

Определение. *Большой экономической системой (БЭС) называется особым образом упорядоченная система социально-экономических и организационных отношений и связей между производителями и потребителями по поводу производства, распределения, обмена и потребления экономических благ и услуг.*

Большая экономическая система (БЭС) находится под воздействием резких изменений внешней среды, которые часто невозможно предсказать, что приводит к неустойчивости системы.

Устойчивость является важным показателем экономической деятельности БЭС, способствуя её выживанию, в том числе, в условиях резких изменений внешней среды. Чем более устойчива система, тем более она независима от всевозможных изменений, тем ниже вероятность её разорения и выше безопасность сотрудничества с ней.

Проиллюстрировать влияние внешней среды на устойчивость БЭС можно на примере следующей закономерности: находясь в верхней точке кривой развития, экономическая система имеет крайне неустойчивое положение, при котором даже малейшее, не фиксируемое статистикой изменение во внешней среде, приводит к потере её равновесия. При этом движение системы направлено вниз. Перманентная неустойчивость системы вредит её развитию, так как препятствует запоминанию и закреплению характеристик и функций системы.

Данные, полученные в результате математического моделирования – решения дифференциальных уравнений, могут быть адаптированы к экономике, в частности и к БЭС. Именно этот подход будет взят за основу в представленной работе.

Необходимо исследовать экономическую модель, общий вид которой представлен на рисунке:

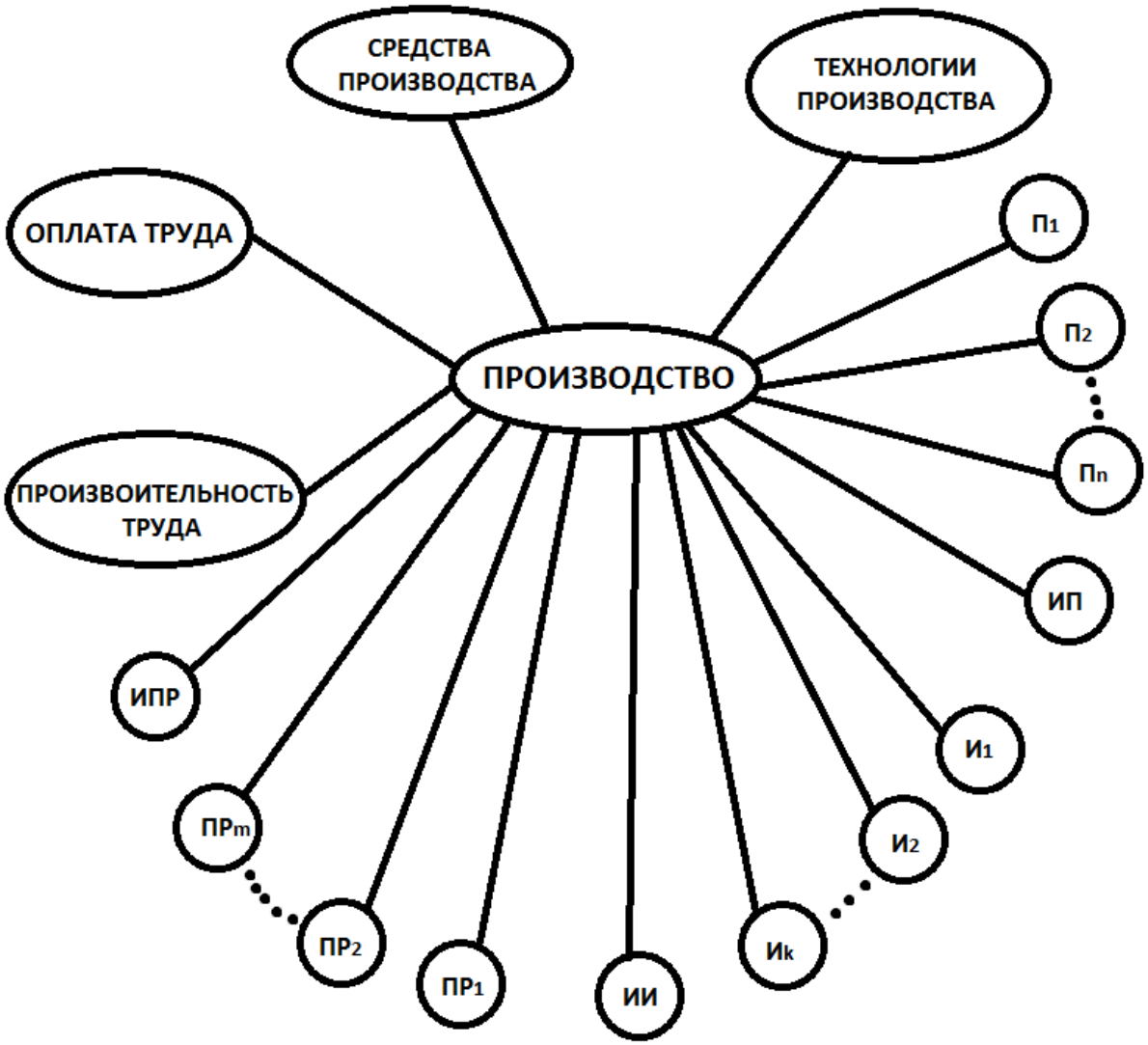


Рис. 1. Общий вид экономической модели

$П_1$, $П_2$,…, $П_n$ – потребители; ИП – иностранный потребитель; $И_1$, $И_2$,…, $И_k$ – инвесторы; ИИ – иностранный инвестор; $ПР_1$, $ПР_2$,.., $ПР_m$ – поставщики; ИПР – иностранный поставщик.

К относительно устойчивым факторам можно отнести $П_1$, $П_2$,…, $П_n$, $И_1$, $И_2$,…, $И_k$, $ПР_1$, $ПР_2$,.., $ПР_m$.

К наименее устойчивым факторам относятся ИП, ИИ, ИПР, так как на них может повлиять мировой экономический кризис, обострение международных отношений, введение экономических санкций и т.д.

Математическим представлением данной модели может служить граф-звезда, представленный на рис.2:

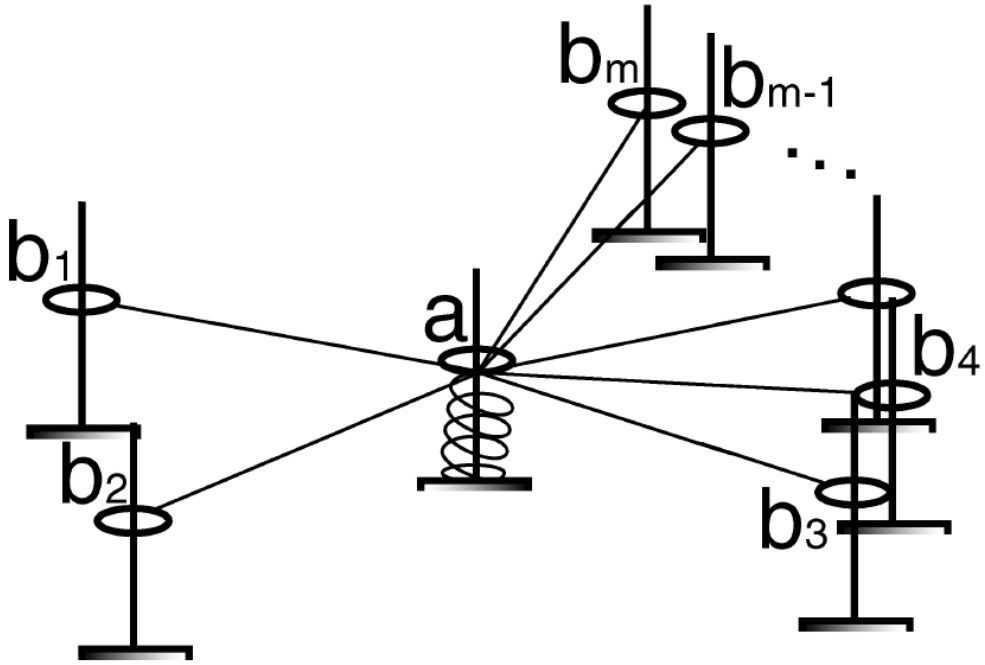


Рис. 2. Граф-звезда

a – производство, которое не свободно и жёстко закреплено на пружине, обладающей определённым коэффициентом упругости, в нашем случае коэффициентом устойчивости;

b_1, b_2,…,b_m – факторы производства, которые могут свободно изменяться под влиянием резких изменений внешней среды.

Определение. *Коэффициентом устойчивости k называют показатель, характеризующий состояние БЭС, её способность (или неспособность) сохранять устойчивое состояние в условиях резких изменений внешней среды, когда влияние тех или иных факторов производства b_1, b_2,…,b_m сильно возрастает или уменьшается в момент времени t.*

При $k \to \infty$ модель БЭС в условиях неопределённости теряет смысл, так как система устойчива. При значениях $k \to 0$ система не устойчива, так как не обладает «запасом прочности». Для стабильного функционирования БЭС в условиях неопределённости необходимо, чтобы коэффициент устойчивости k был не слишком малым и не слишком большим. Именно поэтому анализ параметра k будет интересен в данной работе.

Удалённость факторов b_j от производства a определяет инерцию действия того или иного фактора на производство и обратно. В рассматриваемой модели будем считать, что факторы b_j обладают одинаковой инерцией реакции на производство и обратно.

Определение. *Под инерцией реакции понимается стремление* ***a*** *(производства) вернуться в прежнее состояние, несмотря на воздействие факторов b_j, и наоборот.*

Символьная математическая модель рассматриваемой БЭС в условиях резких изменений внешней среды (неопределённости) примет вид:

$$\begin{cases} u_{xx}(x,t) = u_{tt}(x,t), (x \in \Gamma, t > 0) \\ u_x(0,t) = 0, \sum\limits_{h \in D(z)} u_h^+(z,t) = ku(z,t), (t > 0), z \in \mathcal{J}(\Gamma) \backslash Y \\ u(x,0) = \varphi(x), u_t(x,0) = 0, (x \in \Gamma \backslash \partial\Gamma) \end{cases}$$

Математическое исследование устойчивости модели БЭС в условиях резких изменений внешней среды в данной работе основано на анализе решения дифференциального уравнения гиперболического типа на сети.

В качестве математической модели используем модель колебаний сеточной структуры, описывающейся начально-краевой задачей:

$$\begin{cases} u_{xx}(x,t) = u_{tt}(x,t), (x \in \Gamma, t > 0) \\ u_x(0,t) = 0, \sum_{h \in D(z)} u_h^+(z,t) = ku(z,t), (t > 0), z \in \mathcal{J}(\Gamma) \backslash Y, \\ u(x,0) = \varphi(x), u_t(x,0) = 0, (x \in \Gamma \backslash \partial\Gamma) \end{cases} \quad (1)$$

где $\mathcal{J}(\Gamma)$ – множество внутренних вершин графа Γ.

Коэффициент k определяет упругую реакцию узловой вершины рассматриваемого графа-звезды на деформации (только в вертикальной плоскости), пришедшие с граничных вершин. Именно этот коэффициент влияет на устойчивость БЭС с экономической точки зрения.

Для исследования устойчивости рассматриваемой математической модели был использован результат представления решения (3.1) в виде:

$$u^f(x,t) = u^{ef}(x,t) + \sum_{i=2}^{m} u^{o_i f}(x,t), \quad (2)$$

где $u^f(x,t)$ могут быть проанализированы как сужение на отрезок длиной l.

Для этой цели, в частности для анализа устойчивости, рассмотрим представление сужения $u^f(x,t)$ на отрезке [0, l] в виде аналога формулы Даламбера:

$$u^f(x,t) = \frac{1}{2}\left(\tilde{\varphi}(y+t) + \tilde{\varphi}(y-t)\right),$$

где

$$\tilde{\varphi}(y) = (-1)^n \varphi_1(y - 2nl) -$$

$$-(-1)^n \sum_{i=1}^{n} \Re_i^n(2ky) \int_{(2n-1)l}^{y} t^{i-1} e^{k(t-y)} \times \times \varphi_1(t - 2nl) dt \quad (3)$$

$$-\sum_{j=1}^{n-1} (-1)^j \sum_{i=1}^{j} \Re_i^n(2ky) \int_{(2n-1)l}^{y} t^{i-1} e^{k(t-y)} \varphi_1(t - 2jl) dt,$$

где $\Re_i^n(2ky) = \frac{(2k)^i}{(i-1)!} \sum_{m=0}^{n-i} \frac{n!}{(m+i)!} \cdot \frac{(-1)^m}{m!(n-i-m)!} \cdot (2ky)^m$, – аналог многочлена Лагера.

$$\varphi_1(y) = \begin{cases} -\varphi(-y), & -l \le y < 0 \\ \varphi(y), & 0 \le y < l \end{cases}.$$

Проанализируем оценку $\tilde{\varphi}(y)$ сверху:

$$|\tilde{\varphi}(y)| = |(-1)^n \varphi_1(y - 2nl) -$$

$$-(-1)^n \sum_{i=1}^{n} \Re_i^n(2ky) \int_{(2n-1)l}^{y} t^{i-1} e^{kt} e^{-ky} \varphi_1(t - 2nl) dt -$$

$$-\sum_{j=1}^{n-1} (-1)^j \sum_{i=1}^{j} \Re_i^n(2ky) \int_{(2n-1)l}^{y} t^{i-1} e^{kt} e^{-ky} \varphi_1(t - 2jl) dt| \le$$

$$\le |(-1)^n \varphi_1(y - 2nl)| +$$

$$+|(-1)^n \sum_{i=1}^{n} \Re_i^n(2ky)e^{-ky} \int_{(2n-1)l}^{y} t^{i-1}e^{kt} \times \varphi_1(t-2nl)dt| +$$

$$+|\sum_{j=1}^{n-1}(-1)^j \sum_{i=1}^{j} \Re_i^n(2ky)e^{-ky} \int_{(2n-1)l}^{y} t^{i-1}e^{kt}\,\varphi_1(t-2jl)dt| \leq$$

$$\leq |\varphi_1(y-2nl)| + \sum_{i=1}^{n} |\Re_i^n(2ky)|e^{-ky}| \int_{(2n-1)l}^{y} t^{i-1}e^{kt}\varphi_1(t-2nl)dt| +$$

$$+\sum_{j=1}^{n-1}\sum_{i=1}^{j} |\Re_i^n(2ky)|e^{-ky}| \int_{(2n-1)l}^{y} t^{i-1}e^{kt}\,\varphi_1(t-2jl)dt| \leq$$

$$\leq |\varphi_1(y-2nl)| + e^{-ky}\sum_{i=1}^{n} |\Re_i^n(2ky)| \int_{(2n-1)l}^{y} |t^{i-1}e^{kt}\varphi_1(t-2nl)|dt +$$

$$+e^{-ky}\sum_{j=1}^{n-1}\sum_{i=1}^{j} |\Re_i^n(2ky)| \int_{(2n-1)l}^{y} |t^{i-1}e^{kt}\,\varphi_1(t-2jl)|dt \leq^1$$

$|\varphi_1(t-2nl)| \leq \max_{y\in(0,l)}|\varphi(y)| < \infty$ – определено при постановке задачи.

$$\leq^1 \max_{x\in(0,l)}|\varphi(y)| + \sum_{i=1}^{n} |\Re_i^n(2ky)|e^{-ky} \int_{(2n-1)l}^{y} \left|t^{i-1}\right| \cdot |e^{kt}| \max_{y\in(0,l)}|\varphi(y)|\,dt +$$

$$+\sum_{j=1}^{n-1}\sum_{i=1}^{j} |\Re_i^n(2ky)|e^{-ky} \int_{(2n-1)l}^{y} |t^{i-1}| \cdot |e^{kt}| \max_{y\in(0,l)}|\varphi(y)|\,dt.$$

Проведем оценку интегрального множителя:

$$\int_{(2n-1)l}^{y} \left|t^{i-1}\right| \cdot |e^{kt}| \max_{y\in(0,l)}|\varphi(y)|\,dt \leq$$

$$\leq \max_{[(2n-1)l;(2n+1)l]}(\left|t^{i-1}\right| \cdot |e^{kt}| \max_{y\in(0,l)}|\varphi(y)|) \cdot ((2n+1)l-(2n-1)l) \leq$$

$$\leq 2l \max_{[(2n-1)l;(2n+1)l]}(\left|t^{i-1}\right|e^{kt}) \max_{y\in(0,l)}|\varphi(y)| \leq^2$$

$$t \in [-(2n-1)l, (2n+1)l) => (t-2l) \in (-l, l)$$

$$(t^{i-1}e^{kt})' = (i-1)t^{i-2}e^{kt} + t^{i-1}ke^{kt} = t^{i-2}e^{kt}(i-1+kt) = 0$$

$$t^{i-2}e^{kt} \neq 0 => i-1+kt = 0$$

$$t = \frac{1-i}{k}$$

Пусть $k = \frac{1}{k_1}$ => $t = (1-i)k_1$

$$t = \begin{cases} -2(i-2)k_1, i = 2j-1 \\ -(2(i-2)-1)k_1, i = 2j \end{cases}$$

$t = -(2(i-2)-a)k_1$, где $a = \begin{cases} 0, i = 2j-1 \\ 1, i = 2j \end{cases}$

$$t^{i-1}e^{kt} = ((-2(i-2)-a)k_1)^{i-1}e^{k(-(2(i-2)-a)k_1)}$$

$$t^{i-1}e^{kt} \leq (-2(i-2)-a)k_1)^{i-1}e^{-(2(i-2)-a)}$$

$$t^{i-1}e^{kt} \leq \left(\frac{-2(i-2)-a}{k}\right)^{i-1} e^{-(2(i-2)-a)}$$

$$\leq^2 2l\left(\frac{-2(i-2)-a}{k}\right)^{i-1} e^{-(2(i-2)-a)} \max_{y\in(0,l)}|\varphi(y)|$$

$$\left|\int_{(2n-1)l}^{y} t^{i-1}e^{kt}\,\varphi_1(t-2nl)dt\right| \leq 2l\left(\frac{-2(i-2)-a}{k}\right)^{i-1} e^{-(2(i-2)-a)} \times$$

$$\times \max_{y\in(0,l)}|\varphi(y)|$$

$$\left|\int_{(2n-1)l}^{y} t^{i-1}e^{kt}\,\varphi_1(t-2jl)dt\right| \leq 2l\left(\frac{-2(i-2)-a}{k}\right)^{i-1} e^{-(2(i-2)-a)} \times$$

$$\times \max_{y\in(0,l)}|\varphi(y)|$$

Проанализируем мажоранту для выражения $f_i^n(2ky) = e^{-ky}\Re_i^n(2ky)$.

$$f_i^n(2ky) = e^{-ky}\frac{(2k)^i}{(i-1)!}\sum_{m=0}^{n-i}\frac{n!}{(m+i)!}\cdot\frac{(-1)^m}{m!\,(n-i-m)!}\cdot(2ky)^m$$

Аналитические расчёты произведённой оценки показывают следующие результат (для $n\leq 7$):

Пусть $v = 2ky$, тогда $v \in (-2k(2n-1)l; 2k(2n+1)l)$

$$\max\left(\frac{8}{45}k^7e^{13kl}, \frac{8}{45}k^7e^{-15kl}\right) = \frac{8}{45}k^7e^{13kl} = f_7^7(-26kl)$$

$$\max\,(2k(\frac{19307236k^6l^6}{45} + \frac{10396204k^5l^5}{15} + 399854k^4l^4 + \frac{307580k^3l^3}{3} +$$

$$+11830k^2l^2 + 546kl + 7)e^{13kl}, 4k^2(\frac{1485172k^5l^5}{15} + \frac{399854k^4l^4}{3} +$$

$$+61516k^3l^3+11830k^2l^2+910kl+21)e^{13kl},4k^3(\frac{57122k^4l^4}{3}+$$

$$+\frac{61516k^3l^3}{3}+7098k^2l^2+910kl+35)e^{13kl},\frac{8}{3}k^4(\frac{8788k^3l^3}{3}+2366k^2l^2+$$

$$+546kl+35)e^{13kl},\frac{4}{3}k^5(338k^2l^2+182kl+21)e^{13kl},\frac{8}{15}k^6(26kl+17)e^{13kl},$$

$$\frac{8}{45}k^7e^{13kl})=2k(\frac{19307236k^6l^6}{45}+\frac{10396204k^5l^5}{15}+399854k^4l^4+$$

$$+\frac{307580k^3l^3}{3}+11830k^2l^2+546kl+7)e^{13kl}=f_1^7(-26kl)$$

$$\max(2ke^{kl},2k(2+6kl)e^{3kl},2k(50k^2l^2+30kl+3)e^{5kl},2k(\frac{1372k^3l^3}{3}+$$

$$+392k^2l^2+84kl+4)e^{7kl},2k(4374k^4l^4+4860k^3l^3+1620k^2l^2+$$

$$+180kl+5)e^{9kl},2k(\frac{644204k^5l^5}{15}+58564k^4l^4+26620k^3l^348840k^2l^2+$$

$$+330kl++6)e^{11kl},2k(\frac{19307236k^6l^6}{45}+\frac{10396204k^5l^5}{15}+399854k^4l^4+$$

$$+\frac{307580k^3l^3}{3}11830k^2l^2+546kl+7)e^{13kl})=2k(\frac{19307236k^6l^6}{45}+$$

$$+\frac{10396204k^5l^5}{15}+399854k^4l^4+\frac{307580k^3l^3}{3}+11830k^2l^2+546kl+7)\times$$

$$\times e^{13kl}=f_1^7(-26kl)$$

$$\max_{v\in(-(2n-1)l;(2n+1)l)}\left(f_i^n(2ky)\right)=\max_{v\in(-2k(2n-1)l;2k(2n+1)l)}\left(f_i^n(v)\right)=f_1^7(-26kl)$$

$$v=-26kl=>y=-13l$$

Для n=1,..,7 верхней границей является

$$f_1^7(-26kl)=2k(\frac{19307236k^6l^6}{45}+\frac{10396204k^5l^5}{15}+399854k^4l^4+$$

$$+\frac{307580k^3l^3}{3}+11830k^2l^2+546kl+7)e^{13kl}.$$

Из проведенных выше вычислений можно выявить закономерность, что для каждого n=1,2,…,7 верхняя граница достигается в крайней левой точке области определения. Это позволяет сделать вывод, что изученная система при 0<k<1 будет обладать свойством самостабилизации для случая n=1,2,…,7, то есть с течением времени переходить в устойчивое состояние.

В то же время, при k>1 экономическая система теряет свою устойчивость - возникают незатухающие «колебания», выводящие БЭС из состояния устойчивости.

В качестве заключения

В данной работе был рассмотрен вариант БЭС, математическая модель которой была представлена в виде обобщенной модели производства и колебательной системы на графе-звезде, что позволило получить следующие результаты:

1) Построена математическая модель БЭС на основе модели колебаний сеточной структуры с использованием начально-краевой задачи.

2) Получено ограничение на коэффициент устойчивости:

$$0 \leq k \leq 1$$

3) Проанализирована граница устойчивости БЭС для временного промежутка до $14l$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Найдюк, Ф.О. Исследование формулы Даламбера для волнового уравнения на отрезке с краевым условием третьего рода / Найдюк Ф.О. // Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2003. – 23 с. – Деп. в ВИНИТИ 07.07.03 № 1288-В2003.
2. Найдюк, Ф.О. Формула продолжения начальных данных в решении Даламбера для волнового уравнения на отрезке с краевым условием третьего рода / Ф.О. Найдюк, В.Л. Прядиев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2004. – № 1. – С. 115-122.
3. Найдюк, Ф.О. Нагруженная струна, краевое условие третьего рода / Ф.О. Найдюк, В.Л. Прядиев, С.М. Ситник // Современные методы теории краевых задач. Понтрягинские чтения - XVI. материалы Воронежской весенней математической школы "Понтрягинские чтения - XVI". – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2005. – С. 151-152.
4. Найдюк, Ф.О. Численное решение задач о колебаниях / Ф.О. Найдюк, Е.Н. Десятирикова, Д.К. Проскурин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2013. – № 1. – С. 55-60.
5. Найдюк, Ф.О. Новый алгоритм решения задач о колебаниях / Ф.О. Найдюк, Е.Н. Десятирикова, Д.К. Проскурин // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. сборник трудов Международной научно-технической конференции. Воронежский государственный университет. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2017. – С. 110-120.
6. Найдюк, Ф.О. О распределении нулей решений динамических уравнений на временных шкалах / Ж.И. Бахтина, И.В. Колесникова, Ф.О. Найдюк, С.А. Шабров // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2018. – № 4. – С. 67-74.
7. Найдюк, Ф.О. О некоторых начально-краевых задачах для вырождающихся параболических уравнений / А.Д. Баев, Р.А. Ковалевский, Ф.О. Найдюк, А.А. Бабайцев, В.Д. Харченко, И.Ф. Леженина, О.К. Плетнева // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2019. – № 1. – С. 59-68.
8. Найдюк, Ф.О. Теорема о композиции для одного класса вырождающихся псевдодифференциальных операторов с символом, зависящим от комплексного параметра / А.Д. Баев, А.А. Бабайцев, В.Д. Харченко, Ф.О. Найдюк // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2019. – № 2. – С. 54-64.
9. Видяпин, В.И. Экономические системы: кибернетическая природа развития, рыночные методы управления, координация хозяйственной деятельности корпораций / В.И. Видяпин, Г.П. Журавлёва, Н.Я. Петраков. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 384 с.

10. Найдюк, Ф.О. Исследование волнового уравнения с сингулярностью на несимметричном графе / Ф.О. Найдюк // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2021. – № 1. – С. 110-116.

УДК 517.956.32, 519.67

ПОСТРОЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СХЕМЫ РЕШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ НА БАЗЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ

Киселева Е. В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Современное понятие «система» является ключевым в разных областях знаний. Система (от греч. system – целое, составленное из частей; соединение) – это множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определенную целостность, единство.

В данном случае под экономической системой мы понимаем предприятие, на которое оказывает влияние внешняя среда, то есть, совокупность элементов, не входящих в данную систему, но воздействующих на неё: инфляция, безработица, заработная плата, невостребованность на рынке труда одних специальностей и недостаток других, технологическое оснащение, производительность труда и т. д.

Объектом исследования данной работы является модель экономической системы (производства однотипного товара) в условиях конкуренции математически представленная графом звездой. Данная модель обладает целостностью и единством всех составных частей (элементов), но её функционирование протекает в условиях конкуренции и зависит от коэффициента устойчивости, который влияет на эффективность деятельности системы при выполнении определенной задачи.

Целью данной работы является:

– построение математической модели ЭС по заложенным предпосылкам;

– анализ функционирования ЭС в условиях влияния на неё различных факторов внешней среды на основе математической модели;

– выбор эффективной стратегии одного из участников экономической системы при известных стратегиях его конкурентов для сохранения устойчивости ЭС.

Требуется:

– охарактеризовать элементы внешней среды как фактор влияния на устойчивость ЭС;

– построить математическую модель ЭС для изучения её устойчивости в условиях конкуренции, когда система дестабилизируется под их влиянием;

– проанализировать возможность выбора эффективной стратегии одного из участников ЭС при известных стратегиях его конкурентов сохранения устойчивости ЭС.

Построение экономико-математической модели необходимо для прогнозирования функционирования экономической системы в различных экономических условиях, в том числе в условиях конкуренции при производстве однотипного товара.

Конкуренция представляет собой соперничество нескольких хозяйствующих субъектов, которые работают в одной области, совокупность конкурентных действий, осуществляемых каждым субъектом по отношению к соперникам.

У каждого производства есть свой коэффициент устойчивости, на который влияют следующие факторы: расходы на приобретение исходной сырьевой продукции, оплату труда работников, совершенствование технологий и средств производства, логистику, штрафные санкции из-за невыполнения договорных обязательств.

Рис. 1. Общий вид экономической модели производства в конкурентной среде

Определение: Конкуренты – это соперники предприятия в борьбе за более выгодные условия производства и сбыта товаров, за получение наивысшей прибыли.

Определение: Рынок сбыта – любое экономическое пространство для предложения товаров и услуг, являющееся конечной целью хозяйственной деятельности предприятия.

Необходимо исследовать данную экономическую модель, общий вид которой представлен на рис. 2, на устойчивость в условиях конкурентной борьбы. Конкуренция может вывести систему из состояния равновесия, оказав как позитивное, так и негативное влияние на её развитие.

Экономическая модель может быть представлена математической моделью колебаний струнной системы, представленной в виде графа с тремя вершинами:

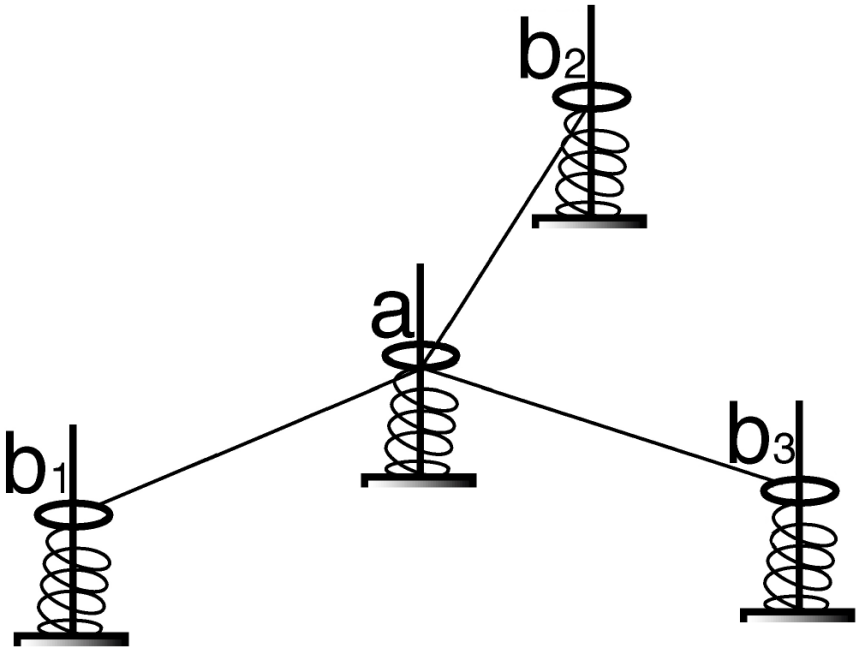


Рис. 2. Граф-звезда

Для определения устойчивости данной модели мы используем коэффициент устойчивости k**.**

Определение. *Коэффициентом устойчивости k называют показатель, характеризующий состояние ЭС, её способность (или неспособность) сохранять устойчивое состояние в условиях изменений внешней среды, когда влияние тех или иных факторов производства b_1, b_2, b_3 сильно возрастает или уменьшается в момент времени t.*

Определение. *Под $u(x,t)$ будем понимать функцию показывающую изменение инерции реакции с течением времени на удалении x от производства.*

Математическая модель рассматриваемой ЭС в условиях изменений внешней среды примет вид колебаний описываемых уравнением:

$$u_{xx}(x,t) - q(x)u(x,t) = u_{tt}(x,t), \qquad x \in \Gamma, \qquad t > 0$$

где на $u(x,t)$ накладываются начальные и граничные условия (более подробно о них будет описано далее).

В качестве математической модели используем модель колебаний сеточной структуры, описывающейся начально-краевой задачей:

$$\begin{cases} u_{xx}(x,t) - q(x)u(x,t) = u_{tt}(x,t), \qquad x \in \Gamma, \qquad t > 0, \\ u(x,0) = \varphi(x), \qquad u_t(x,0) = 0, \qquad x \in \overline{\Gamma}, \\ u_h^+(x + 0 \cdot h, t) + ku(x + 0 \cdot h, t) = 0, x \in \partial\Gamma, h \in D(x), t \geq 0 \end{cases} \tag{1}$$

где $\partial\Gamma$ – множество внутренних вершин графа Γ, $q(x)$ – конечная линейная комбинация $q(x) = \sum_{i=1}^{3} k_i \delta(x - a)$, где δ – дельта-функция Дирака, $\varphi(x)$ – начальная деформация, определяющая стратегии игроков ЭС на каждом из рёбер, $u_h^+(a) = \lim_{\varepsilon \to +0} \frac{u(a+\varepsilon h) - u(a)}{\varepsilon}$, $D(x)$ – множество допустимых векторов в вершине a [8].

Графическое представление модели описанной задачей (1):

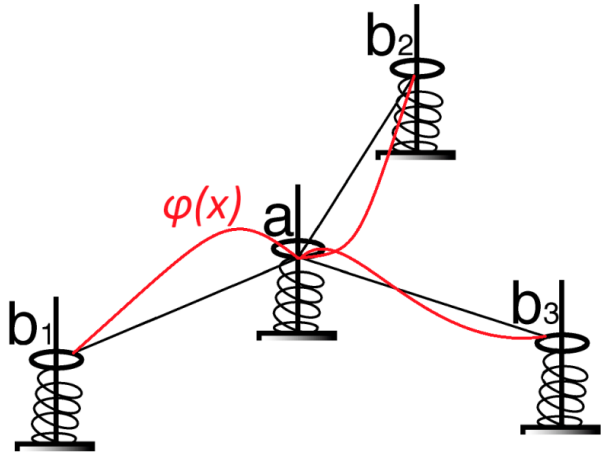


Рис. 3. Состояние системы с начальной деформацией $\varphi(x)$

Задачу (1) обозначим как $B_m(1, k_1, k_2, \varphi(x))$. Коэффициенты k_1 определяет упругую реакцию узловой вершины рассматриваемого графа-звезды на деформации (только в вертикальной плоскости), пришедшие с граничных вершин, также обладающими коэффициентом устойчивости k_2. Именно эти коэффициенты влияет на устойчивость ЭС с экономической точки зрения.

Определение: Стратегия $\varphi_i(x)$ (сужение $\varphi(x)$ на ребро γ_i) называется эффективной, если её использование хотя бы одним из участников ЭС снижает фактор влияния коэффициента устойчивости на устойчивость системы в целом.

Замечание: В данной работе будет рассмотрен случай $k_1 = 3k_2$ (ниже будет объяснён факт указанного соотношения).

Для исследования устойчивости рассматриваемой математической модели ~~был~~ будет использоваться метод ~~результат~~ представления решения (1) в виде:

$$u^{\varphi}(x,t) = u^{(F\varphi)}(x,t) + u^{(G_1\varphi)}(x,t) + u^{(G_2\varphi)}(x,t), \tag{2}$$

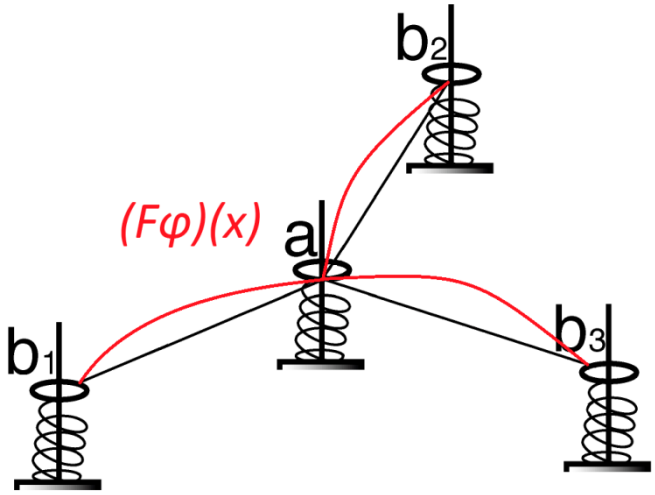
где $u^{\varphi}(x,t)$ является решением задачи $B_m\left(1,k_1,k_2,\varphi(x)\right)$;
$u^{(F\varphi)}(x,t)$ является решением задачи $B_m\left(1,k_1,k_2,(F\varphi)(x)\right)$;
$u^{(G_1\varphi)}(x,t)$ является решением задачи $B_m\left(1,k_1,k_2,(G_1\varphi)(x)\right)$;
$u^{(G_2\varphi)}(x,t)$ является решением задачи $B_m\left(1,k_1,k_2,(G_2\varphi)(x)\right)$.

$$(F\varphi)(x)=\frac{1}{3}\sum_{i=1}^{3}\varphi_i(x) \tag{3}$$

$$(G_i\varphi)(x)=\begin{cases}(F\varphi)(x)-\varphi_i(x), x\in\gamma_1\\ \varphi_i(x)-(F\varphi)(x)\ x\in\gamma_i\\ 0\end{cases} \tag{4}$$

где $\varphi_i(x)$ – сужение $\varphi(x)$ на ребро γ_i (под γ_i *будем понимать* $[a;b_i]$).

Согласно представлению (3) функцию $(F\varphi)(x)$ графически можно представить в виде:



Определение. *Класс начальных данных задачи* $B_m\left(1,k_1,k_2,(F\varphi)(x)\right)$, *определяемых условиями* $\varphi(x)\in\tilde{C}^2(R(\Gamma))$, $\varphi(x)=0$, $\varphi(x)_{hh}^{++}=0$ *для* $x\in\partial\Gamma\left(\varphi(x)_h^+(a)=lim_{\varepsilon\to+0}\frac{\varphi(a+\varepsilon h)-\varphi(a)}{\varepsilon}\right)$ *будем обозначать через* $K_3^B(1,k_1,k_2)$.

Теорема. Пусть $\varphi(x)\in K_3^B(1,k_1,k_2)$, *где пара* k_1,k_2 *принимает вид* $(3k,k)$, *тогда* $u^{(F\varphi)}(x,t)$ *– решение задачи* $B_m\left(1,k_1,k_2,(F\varphi)(x)\right)$ *существует, причём для любого* $h\in D(a)$ *функция* $u^{(F\varphi)}(a+yh,t)$ *не зависит от выбора* h *и является решением задачи* $S\left(1,\frac{k_1}{3},k_2,(F\varphi)(a+yh)\right)$.

Замечание: По аналогии с задачей (1) задача:

$$\begin{cases}u_{yy}(y,t)=u_{tt}(y,t),(0<y<1,t>0),\\ u_y(0,t)-k_1u(0,t)=0,(t>0)\\ u_y(1,t)+k_2u(1,t)=0,(t>0)\\ u(y,0)=\varphi(y),u_t(y,0)=0,(0\le y\le 1)\end{cases}$$

будет обозначаться нами $S(1,k_1,k_2,\varphi(y))$.

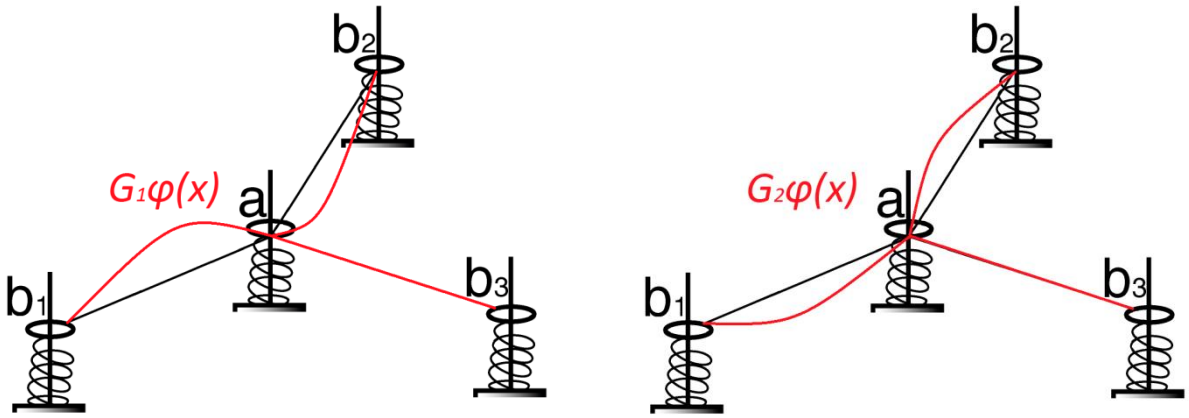
Следствие. Решение $u^{(F\varphi)}(x,t)$ *задачи (1), в которой в качестве* $\varphi(x)$ *выступает* $(F\varphi)(x)$, *представимо как комбинации задач* $S\left(1,\frac{k_1}{3},k_2,(F\varphi)\right)$.

Следствие. Решение задачи $S(1,k,k,\psi(y))$ $0<k<+\infty$ *существует и единственно, может быть представлено в явном виде в форме аналога формулы Даламбера-Эйлера и является решением задачи* $B_m\left(\frac{1}{2},0,k,(F\varphi)(x)\right)$ *при* $\psi(y)=(F\varphi)(a+yh)$.

Согласно представлению (4), функции $(G_1\varphi)(x)$, $(G_2\varphi)(x)$:

$$(G_1\varphi)(x)=\begin{cases}(F\varphi)(x)-\varphi_1(x),x\in\gamma_1\\ \varphi_2(x)-(F\varphi)(x),x\in\gamma_2\\ 0\end{cases},(G_2\varphi)(x)=\begin{cases}\varphi_1(x)-(F\varphi)(x),x\in\gamma_1\\ (F\varphi)(x)-\varphi_2(x),x\in\gamma_1,\\ 0\end{cases}$$

можно представить графически в виде механических систем:



Теорема. Пусть $\varphi(x) \in K_3^B(1, k_1, k_2)$, *где пара* k_1, k_2 *принимает вид* $(3k, k)$, *тогда* $\forall\left(i = \overline{2,m}\right)(G_i\varphi)(x)$ – *решение задачи* $B_m\left(1, k_1, k_2, (G_i\varphi)(x)\right)$ *существует, причём функция* $u^{(G_i\varphi)}(a + yh_1, t)$ *является решением задачи* $S\left(1, +\infty, k_2, (G_i\varphi)(a + yh_1)\right)$ *и, кроме того,* $u^{(G_i\varphi)}(a + yh_2, t) =$
$= -u^{(G_i\varphi)}(a + yh_1, t)$ *и, для* h_3: $u^{(G_i\varphi)}(a + yh_3, t) \equiv 0$.

1 Этап исследования – «Оценка»:

Для анализа устойчивости ЭС в математической модели, представленной задачей (1) определим оценку ее решения. Для этой цели привлечем к рассмотрению представление $u(x,t)$ на отрезке [0, *1*] в виде аналога формулы Даламбера:

$$u(x,t) = \frac{1}{2}(\psi(x+t) + \psi(x-t)),$$

где $\psi(y)$ – продолжение начальных данных, представимое в виде:

$$\psi(y) = \psi_1(y-2n) - \sum_{i=1}^{n} \Re_i^n(2ky) \int_{(2n-1)}^{y} t^{i-1} e^{k(t-y)} \psi_1(t-2n)dt \tag{5}$$

$$-\sum_{j=1}^{n-1}\sum_{i=1}^{j} \Re_i^j(2ky) \int_{(2n-1)}^{y} t^{i-1} e^{k(t-y)} \psi_1(t-2j)dt,$$

где $\Re_i^n(2ky) = \frac{(2k)^i}{(i-1)!}\sum_{m=0}^{n-i}\frac{n!}{(m+i)!}\cdot\frac{(-1)^m}{m!(n-i-m)!}\cdot(2ky)^m$ – аналог многочлена Лагерра.

Рассмотрим случай $S\left(\frac{1}{2}, k, k, \psi(y)\right)$.

Тогда можно считать, что $u(x,t)$ рассматривается на части ребра $[a + \frac{\|b_i - a\|}{2}h,\ b_i]$:

$$\psi(y) = (-\mu)^n\psi_1(y-n) -$$

$$-(-\mu)^n \sum_{i=1}^{n} \Re_i^n(2ky) \int_{(2n-1)\frac{1}{2}}^{y} t^{i-1} e^{k(t-y)} \psi_1(t-n)dt -$$

$$-\sum_{j=1}^{n-1}(-\mu)^n \sum_{i=1}^{j} \Re_i^j(2ky) \int_{(2n-1)\frac{1}{2}}^{y} t^{i-1} e^{k(t-y)} \psi_1(t-j)dt,$$

Подробное исследование оценки решения для этого случая:

$$|\psi(y)| = |(-\mu)^n\psi_1(y-n) -$$

$$-(-\mu)^n \sum_{i=1}^{n} \Re_i^n(2ky) \int_{(2n-1)\frac{1}{2}}^{y} t^{i-1} e^{k(t-y)} \psi_1(t-n)dt -$$

$$-\sum_{j=1}^{n-1}(-\mu)^n \sum_{i=1}^{j} \Re_i^j(2ky) \int_{(2n-1)\frac{1}{2}}^{y} t^{i-1} e^{k(t-y)} \psi_1(t-j)dt| \leq$$

$$\leq |\psi_1(y-n)| + \left|\sum_{i=1}^{n} \Re_i^n(2ky) \int_{(2n-1)\frac{1}{2}}^{y} t^{i-1} e^{k(t-y)} \psi_1(t-n)dt\right| +$$

$$+\left|\sum_{j=1}^{n-1}\sum_{i=1}^{j} \Re_i^j(2ky) \int_{(2n-1)\frac{1}{2}}^{y} t^{i-1} e^{k(t-y)} \psi_1(t-j)dt\right| \leq$$

$$\leq |\psi_1(y-n)| + \sum_{i=1}^{n} |\Re_i^n(2ky)|e^{-ky}| \int_{(2n-1)\frac{1}{2}}^{y} t^{i-1} e^{kt} \psi_1(t-n)dt| +$$

$$+\sum_{j=1}^{n-1}\sum_{i=1}^{j} |\Re_i^n(2ky)|e^{-ky}| \int_{(2n-1)\frac{1}{2}}^{y} t^{i-1} e^{kt} \psi_1(t-j)dt| \leq$$

$$\leq |\psi_1(y-n)| + e^{-ky} \sum_{i=1}^{n} |\Re_i^n(2ky)| \int_{(2n-1)\frac{1}{2}}^{y} |t^{i-1} e^{kt} \psi_1(t-n)|dt +$$

$$+e^{-ky} \sum_{j=1}^{n-1}\sum_{i=1}^{j} |\Re_i^n(2ky)| \int_{(2n-1)\frac{1}{2}}^{y} |t^{i-1} e^{kt} \psi_1(t-j)|dt \leq^1$$

$|\psi_1(t-n)| \leq \max_{y\in(0,\frac{1}{2})}|\psi(y)| < \infty$ – определено при постановке задачи.

$$\leq^1 \max_{y\in(0,\frac{1}{2})} |\psi(y)| + \sum_{i=1}^{n} |\Re_i^n(2ky)|e^{-ky} \int_{(2n-1)\frac{1}{2}}^{y} \left|t^{i-1}\right| \cdot |e^{kt}| \max_{y\in(0,\frac{1}{2})} |\psi(y)|\, dt +$$

$$+\sum_{j=1}^{n-1}\sum_{i=1}^{j} |\Re_i^n(2ky)|e^{-ky} \int_{(2n-1)\frac{1}{2}}^{y} |t^{i-1}| \cdot |e^{kt}| \max_{y\in(0,\frac{1}{2})} |\psi(y)|\, dt.$$

Проведем оценку интегрального множителя:

$$\int_{(2n-1)\frac{1}{2}}^{y} \left|t^{i-1}\right| \cdot |e^{kt}| \max_{y\in(0,\frac{1}{2})} |\psi(y)|\, dt \leq$$

$$\leq \max_{\left[(2n-1)\frac{1}{2};(2n+1)\frac{1}{2}\right]} \left(\left|t^{i-1}\right| \cdot |e^{kt}| \max_{y\in\left(0,\frac{1}{2}\right)} |\psi(y)|\right) \cdot \left((2n+1)\frac{1}{2} - (2n-1)\frac{1}{2}\right) \leq$$

$$\leq \max_{\left[(2n-1)\frac{1}{2};(2n+1)\frac{1}{2}\right]}\left(\left|t^{i-1}\right|e^{kt}\right)\max_{y\in\left(0,\frac{1}{2}\right)}|\psi(y)| \leq^{2}$$

$$t \in \left[(2n-1)\frac{1}{2};(2n+1)\frac{1}{2}\right], l \in \left[0,\frac{1}{2}\right] => t \geq 0 => \ t^{i-1} \geq 0$$

$$\left(t^{i-1}e^{kt}\right)' = t^{i-2}e^{kt}(kt-1+i) = 0$$

$$e^{kt} \neq 0$$
$$t^{i-2}(kt-1+i) = 0$$

$$t = 0, \qquad t = \frac{1-i}{k}, \qquad t = \frac{1}{2} - \textit{ точки экстремума.}$$

Причём:

$$e^{-ky}\frac{(2k)^i}{(i-1)!}\sum_{m=0}^{n-i}\frac{n!}{(m+i)!}\cdot\frac{(-1)^m}{m!\,(n-i-m)!}\cdot(2ky)^m \leq$$

$$\leq \max_{y\in\left[(2n-1)\frac{1}{2};(2n+1)\frac{1}{2}\right]}e^{-ky}\max_{y\in\left[(2n-1)\frac{1}{2};(2n+1)\frac{1}{2}\right]}\frac{(2k)^i}{(i-1)!}\sum_{m=0}^{n-i}\frac{n!}{(m+i)!}\frac{(-1)^m}{m!\,(n-i-m)!}(2ky)^m$$

$$f_i^n(y) = \max_{y\in\left[(2n-1)\frac{1}{2};(2n+1)\frac{1}{2}\right]}\frac{(2k)^i}{(i-1)!}\sum_{m=0}^{n-i}\frac{n!}{(m+i)!}\frac{(-1)^m}{m!\,(n-i-m)!}(2ky)^m$$

Численный расчет оценки сверху функционального выражения $f_i^n(y)$ по параметру n показывает следующий результат.

Пусть $x = \frac{k}{2}\left(\frac{1}{2} < x < 1\right)$,

$g_i^n(x) = f_i^n(x)\max\left(e^{-(n-\frac{1}{2})k}\right)\left|\frac{1}{2}\right|^{i-1}e^{\frac{k}{2}}\max_{y\in\left(0,\frac{1}{2}\right)}|\psi(y)|$.

Тогда:

$$g_1^1(x) = 4xe^x\max_{y\in\left(0,\frac{1}{2}\right)}|\psi(y)|$$

$$g_2^2(x) = 8x^2e^xe^{-\frac{3}{2}k}\max_{y\in\left(0,\frac{1}{2}\right)}|\psi(y)|$$

$$g_1^3(x) = 4x(49x^2-42x+3)e^xe^{-\frac{5}{2}k}\max_{y\in\left(0,\frac{1}{2}\right)}|\psi(y)|$$

$$g_2^4(x) = 8k^2(81x^2-72x+6)e^xe^{-\frac{7}{2}k}\max_{y\in\left(0,\frac{1}{2}\right)}|\psi(y)|$$

$$g_1^5(x) = 4x\left(\frac{14641}{12}x^4-\frac{6655}{3}x^3+1210x^2-220x+5\right)e^xe^{-\frac{9}{2}k}\max_{y\in\left(0,\frac{1}{2}\right)}|\psi(y)|$$

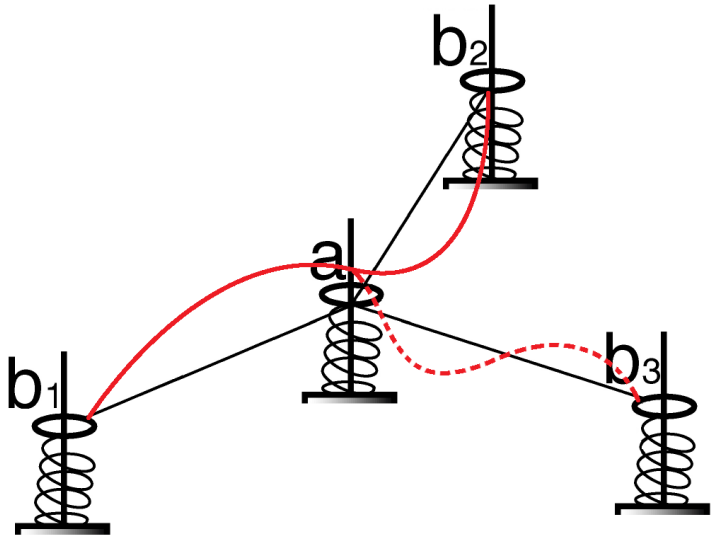
$$g_2^6(x) = 8x^2\left(\frac{28561}{12}x^4-4394x^3+2535x^2-520x+15\right)\times$$

$$\times e^xe^{-\frac{11}{2}k}\max_{y\in\left(0,\frac{1}{2}\right)}|\psi(y)|$$

Более детальный анализ показал, что при увеличении параметра n максимум данной функции возрастает.

2 Этап исследования – «Подбор эффективной стратегии»:

Найдем оптимальную стратегию для производства b_3 при известных стратегиях производств b_1 и b_2.

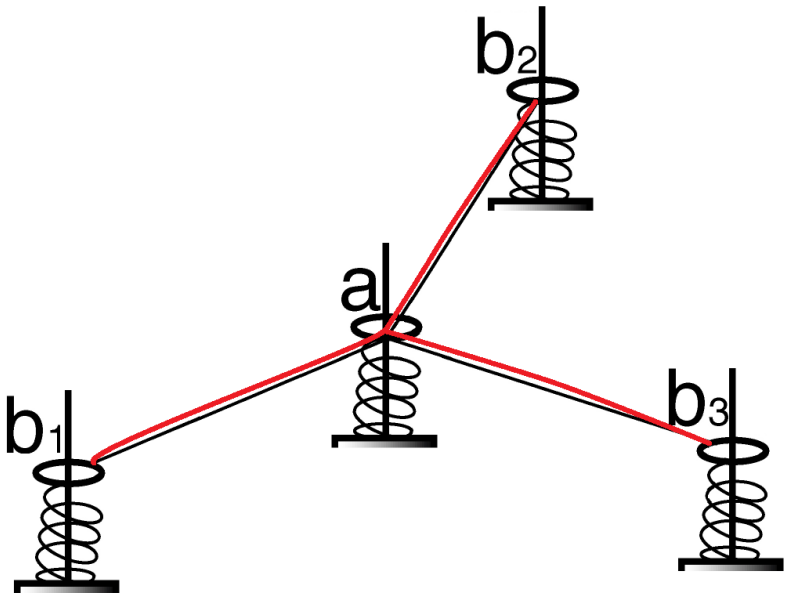


$$\varphi = \begin{cases} \varphi_1 = \frac{1}{3}\sin\left(x\frac{\pi}{3}\right) - \textit{известная стратегия на } \gamma_1 \\ \varphi_2 = 2\cos\left(x\frac{\pi}{4}\right) - \textit{известная стратегия на } \gamma_2 \\ ? \; - \textit{найти эффективную стратегия на } \gamma_3 \end{cases}$$

В качестве эффективной стратегии была подобрана:

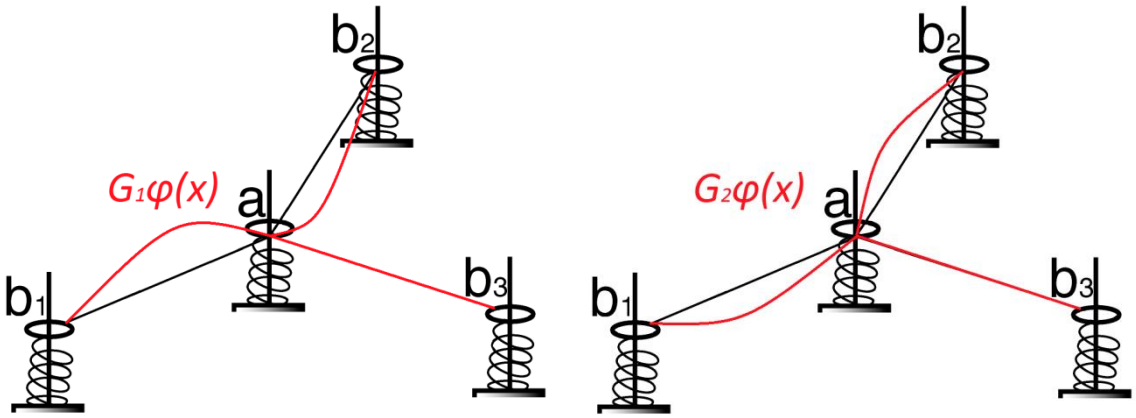
$$\varphi_3(x) = -\frac{5}{6}\cos\left(\frac{5}{3}x\right) + \frac{1}{5}.$$

Тогда графически задача (1) с начальными данными $(F\varphi)(x)$ будет описана следующей системой:



Расчёт, приведённый на 1-м этапе исследования, показал, что в таком случае: $\max_{[0,1]}(\psi(y)) \approx 0$.

В случаях, когда $u^{(G_1\varphi)}$ *и* $u^{(G_2\varphi)}$ являются решениями задачи (1), их графическое представление имеет вид:



На ребрах γ_1 и γ_2 функции $(G_1\varphi)(x)$ и $(G_2\varphi)(x)$ антисимметричны, следовательно, их действие на устойчивость ЭС в целом нивелируется.

Поэтому, подобранная стратегия $\varphi_3(x)$ при заданных стратегиях $\varphi_1(x)\, и\, \varphi_2(x)$ уменьшает фактор влияния коэффициента устойчивости на устойчивость ЭС в целом, а следовательно может быть названа эффективной.

Проведённые в два этапа исследования позволяют сделать следующие выводы:

1) изучена степень реагирования системы на конкуренцию при производстве однотипного товара, которая зависит от влияния коэффициента устойчивости. Если коэффициент устойчивости 0<k<1, то он оказывает на систему незначительное влияние и система более подвержена воздействию факторов внешней среды. Если k≥1, то он оказывает на систему значительное влияние и система более устойчива, стабильна в условиях конкуренции;
2) для случая 1<k<2 произведена точная оценка характера устойчивости ЭС до n=6 включительно;
3) подобрана верная стратегия $\varphi_3(x)$ при заданных стратегиях $\varphi_1(x)\, и\, \varphi_2(x)$ минимизирующая фактор влияния коэффициента устойчивости на устойчивость ЭС в целом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Модель, представленная в виде обобщенной модели производства однотипного товара в условиях конкуренции, была рассмотрена с привлечением математической модели – колебательной системы на графе-звезде. Это позволило получить следующие результаты:

1) Построена математическая модель ЭС для конкретной экономической задачи на основе модели колебаний сеточной структуры с использованием начально-краевой задачи.

2) Проанализировано функционирование ЭС в условиях влияния на неё различных факторов внешней среды на основе математической модели, исследована устойчивость для случая 1<k<2.

3) Подобрана эффективная стратегия сохранения устойчивости одного из участников ЭС при известных стратегиях его конкурентов.

Выбранное направление исследования экономической системы, сочетающее в себе математическую и экономическую составляющую, может быть практически использовано для конкретных производств, с целью анализа их стабильности и функционирования.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Найдюк, Ф.О. Формула продолжения начальных данных в решении Даламбера для волнового уравнения на отрезке с краевым условием третьего рода / Ф.О. Найдюк, В.Л. Прядиев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2004. – № 1. – С. 115-122.

2. Видяпин, В.И. Экономические системы: кибернетическая природа развития, рыночные методы управления, координация хозяйственной деятельности корпораций / В.И. Видяпин, Г.П. Журавлёва, Н.Я. Петраков. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 384 с.

3. Найдюк, Ф.О. Нагруженная струна, краевое условие третьего рода / Ф.О. Найдюк, В.Л. Прядиев, С.М. Ситник // Современные методы теории краевых задач. Понтрягинские чтения - XVI. материалы Воронежской весенней математической школы "Понтрягинские чтения - XVI". – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2005. – С. 151-152.

4. Найдюк, Ф.О. Численное решение задач о колебаниях / Ф.О. Найдюк, Е.Н. Десятирикова, Д.К. Проскурин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2013. – № 1. – С. 55-60.

5. Найдюк, Ф.О. Исследование формулы Даламбера для волнового уравнения на отрезке с краевым условием третьего рода / Найдюк Ф.О. // Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2003. – 23 с. – Деп. в ВИНИТИ 07.07.03 № 1288-В2003.

6. Найдюк, Ф.О. Новый алгоритм решения задач о колебаниях / Ф.О. Найдюк, Е.Н. Десятирикова, Д.К. Проскурин // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. сборник трудов Международной научно-технической конференции. Воронежский государственный университет. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2017. – С. 110-120.

7. Найдюк, Ф.О. О распределении нулей решений динамических уравнений на временных шкалах / Ж.И. Бахтина, И.В. Колесникова, Ф.О. Найдюк, С.А. Шабров // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2018. – № 4. – С. 67-74.

8. Найдюк, Ф.О. О некоторых начально-краевых задачах для вырождающихся параболических уравнений / А.Д. Баев, Р.А. Ковалевский, Ф.О. Найдюк, А.А. Бабайцев, В.Д. Харченко, И.Ф. Леженина, О.К. Плетнева // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2019. – № 1. – С. 59-68.

9. Найдюк, Ф.О. Теорема о композиции для одного класса вырождающихся псевдодифференциальных операторов с символом, зависящим от комплексного параметра / А.Д. Баев, А.А. Бабайцев, В.Д. Харченко, Ф.О. Найдюк // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2019. – № 2. – С. 54-64.

10. Найдюк, Ф.О. Исследование волнового уравнения с сингулярностью на несимметричном графе / Ф.О. Найдюк // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2021. – № 1. – С. 110-116.

УДК 517.956.321

РАЗРАБОТКА ЧИСЛЕННОГО ПОДХОДА МОДЕЛИРОВАНИЯ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Чалюк Н. И.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

При математическом моделировании различных физических процессов возникают системы линейных и нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных, точное решение которых невозможно получить в аналитическом виде. В данном случае требуется прибегать к численным методам, которые позволяют найти приближенное решение задачи для последующего построения его в графическом виде, получить различные характеристики описываемого процесса. Такие методы помогают сформировать представление об изучаемой проблеме.

В последнее время количество подобных задач неуклонно возрастает. Это связано в первую очередь со стремительным развитием науки и техники. Требуются все более мощные методы вычисления, объем расчетов неукоснительно возрастает. Напротив, успехи в различных областях науки породили создание новых, более производительных вычислительных средств, в результате использования которых математикам приходится пересматривать уже существующие методы с точки зрения рациональности их использования и способа их реализации и применения.

Сейчас, с развитием современных технологий, появляется все больше и больше возможностей для использования компьютеров в разработке методов вычисления, поиске и построении решений разнообразных математических задач, а также для графического вывода полученных данных. Таким образом, появляются новые возможности для рассмотрения и изучения новых алгоритмов и методов, исследования и обработки больших массивов данных, их систематизации для использования в дальнейших расчетах. Эти возможности успешно реализуются в современных естественных науках. В свою очередь, развитие технических возможностей порождает совершенствование вычислительных методов. Время обработки числовых данных значительно сокращается, повышается точность производимых вычислений для больших объемов информации. Разработка новых методов вычислений играет большую роль в современной математике.

Направление исследования в данной работе – исследование задачи математической физики, для которой реализуется численный алгоритм ее разрешения.

Целью данной работы является анализ и построение численного алгоритма вычисления решения задачи для модели колебательной системы.

Задачи данной работы:

1. Описание модели колебательной системы, определенной графически, математической задачей, нахождение её решения и построение алгоритма нахождение решения.
2. Реализация алгоритма нахождения решения задачи на языке C# в виде числового массива, построение графического описания этого решения с помощью полученной программы.

Постановка задачи

Рассмотрим колебания в вертикальной плоскости следующей механической системы: растянутые струны, концы которых свободно, без трения, движутся в вертикальном направлении по несгибаемой спице, по центру струны жёстко закреплены на пружине и скользят без трения по несгибаемой спице в вертикальном направлении. При равновесии струна расположена в горизонтальном положении. Такая система изображена на рис.1.

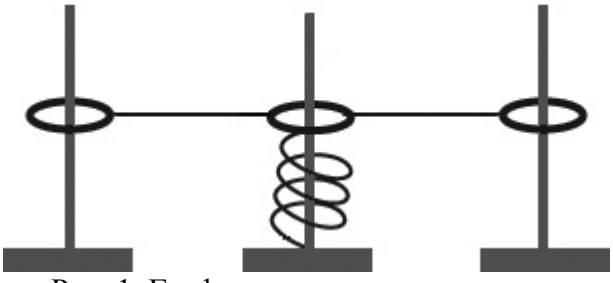


Рис. 1. Графическая модель системы.

Определённая графически модель систем, может быть описана следующей задачей:

$$\begin{cases} u_{xx}(x\ ,t) = u_{tt}(x\ ,t),\ (0 < x < 1, t > 0) \\ u(x,0) = \varphi(x), u_t(x,0) = \psi(x),\ (0 \le x \le 1) \\ u_x(0,t) = 0;\ u_x(1,t) = 0,\ \ (t \ge 0) \\ u_x(\frac{1}{2} + 0, t) - u_x(\frac{1}{2} - 0, t) = ku(\frac{1}{2}, t),\ (t \ge 0) \end{cases}, \quad (1)$$

где $k > 0$, $\varphi \in C^2[0;1/2) \cup (1/2;1]$, $\psi \in C^1[0;1/2) \cup (1/2;\ 1]$, t – переменная времени.

Получение численного алгоритма, способного описать решение задачи (1) с заданной точностью, и его реализация на языке C# является основной целью данной работы.

В основной задаче (1) требуется разрешить волновое уравнение

$$u_{xx}(x,t) = u_{tt}(x,t)$$

и представить его в виде, приемлемом для перевода его к численному алгоритму.

При этом в данной работе упор делается на представление решения (1) в виде аналога формулы Даламбера (как наиболее оптимальному), поэтому вкратце приведу описание теоретической основы этой формулы.

Разностные схемы

Разностной схемой называют конечную систему алгебраических уравнений, поставленную в соответствие какой-либо дифференциальной задаче, содержащей дифференциальное уравнение и дополнительные условия. Разностные схемы применяются для сведения дифференциальной задачи, имеющей континуальный характер, к конечной системе уравнений, численное решение которых принципиально возможно, к примеру, на вычислительных машинах.

Решение разностной схемы называется приближенным решением дифференциальной задачи:

$$F_\tau(x) = 0 \quad (2)$$

Для нахождения сеточной функции x называется разностной схемой, а решение этого уравнения, которое обозначается $\varphi\tau$, — разностным или сеточным решением уравнения (2). Оператор F_τ называется разностным оператором.

Если в (2) оператор F_τ определен формулой

$$\left[F_\tau(x)\right]_i = \begin{cases} \dfrac{x_i - x_{i-1}}{\tau} - f\left(t_{i-1}, x_{i-1}\right),\ \ i = 1,\ ..., n, \\ x_i - x_0,\ \ i = 0; \end{cases}$$

где $[F_\tau(x)]_i$ обозначает значение сеточной функции $[F_\tau(x)]$ в точке t_i, то разностная схема (2) называется явной (разностной) схемой Эйлера. Явной она называется потому, что ее решение может быть выписано в явном виде с помощью рекуррентных соотношений:

$$(\varphi_\tau)_0 = x_0,$$

$$(\varphi_\tau)_i = (\varphi_\tau)_{i-1} + \tau f[t_{i-1}, (\varphi_\tau)_{i-1}],\ \ i = 1,\ ..., n.$$

Явная схема Эйлера обладает двумя важными свойствами, из которых последует ее сходимость с первым порядком. Во-первых, при достаточно малых τ

$$\| F_\tau(P_\tau\varphi) \|_\tau \le C_a\tau,$$

где C_α — константа, не зависящая от τ, а φ — точное решение задачи Коши. В этом случае говорят, что схема (2) имеет первый порядок аппроксимации на решении. Тот факт, что

разностная схема обладает аппроксимацией на решении, означает, что при подстановке точного решения дифференциальной задачи в разностную схему получается невязка соответствующего порядка малости по τ.

Часто вместо свойства аппроксимации на решении рассматривают формально более жесткое требование, которое называют свойством аппроксимации, а именно:

$$\| F_\tau(P_\tau x) - P_\tau F(x) \|_\tau \le C_a \tau^k .$$

Обычно требуется, чтобы схема обладала свойством аппроксимации на множестве функций из некоторого класса гладкости. Очевидно, если решения дифференциального уравнения

$$x' = f(t,x)$$

m раз непрерывно дифференцируемы, а разностная схема обладает *k*-м порядком аппроксимации на *m* раз непрерывно дифференцируемых функциях, то она обладает *k*-м порядком аппроксимации на решении.

Второе важное свойство, которым обладает явная схема Эйлера, называется устойчивостью и определяется так: если $z \in S\tau$ и, кроме того, $\|z\|\tau$ и τ достаточно малы, то уравнение

$$F_\tau(y) = z$$

однозначно разрешимо и существует такая не зависящая от τ и $\|z\|\tau$ константа Cs, что

$$\| y - \varphi_\tau \|_\tau = \| F_\tau^{-1}(z) - \varphi_\tau \|_\tau \le C_s \| z \|_\tau .$$

Устойчивость разностной схемы означает, что малые возмущения *z* в начальных данных и правой части разностной схемы приводят к равномерно малому по τ изменению решения.

Устойчивость — очень важное в приложениях свойство разностных схем. Например, при практической реализации разностных методов возникают, в частности, проблемы, связанные с невозможностью представления точных чисел в компьютере. В результате решается не разностная схема (9), а несколько отличающееся от (9) уравнение. Свойство устойчивости разностной схемы гарантирует близость при достаточно малых τ между точным (теоретическим) решением $\varphi\tau$ разностной схемы и его практической реализацией $(F_\tau)^{-1}(z)$ (где z — суммарный вектор возмущений).

Недостатком разностной схемы является ограничение на выбор интервала деления при создании разностной сетки (или, иначе говоря, ограничение на выбор расчётного шага по одной из независимых переменных).

Метод трапеций

Для вычисления решения задачи (1) рассматриваемого численного алгоритма потребуется определить значения некоторых интегралов. Воспользуемся для этого методом трапеций, являющимся «золотой серединой» методов численного интегрирования.

Метод трапеций является методом численного интегрирования функции одной переменной. Его сутью является замена на каждом из элементарных отрезков подынтегральной функции на полином первой степени (линейную функцию).

Если отрезок интегрирования [*a*,*b*] элементарный, т.е., не подлежит для разбиения, значение интеграла находится по формуле

$$\int_a^b f(x)dx = \frac{f(a)+f(b)}{2}(b-a) + E(f), \quad где \ E(f) = -\frac{f''(\xi)}{12}(b-a)^3 .$$

Здесь применяется формула для площади трапеции – произведение полусуммы оснований (в данном случае – значений функций в крайних точках отрезка) на высоту (длину отрезка интегрирования).

В случае возможности разбиения отрезка интегрирования на элементарные, на каждом из таких отрезков применяется формула трапеций, а суммирование даст составную формулу трапеций:

$$\int_a^b f(x)dx \approx \sum_{i=0}^{n-1} \frac{f(x_i)+f(x_{i+1})}{2}(x_{i+1}-x_i) = \frac{f(a)}{2}(x_1-a)+$$

$$+\sum_{i=1}^{n-1} \frac{f(x_i)}{2}(x_{i+1}-x_{i-1}) + \frac{f(b)}{2}(b-x_{n-1}),$$

$$x_j = a+jh,\ h=(b-a)/N,\ N-\textit{четное}.$$

Метод трапеций численного интегрирования имеет преимущества в виде меньшей погрешности (по сравнению с методом прямоугольников) и быстродействия (по сравнению с методом Симпсона).

Численный подход в анализе колебательной системы

Последний метод применим при исследовании задачи (1), основываясь на формулу Даламбера (её обобщение).

Решение $u(x,t)$ задачи (1) может быть представлено в виде

$$u(x,t) = u_1(x,t) + u_2(x,t) \tag{3}$$

с точностью до замены переменной с отрезка [0;1] на [-1/2;1/2].

При этом

$$u_1(x,t) = \begin{cases} v_1(-x,t),\ x\in[-\frac{1}{2};0] \\ v_1(x,t),\ x\in[0;\frac{1}{2}] \end{cases}$$

$$u_2(x,t) = \begin{cases} -v_2(-x,t),\ x\in[-\frac{1}{2};0] \\ v_2(x,t),\ x\in[0;\frac{1}{2}] \end{cases},$$

где v_1 и v_2 являются решением задач (11) и (12) соответственно:

$$\begin{cases} v_{xx}(x,t) = v_{tt}(x,t),\ (0<x<\frac{1}{2},\ t>0) \\ v(x,0)=\varphi_1(x),\ v_t(x,0)=0,\ (0\le x\le\frac{1}{2}) \\ v_x(0,t)-\frac{k}{2}v(0,t)=0,\ v(\frac{1}{2},t)=0,\ (t\ge 0) \end{cases} \tag{4}$$

$$\begin{cases} v_{xx}(x,t) = v_{tt}(x,t),\ (0<x<\frac{1}{2},\ t>0) \\ v(x,0)=\varphi_1(x),\ v_t(x,0)=0,\ (0\le x\le\frac{1}{2}) \\ v(0,t)=0,\ v(\frac{1}{2},t)=0,\ (t\ge 0) \end{cases} \tag{5}$$

Определение. *Функцию $g(x,t,s)$, являющуюся интегральным ядром решения задачи (1), назовём фундаментальным решением задачи* (1).

Замечание: *Функция $g(x,t,s)$ является решением задачи* (*1*) *заменой $\varphi(x)$ на $G(x, s)$ ($G(x, s)$ – функция Грина*).

Заметим, что функция $G(x,s)$ необходимая для построения фундаментального решения на отрезке [0,1/2] является функцией Грина краевой задачи

$$\begin{cases} y''(x) = f(x) \\ y'(\frac{1}{2}) = 0,\ y'(0) - \frac{k}{2} y(0) = 0 \end{cases}.$$

Фундаментальные решения задач (4) и (5) могут быть представлены и в виде аналога формулы Даламбера-Эйлера через фундаментальное решение:

$$g(x,t,s) = \frac{1}{2}(\tilde{g}(x+t,s) + \tilde{g}(x-t,s)),$$

где

$\tilde{g}(y,s)$определяется следующим образом:

при $-1 \le y\text{-}2n < s$:

$$\tilde{g}(y,s) = (1)^n(\alpha_2(y-2n)+s) - (-1)^n \sum_{i=1}^{n} \Re_i^n(ky) e^{-\frac{y}{2}} \cdot (f_{n,i}(y,s,\alpha_2,s) -$$

$$- f_{n,i}((2n-1),s,\alpha_2,s)) - \sum_{j=1}^{n-1}(-1)^j \sum_{i=1}^{j} \Re_i^j(ky) e^{-\frac{y}{2}} \cdot (f_{j,i}(2j-s,s,\alpha_2,s) -$$

$$- f_{j,i}((2j-1),s,\alpha_2,s) + f_{j,i}(2j+s,s,\alpha_1,0) - f_{j,i}(2j-s,s,\alpha_1,0) +$$

$$+ f_{j,i}((2j+1),s,\alpha_2,-s) - f_{j,i}(2j+s,s,\alpha_2,-s)),$$

при $-s \le y\text{-}2n < s$:

$$\tilde{g}(y,s) = (-1)^n \alpha_1(y-2n) - (-1)^n \sum_{i=1}^{n} \Re_i^n(ky) e^{-\frac{y}{2}} \cdot (f_{n,i}(2n-s,s,\alpha_2,s) -$$

$$- f_{n,i}((2n-1),s,\alpha_2,s) + f_{n,i}(y,s,\alpha_1,0) - f_{n,i}(2n-s,s,\alpha_1,0) -$$

$$- \sum_{j=1}^{n-1}(-1)^j \sum_{i=1}^{j} \Re_i^j(ky) e^{-\frac{y}{2}} \cdot (f_{j,i}(2j-s,s,\alpha_2,s) - f_{j,i}(2j-s,s,\alpha_1,0) -$$

$$- f_{j,i}((2j-1)-s,s,\alpha_2,s) + f_{j,i}((2j+1),s,\alpha_2,-s) +$$

$$+ f_{j,i}(2j+s,s,\alpha_1,0) - f_{j,i}(2j+s,s,\alpha_2,-s)),$$

при $s \le y\text{-}2n < 1$:

$$\tilde{g}(y,s) = (-1)^n \alpha_1(y-2n) - (-1)^n \sum_{i=1}^{n} \Re_i^n(ky) e^{-\frac{y}{2}} \cdot (f_{n,i}(2n-s,s,\alpha_2,s) -$$

$$- f_{n,i}((2n-1),s,\alpha_2,s) + f_{n,i}(2ns+s,s,\alpha_1,0) - f_{n,i}(2n-s,s,\alpha_1,0) +$$

$$+ f_{n,i}(y,s,\alpha_2,-s) - f_{n,i}(2n+s,s,\alpha_2,-s) -$$

$$- \sum_{j=1}^{n-1}(-1)^j \sum_{i=1}^{j} \Re_i^j(ky) e^{-\frac{y}{2}} \cdot (f_{j,i}(2j-s,s,\alpha_2,s) - f_{j,i}(2j-s,s,\alpha_1,0) -$$

$$- f_{j,i}((2j-1)-s,s,\alpha_2,s) + f_{j,i}((2j+1),s,\alpha_2,-s) +$$

$$+ f_{j,i}(2j+s,s,\alpha_1,0) - f_{j,i}(2j+s,s,\alpha_2,-s)),$$

где:

$$\Re_i^j(y) = \frac{(2k)^i}{(i-1)!} L_{j-1}^i(y)$$

($L^{q}_{p}(y)$ – ортогональные многочлены Лагерра с параметрами p и q),

$$f_{n,i}(y,s,b,\alpha_p) = e^{\frac{y}{2}}\left(\frac{2b}{k} y^i + \sum_{m=0}^{i-1}(-1)^{m+1} y^{i-m-1}\left\{ b\frac{2\cdot(i\cdot\ldots\cdot(i-m))}{k^{m+2}} - (\alpha_p - 2n\cdot b)\cdot \right.\right.$$

$$\left.\left. \cdot\frac{2\cdot((i-1)\cdot\ldots\cdot(i-m)}{k^{m+1}}) \right\}\right), (p=1,2),\ \mu=1,\ \alpha_1 = \frac{1+k(1-s)}{1+k},\ \alpha_2 = \frac{2+k(2-s)}{1+k}.$$

В таком случае, алгоритм решения задачи (1) представляет собой алгоритм приближённого вычисления интеграла

$$u(x,t) = \int_{t_0}^{t} g(x,t,s)\varphi''(s)ds. \tag{6}$$

Алгоритм нахождения решения задачи (1) допускает нахождение решения с заданной точностью для больших временных промежутков, в таком случае погрешность и количество произведённых вычислений будут зависеть только от выбранного способа интегрирования.

Решение задачи (1) возможно найти и с помощью другой формулы представления решения, используя аналог формулы Даламбера-Эйлера:

$$u(x,t) = \frac{1}{2}(\psi(x+t) + \psi(x-t)),$$

а также представлении функции $\psi(y)$ на любом полуинтервале вида $[(n-1/2), (n+1/2)]$, $(n \in N)$ в виде конечной суммы:

$$\psi(y) = (-\mu)^n \psi_1(y-n) - (-\mu)^n \sum_{i=1}^{n} \Re_i^n(ky) \int_{(n-\frac{1}{2})}^{y} t^{i-1} e^{\frac{k}{2}(t-x)} \psi_1(t-2n)dt -$$

$$-\sum_{j=1}^{n-1}(-\mu)^j \sum_{i=1}^{j} \Re_i^j(ky) \int_{n-\frac{1}{2}}^{n+\frac{1}{2}} t^{i-1} e^{\frac{k}{2}(t-x)} \psi_1(t-n)dt, \tag{7}$$

где:

$$\Re_i^j(y) = \frac{(2k)^i}{(i-1)!} L_{j-1}^i(y)$$

($L^{q}_{p}(y)$ – ортогональные многочлены Лагерра с параметрами p и q),

$$\psi_1(y) = \begin{cases} \varphi_1(-y) & -\frac{1}{2} \le y \le 0 \\ \varphi_1(y) & 0 \le y \le \frac{1}{2} \end{cases}, \tag{8}$$

Применение формулы (7) в сравнении с применением формулы (6) в процессе решения задачи (1) несёт в себе недостаток, который заключается в множественном

использовании формул интегрирования из-за большого числа интегралов в самой формуле; погрешность вычислений, таким образом, имеет тенденцию к увеличению.

Численный метод

Для рассмотренной нами колебательной системы реализация нового численного алгоритма будет иметь порядок, описанный в следующей блок-схеме, базирующейся на (4), (5), (6):

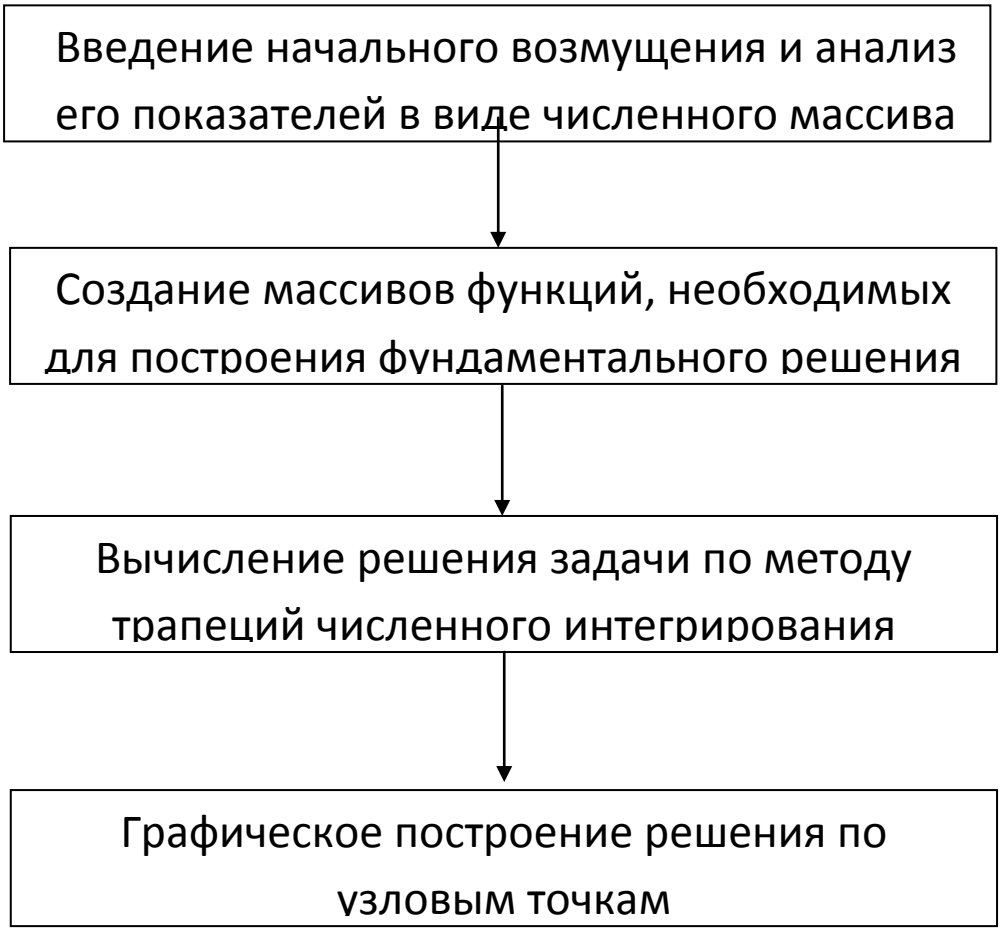


Рис.2. Блок-схема численного алгоритма

Для реализации данной схемы и будущего практического использования результатов вычислений, полученных в ходе решения задачи, была разработана компьютерная программа, реализованная в среде разработки Microsoft Visual Studio 2015 на языке C#. Программа работает под управлением операционных систем семейства Microsoft Windows версий Windows 7 и выше. Для обеспечения необходимой функциональности также необходимо наличие установленного в системе пакета Microsoft .NET Framework версии 4.5 и выше.

Вид рабочего окна программы представлен на рис. 3.

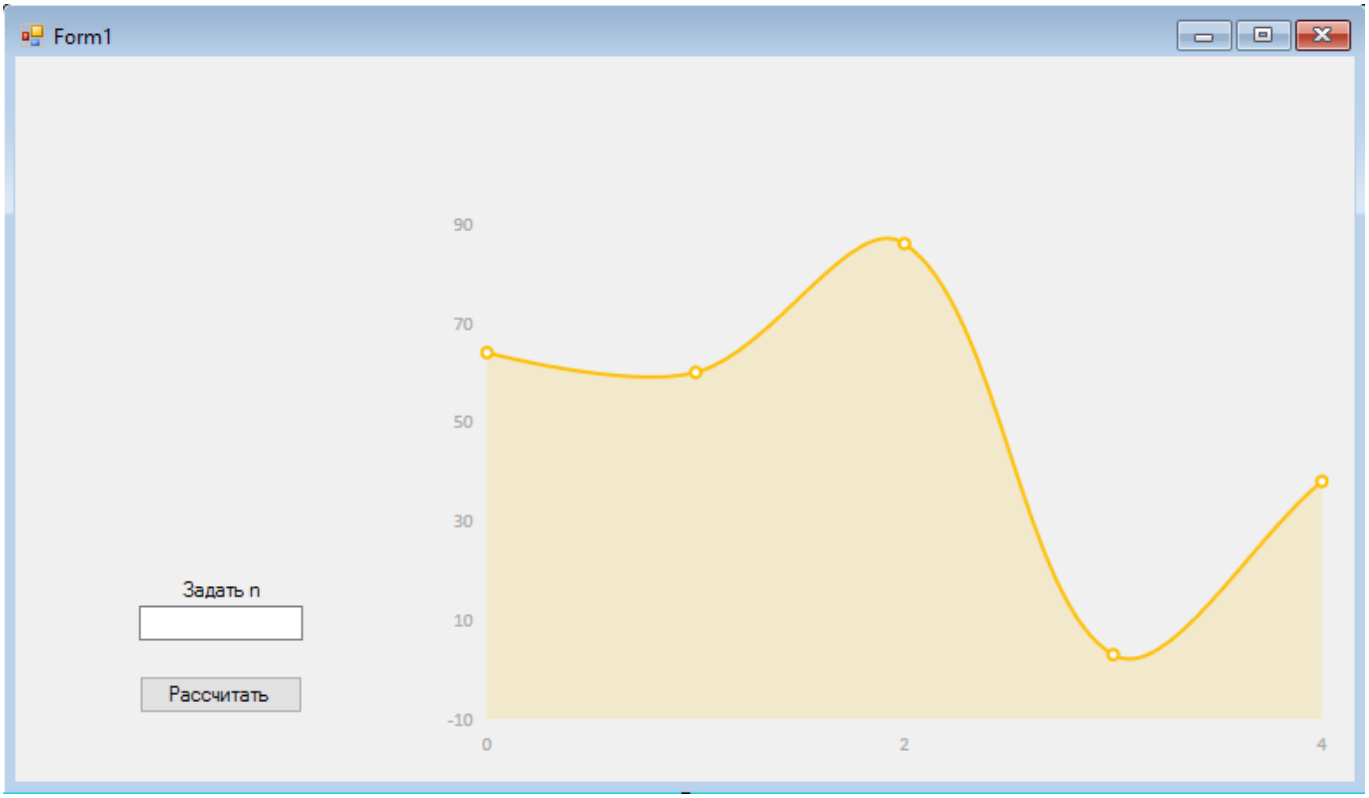


Рис. 3. Рабочее окно программы

Программа предназначена для поиска решения поставленной в работе задачи, а также его вывода в графическом виде. Алгоритм программы идентичен численному алгоритму, представленном на блок-схеме.

Для достижения нужного результата поиска решения в программу потребовалось ввести метод трапеций численного интегрирования и массивы для вычисления значений многочленов Лагерра.

В качестве выходных данных программы служит построенное графическое отображение решения задачи, выполненное с помощью дополнительно подключаемой библиотеки Live Charts.

Преимуществом программы, несомненно, служит наглядность отображенного графически решения задачи, которая позволяет оперативно оценить найденное решение.

Замечание: Листинг исполняемого кода программы в данном исследовании не прикладывается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе была рассмотрена реализация численного алгоритма решения задачи о колебаниях системы с упругими связями.

Приведен используемый для решения подобного вида задач математический аппарат, совещены различные методы решения, произведена оценка достоинств и недостатков этих методов.

Разработана схема решения этого алгоритма и специальная компьютерная программа на языке C#, реализующая эту схему и отображающая решение задачи о колебаниях графически, используя актуальные программные методы построения двумерных графиков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Найдюк, Ф.О. Исследование формулы Даламбера для волнового уравнения на отрезке с краевым условием третьего рода / Найдюк Ф.О. // Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2003. – 23 с. – Деп. в ВИНИТИ 07.07.03 № 1288-В2003.

2. Найдюк, Ф.О. Формула продолжения начальных данных в решении Даламбера для волнового уравнения на отрезке с краевым условием третьего рода / Ф.О. Найдюк, В.Л. Прядиев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2004. – № 1. – С. 115-122.

3. Найдюк, Ф.О. Нагруженная струна, краевое условие третьего рода / Ф.О. Найдюк, В.Л. Прядиев, С.М. Ситник // Современные методы теории краевых задач. Понтрягинские чтения - XVI. материалы Воронежской весенней математической школы "Понтрягинские чтения - XVI". – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2005. – С. 151-152.

4. Найдюк, Ф.О. Численное решение задач о колебаниях / Ф.О. Найдюк, Е.Н. Десятирикова, Д.К. Проскурин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2013. – № 1. – С. 55-60.

5. Найдюк, Ф.О. Новый алгоритм решения задач о колебаниях / Ф.О. Найдюк, Е.Н. Десятирикова, Д.К. Проскурин // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. сборник трудов Международной научно-технической конференции. Воронежский государственный университет. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2017. – С. 110-120.

6. Найдюк, Ф.О. О распределении нулей решений динамических уравнений на временных шкалах / Ж.И. Бахтина, И.В. Колесникова, Ф.О. Найдюк, С.А. Шабров // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2018. – № 4. – С. 67-74.

7. Найдюк, Ф.О. О некоторых начально-краевых задачах для вырождающихся параболических уравнений / А.Д. Баев, Р.А. Ковалевский, Ф.О. Найдюк, А.А. Бабайцев, В.Д. Харченко, И.Ф. Леженина, О.К. Плетнева // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2019. – № 1. – С. 59-68.

8. Найдюк, Ф.О. Теорема о композиции для одного класса вырождающихся псевдодифференциальных операторов с символом, зависящим от комплексного параметра / А.Д. Баев, А.А. Бабайцев, В.Д. Харченко, Ф.О. Найдюк // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2019. – № 2. – С. 54-64.

9. Найдюк, Ф.О. Исследование волнового уравнения с сингулярностью на несимметричном графе / Ф.О. Найдюк // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2021. – № 1. – С. 110-116.

УДК 517.956.3, 004.942

СИНГУЛЯРНОСТЬ В КОЛЕБАНИЯХ В ВИДЕ ТОЧЕЧНЫХ МАСС

Апалькова А. Н.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Постановка задачи.

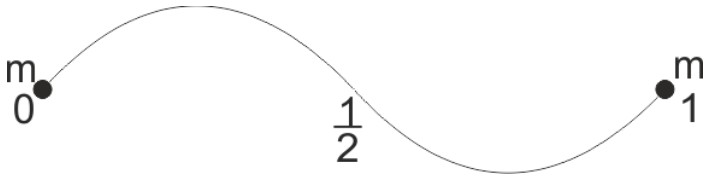
Исследование явлений различной природы, описываемых различными науками, такими как физика, экономика или медицина проводится с помощью моделирования посредством дифференциальных уравнений с частными производными. Волновое уравнение, относящиеся к их числу, находит широкое применение в физике, например при описании гравитационных волн, распространения электрического потенциала в нейроне и нейронных сетях, деформаций струнно-стержневых систем и пр.

Исследуем следующую задачу для волнового уравнения на отрезке (0,1) с краевыми условиями первого и третьего родов

$$\begin{cases} U_{xx}(x,t) = U_{tt}(x,t), (0 < x < 1, t > 0) \\ U(x,0) = \alpha(x), \ (0 \le x \le 1) \\ U_t(x,0) = \beta(x), \quad (0 \le x \le 1) \\ U_x(0,t) - mU_{tt}(0,t) = 0, \quad (t > 0) \\ U_x(1,t) + mU_{tt}(1,t) = 0, \quad (t > 0) \end{cases} \tag{1.1}$$

в которой m фиксированное заданное положительное число, $\alpha(x) \in C^2_{[0,1]}$, $\beta(x) \in C^1_{[0,1]}$. Решение ищется в классе вещественнозначных дважды непрерывно диффренцируемых на $(0,1) \times R^+$ функций; U_x и U_t производные U по x и t соответственно; $U_{xx} = (U_x)_x$, $U_{tt} = (U_t)_t$.

Задача (1.1) служит моделью колебаний струнной системы изображенной на (Рис. 1):



(Рис. 1) Струна с обоих концов имеет точечные массы, которые могут скользить по несгибаемым спицам (без трения) в вертикальном направлении. Положением равновесия системы считается горизонтальное расположение струны.

Основная цель работы состоит в получении решения задачи (1.1) в виде аналога функции Даламбера, т.е. представимого в виде конечной суммы:

$$U(x,t) = \frac{1}{2}\big(f(x-at) + f(x+at)\big) + \frac{1}{2a}\int_{x-at}^{x+at} g(s)ds$$

Без ограничения общности можно считать, что $\beta(x) = 0$, именно такая задача будет рассмотрена далее.

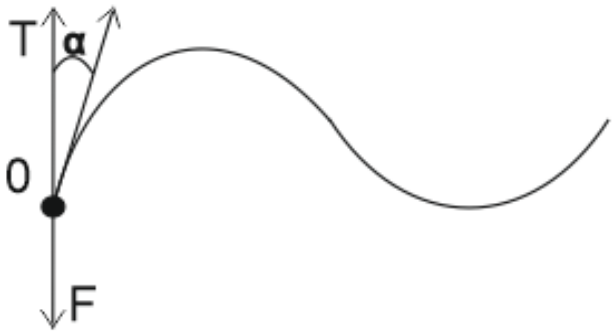
Математическая модель с точечными массами.

Опишем вкратце процесс моделирования колебаний струны с точечными массами на концах. Для этого рассмотрим струну длиной 1 с точечными массами m на левом и правом её концах.

Условно разделим струну пополам, таким образом, чтобы один конец был с точечной массой, а второй свободный.

Получим два случая:

1. Рассмотрим струну с точечной массой в точке 0 (т.е. слева) и свободным концом:



Проецируются силы, действующие на точечную массу, на ось ординат:

$$T \cdot \sin\alpha - F = 0 \tag{2.1}$$

Обозначается в силу малости колебаний (с точностью до бесконечно малой более высокого порядка):

$$\sin\alpha = \mathrm{tg}\alpha = U_x$$

Применяется второй закон Ньютона – дифференциальный закон механического движения, описывающий зависимость ускорения тела от равнодействующей всех приложенных к телу сил и массы тела, дающий:

$$F = ma = mU_{tt}$$

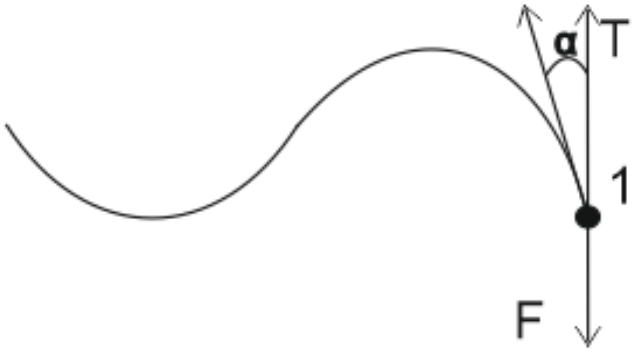
Подстановка U_x и mU_{tt} в исходное соотношение (2.1):

$$T \cdot U_x - mU_{tt} = 0, \text{ при } x=0$$
$$U_x - \frac{m}{T} \cdot U_{tt} = 0 \qquad (2.2)$$

Обозначив $\frac{m}{T}$ за $\tilde{m}$, в (2.2) получается равенство:

$$U_x(x,t) - \tilde{m} \cdot U_{tt}(x,t) = 0$$

2.Рассмотрим струну с точечной массой в точке 1 (т.е. справа) и свободным концом:



Проецируются силы, действующие на точечную массу, на ось ординат:

$$-T \cdot \sin\alpha - F_T = 0 \qquad (2.3)$$

Обозначается в силу малости колебаний (с точностью до бесконечно малой более высокого порядка):

$$\sin\alpha = U_x$$

Применяется второй закон Ньютона – дифференциальный закон механического движения, описывающий зависимость ускорения тела от равнодействующей всех приложенных к телу сил и массы тела, получим:

$$F = ma = mU_{tt}$$

Умножается на (-1) и подставляется U_x и mU_{tt} в исходное уравнение:

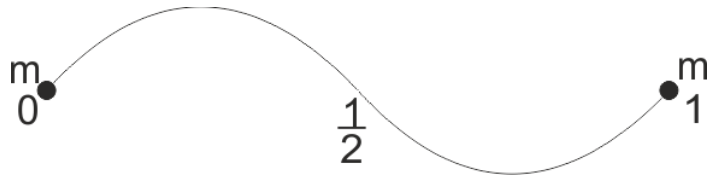
$$T \cdot U_x + mU_{tt} = 0, \text{ при } x=1$$
$$U_x + \frac{m}{T} \cdot U_{tt} = 0 \qquad (2.4)$$

Обозначив $\frac{m}{T}$ за $\tilde{m}$, в (2.4) получается равенство:

$$U_x(x,t) + \tilde{m} \cdot U_{tt}(x,t) = 0$$

Алгоритм сведения задачи основной задачи к задаче с упругим колебанием.

Физическая модель рассматриваемой задачи (1.1) представляет из себя колебания (в вертикальной плоскости) механической системы изображенной на рисунке (его описание приведено ранее):



В данной механической системе:

m – точечные сосредоточенные массы, жестко закрепленные к струне свободно колеблющееся в вертикальной плоскости (без трения).

Решение задачи (1.1) будем искать в виде аналога формулы Даламбера.

Поэтому для простоты рассмотрения формализации задачи, введем замену переменных:

$$y = x - \frac{1}{2}, x \in [0,1]$$

Отсюда следует, что

$$y \in \left[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right]$$

В этом случае задача (1.1) примет вид:

$$\begin{cases} U_{yy}(y+\frac{1}{2},t) = U_{tt}(y+\frac{1}{2},t), (-\frac{1}{2} < y < \frac{1}{2}, t > 0) \\ U\left(y+\frac{1}{2},0\right) = \alpha\left(y+\frac{1}{2}\right), (-\frac{1}{2} \le y \le \frac{1}{2}) \\ U_t\left(y+\frac{1}{2},0\right) = 0, \left(-\frac{1}{2} \le y \le \frac{1}{2}\right), \\ U_y\left(-\frac{1}{2},t\right) - mU_{tt}\left(-\frac{1}{2},t\right) = 0, (t > 0) \\ U_y\left(\frac{1}{2},t\right) + mU_{tt}\left(\frac{1}{2},t\right) = 0, (t > 0) \end{cases} \quad (3.1)$$

Для того, чтобы решение (3.1) было представлено в виде аналога формулы Даламбера представим решение задачи (3.1) в виде:

$$U(y,t) = U_1(y,t) + U_2(y,t), \quad (3.2)$$

где

$$U_1(y,t) = \frac{U(y,t) + U(-y,t)}{2}$$

$$U_2(y,t) = \frac{U(y,t) - U(-y,t)}{2}$$

Лемма 1. Если решение задачи (3.1) существует, то U_1 является решением

$$
\begin{gathered}
U_{yy}(y+\frac{1}{2},t)=U_{tt}(y+\frac{1}{2},t),(-\frac{1}{2}\le y\le\frac{1}{2},t>0)\\
U\left(y+\frac{1}{2},0\right)=\alpha_1\left(y+\frac{1}{2}\right),(-\frac{1}{2}\le y\le\frac{1}{2})\\
U_t\left(y+\frac{1}{2},0\right)=0,(\frac{1}{2}\le y\le\frac{1}{2})\\
U_y\left(-\frac{1}{2},t\right)-mU_{tt}\left(-\frac{1}{2},t\right)=0,(t>0)\\
U_y\left(\frac{1}{2},t\right)+mU_{tt}\left(\frac{1}{2},t\right)=0,(t>0).
\end{gathered}
\tag{3.3}
$$

Лемма 2. Если решение задачи (3.1) существует, то U_2 является решением

$$
\begin{gathered}
U_{yy}(y+\frac{1}{2},t)=U_{tt}(y+\frac{1}{2},t),(-\frac{1}{2}\le y\le\frac{1}{2},t>0)\\
U\left(y+\frac{1}{2},0\right)=\alpha_2\left(y+\frac{1}{2}\right),(-\frac{1}{2}\le y\le\frac{1}{2})\\
U_2(0,t)=0,(t>0)\\
U_t\left(y+\frac{1}{2},0\right)=0,(\frac{1}{2}\le y\le\frac{1}{2})\\
U_y\left(-\frac{1}{2},t\right)-mU_{tt}\left(-\frac{1}{2},t\right)=0,(t>0)\\
U_y\left(\frac{1}{2},t\right)+mU_{tt}\left(\frac{1}{2},t\right)=0,(t>0).
\end{gathered}
\tag{3.4}
$$

Замечание. Функция $U_1(y,t)$ по построению является четно-симметричной по первой переменной, это значит, что $U_1(-y,t)=U_1(y,t)$.

Функция $U_2(y,t)$ по построению является нечетно-симметричной по первой переменной, это значит, что $U_2(-y,t)=-U_2(y,t)$.

Введем в рассмотрение две вспомогательные задачи:

$$
\begin{cases}
(W)_{xx}(x,t)=(W)_{tt}(x,t),\left(0<x<\frac{1}{2},t>0\right)\\
W(x,0)=\varphi_1(x),(0\le x\le\frac{1}{2})\\
(W)_t(x,0)=0,(0\le x\le\frac{1}{2})\\
(W)_x(0,t)=0,(t>0)\\
W_x\left(\frac{1}{2},t\right)+mW_{tt}\left(\frac{1}{2},t\right)=0,(t>0)
\end{cases}
\tag{3.5}
$$

$$
\begin{cases}
(W)_{xx}(x,t)=(W)_{tt}(x,t),\left(0<x<\frac{1}{2},t>0\right)\\
W(x,0)=\varphi_2(x),(0\le x\le\frac{1}{2})\\
(W)_t(x,0)=0,(0\le x\le\frac{1}{2})\\
(W)_x(0,t)=0,(t>0)\\
W_x\left(\frac{1}{2},t\right)+mW_{tt}\left(\frac{1}{2},t\right)=0,(t>0)
\end{cases}
\tag{3.6}
$$

для которых m определено как положительное число.

Решение задач (3.5) – (3.6) представимо в форме Даламбера

$$W(x,t)=\frac{1}{2}(\gamma(x+t)+\gamma(x-t), \tag{3.7}$$

в котором γ есть дважды непрерывно дифференцируемое продолжение φ_1 и φ_2 с $\left[\frac{0,1}{2}\right]$ на R для задач (3.5) и (3.6) соответственно.

В итоге поиск решения задач (3.5) и (3.6) сводится к поиску функции γ.

В итоге γ(x) есть продолжение начальных данных задач, подчинённое условиям:

$$\gamma'(-x)=-\gamma'(x) \text{ и } \left(\gamma''+\frac{1}{m}\gamma'\right)(1+x)=-\left(\gamma''+\frac{1}{m}\gamma'\right)(1-x),$$

(для задачи (3.5))

и

$$\gamma'(-x)=-\gamma(x) \text{ и } \left(\gamma''+\frac{1}{m}\gamma'\right)(1+x)=-\left(\gamma''+\frac{1}{m}\gamma'\right)(1-x),$$

(для задачи (3.6)).

Поэтому функцию γ можно характеризовать как:

γ – это чётная дважды непрерывно дифференцируемая функция для (3.5) и нечётная дважды непрерывно дифференцируемая функция для (3.6), сужение которой на $[0;+\infty]$ является решением уравнения:

$$\left(\gamma''+\frac{1}{m}\gamma'\right)(1+x)=-\left(\gamma''+\frac{1}{m}\gamma'\right)(1-x). \tag{3.8}$$

Если обозначить $k=\frac{1}{m}$, $\gamma'(x)=\mu(x)$, перейдем от уравнения (3.8) к уравнению:

$$\mu'(x)=\mu'(x-1)+k\mu(x)-k\mu(x-1)=0\ \left(x\geq\frac{1}{2}\right),$$

где

$$\mu(x)=\begin{cases}\varphi_1'(x), -\frac{1}{2}\leq x\leq 0\\ -\varphi_1'(x), 0\leq x\leq\frac{1}{2}\end{cases}$$

для (3.5)

и

$$\mu(x)=\begin{cases}\varphi_2'(x), -\frac{1}{2}\leq x\leq 0\\ -\varphi_2'(x), 0\leq x\leq\frac{1}{2}\end{cases}$$

для (3.6).

Теорема 1. Пусть K_1 оператор, который всякой функции $\psi\in C^2[0,1]$ ставит в соответствие, определенную функцию на $(-\infty,+\infty)$ четную функцию $\tilde{\psi}$, совпадающую на $[0,1]$ с функцией ψ и определяемую при $x\geq 1$ равенством

$$\begin{aligned}\tilde{\psi}(x)=\psi_1(x-n)-\sum_{i=1}^{n}\Re_i^n(kx)\int_{n-\frac{1}{2}}^{x}t^{i-1}e^{\frac{k}{2}(t-x)}\times\psi_1(x-n)\\ -\sum_{j=1}^{n-1}\sum_{i=1}^{n}\Re_i^n(kx)\int_{n-\frac{1}{2}}^{n+\frac{1}{2}}t^{i-1}e^{\frac{k}{2}(t-x)}\psi_1(x-n)dt,\end{aligned} \tag{3.9}$$

где $\Re_i^n(y)=\frac{(k)^i}{(i-1)!}L_{j-i}^i(y)$, ($L_p^q(y)$ ортогональный многочлен Лагерра с параметрами p,q).

Тогда решение задачи (3.5) представимо в виде (3.7), где

$$\gamma(x)=\int_0^x(K_1\varphi_1')(s)ds$$

Теорема 2. Пусть K_2 оператор, который всякой функции $\psi \in C^2[0,1]$ ставит в соответствие, определенную функцию на $(-\infty, +\infty)$ нечетную функцию $\tilde{\psi}$, совпадающую на $[0,1]$ с функцией ψ и определяемую при $x \geq 1$ равенством (3.9) . Тогда решение задачи (3.6) представимо в виде (3.7) , где

$$\gamma(x) = \varphi_2(0) + \int_0^x (K_2\varphi_2')(s)ds.$$

Лемма. Решение задачи (3.3) представимо в виде:

$$U_1(x,t) = \begin{cases} W_1(-x,t), [-\frac{1}{2}, 0] \\ W_1(x,t), \left[0, \frac{1}{2}\right]. \end{cases} \quad (3.10)$$

Решение задачи (3.4) представимо в виде:

$$U_2(x,t) = \begin{cases} -W_2(-x,t), [-\frac{1}{2}, 0] \\ W_2(x,t), \left[0, \frac{1}{2}\right], \end{cases} \quad (3.11)$$

где W_1 – решение задачи (4.3), а W_2 – решение задачи (3.4).

Теорема 3. Пусть существует U(x, t) – решение задачи (1.1). Тогда оно единственно.

Выводы

В работе была исследована модель колебаний однородной струны в вертикальной плоскости, которая на обоих концах имеет точечные массы, которые могут свободно скользить по несгибаемым спицам (без трения) в вертикальном направлении.

Моделирование механической системы известными математическими методами позволило получить задачу для волнового уравнения с краевыми условиями первого и третьего родов. В итоге была исследована задача (1.1). Решение последней было найдено в классе дважды непрерывно дифференцируемых функций в форме аналога формулы Даламбера (через сумму продолжений начальных данных) с помощью специально построенных задач.

Цель работы, состоявшая в получении решения задачи в виде аналога функции Даламбера, т.е. представимого в виде конечной суммы, была полностью достигнута.

Параллельно получению представления решения задачи (1.1) в форме аналога Даламбера, была доказана его единственность.

Список использованной литературы

1. Найдюк, Ф.О. Исследование формулы Даламбера для волнового уравнения на отрезке с краевым условием третьего рода / Найдюк Ф.О. // Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2003. – 23 с. – Деп. в ВИНИТИ 07.07.03 № 1288-В2003.

2. Найдюк, Ф.О. Формула продолжения начальных данных в решении Даламбера для волнового уравнения на отрезке с краевым условием третьего рода / Ф.О. Найдюк, В.Л. Прядиев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2004. – № 1. – С. 115-122.

3. Найдюк, Ф.О. Нагруженная струна, краевое условие третьего рода / Ф.О. Найдюк, В.Л. Прядиев, С.М. Ситник // Современные методы теории краевых задач. Понтрягинские чтения - XVI. материалы Воронежской весенней математической школы "Понтрягинские чтения - XVI". – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2005. – С. 151-152.

4. Найдюк, Ф.О. Численное решение задач о колебаниях / Ф.О. Найдюк, Е.Н. Десятирикова, Д.К. Проскурин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2013. – № 1. – С. 55-60.

5. Найдюк, Ф.О. Новый алгоритм решения задач о колебаниях / Ф.О. Найдюк, Е.Н. Десятирикова, Д.К. Проскурин // Актуальные проблемы прикладной математики,

информатики и механики. сборник трудов Международной научно-технической конференции. Воронежский государственный университет. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2017. – С. 110-120.

6. Найдюк, Ф.О. О распределении нулей решений динамических уравнений на временных шкалах / Ж.И. Бахтина, И.В. Колесникова, Ф.О. Найдюк, С.А. Шабров // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2018. – № 4. – С. 67-74.

7. Найдюк, Ф.О. О некоторых начально-краевых задачах для вырождающихся параболических уравнений / А.Д. Баев, Р.А. Ковалевский, Ф.О. Найдюк, А.А. Бабайцев, В.Д. Харченко, И.Ф. Леженина, О.К. Плетнева // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2019. – № 1. – С. 59-68.

8. Найдюк, Ф.О. Теорема о композиции для одного класса вырождающихся псевдодифференциальных операторов с символом, зависящим от комплексного параметра / А.Д. Баев, А.А. Бабайцев, В.Д. Харченко, Ф.О. Найдюк // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2019. – № 2. – С. 54-64.

9. Найдюк, Ф.О. Исследование волнового уравнения с сингулярностью на несимметричном графе / Ф.О. Найдюк // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2021. – № 1. – С. 110-116.

УДК 517.956.321

ФУНДАМЕНТАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ, КАК СПОСОБ ОПИСАТЬ РЕШЕНИЕ НАЧАЛЬНО-КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ

Голубев Д. А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

В современной науке и технике математические методы исследования, моделирования и проектирования играют все большую роль.

При решении задач математической физики и техники, связанных с гармоническими функциями, во многих случаях бывают полезными специальные гармонические функции, обладающие некоторыми особенностями, которые мы частично будем затрагивать в работе. Эти функции называются функциями Грина по имени английского физика, впервые введшего их в употребление.

Основной же целью работы является применение аналога метода функций Грина в волновой задаче с упругой опорой. Рассматривается задача с растянутой струной, концы которой жестко закреплены, а середина имеет точечную упругую опору. Необходимо получить явное представление решения поставленной задачи, описывающей физическую модель, основанное на методах Даламбера и функции Грина.

Подобные решения в современной математике требуются как в инженерных, так и в экономических моделях-задачах.

О краевой задаче

Краевые задачи являются одним из приложений теории интегральных уравнений и бесспорно примыкают к рассмотренному кругу вопросов.

Рассматривается линейное дифференциальное уравнение второго порядка

$$y'' + p_1(x)y' + p_2(x)y = f(x). \quad (1.1)$$

Краевая задача для уравнения (1.1) ставится так: найти решение дифференциального уравнения, удовлетворяющее граничным условиям:

$$y(a) = y_0, y(b) = y_1. \quad (1.2)$$

Эти дополнительные условия ставятся в различных точках a и b.

Иногда граничные условия имеют более общий вид:

$$\alpha_1 y(a) + \beta_1 y'(a) = A_0, \alpha_2 y(b) + \beta_2 y'(b) = A_1. \quad (1.3)$$

В работе будут использоваться смешанные граничные условия (1.2) и (1.3).

Без потери общности рассматриваются нулевые граничные условия. Действительно, при линейной замене неизвестной функции $z(x) = y(x) + \alpha x + \beta$ уравнение для z снова будет линейным, а константы α и β выбираются так, чтобы сделать граничные условия нулевыми. А именно:

$$z(x) = y(x) - \frac{y_1 - y_0}{b-a}(x-a) - y_0, z(a) = z(b) = 0. \quad (1.4)$$

Умножение уравнения (1.1) на $p(x) = exp(\int p_1(x)\,dx)$, может быть приведено к самосопряженному виду

$$(p(x)y')' + q(x)y = f(x). \quad (1.5)$$

Поэтому краевая задача в общем виде выглядит следующим образом:

$$\hat{L}y \equiv (p(x)y')' + q(x)y = f(x), \quad (1.6)$$
$$y(a) = y(b) = 0.$$

Однородной краевой задачей называется случай задачи (1.6), когда $f(x) = 0$.

О функции Грина

Функция Грина применяется для решения неоднородных дифференциальных уравнений с граничными условиями (неоднородных краевых задач).

В случае, если однородная краевая задача не имеет решения, решение неоднородной краевой задачи можно найти при помощи функции Грина (найти фундаментальное решение). Функцией Грина краевой задачи (1.6) называется функция $G(x,s)$, где $a \le x \le b$ и $a < s < b$, зависящая от дополнительного параметра s, и обладающая следующими свойствами:

1. Функция $G(x,s)$ непрерывна по x при фиксированном s.
2. Функция $G(x,s)$ удовлетворяет граничным условиям
$$G(a,s) = G(b,s) = 0.$$
3. Функция $G(x,s)$ удовлетворяет однородному дифференциальному уравнению всюду, кроме одной точки: $\hat{L}_x G(x,s) = 0$ при $x \neq s$.
4. Производная по x терпит скачок в одной точке при $x = s$:
$$G'_x(s+0,s) - G'_x(s-0,s) = \frac{1}{p(s)}$$

Функция Грина требуется для выражения через нее решения краевой задачи (1.6). Этот факт представим в виде:

$$y(x) = \int_a^b G(x,s) f(s) ds. \quad (2.1)$$

Построение аналога функции Грина

Итак, мы рассматриваем краевую задачу (1.6) и хотим построить для неё функцию Грина. Предположим, что однородная задача не имеет решения, отличного от нуля.

Теперь построим из них кусочно-непрерывную функцию вида:

$$F(x,s) = \begin{cases} c_1 y_1(x), & a \le x < s \\ c_2 y_2(x), & s < x \le b \end{cases}. \quad (3.1)$$

Это почти функция Грина. Осталось потребовать выполнения условия непрерывности по переменной x и условия на скачок производной. Это дает систему уравнений на коэффициенты c_i:

$$\begin{cases} c_1 y_1(s) = c_2 y_2(s) \\ c_2 y_2'(s) - c_1 y_1'(s) = 1/p(s) \end{cases}. \quad (3.2)$$

Решив систему (3.2), получим:

$$c_1 = \frac{y_2(s)}{W(s)p(s)}, c_2 = \frac{y_1(s)}{W(s)p(s)}. \quad (3.3)$$

где $W(S)$ – определитель Вронского.

О фундаментальном решении

Рассматривается задача:

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} & (0 < x < l, t > 0) \\ u(0,t) = 0,\ u'(\ell,t) + k\,u(\ell,t) = 0 & (t > 0). \\ u(x,0) = \varphi(x), \frac{\partial u}{\partial t}(x,0) = 0 & (0 \le x \le \ell) \end{cases} \quad (4.1)$$

где ℓ и k - фиксированное положительное число, $\varphi \in C^2[0,\ell]$.

Вводится в рассмотрение функция Грина $G(x,s)$ краевой задачи

$$\begin{cases} y''(x) = f(x) \\ y(0) = 0, y'(\ell) + k\,y(\ell) = 0 \end{cases}.$$

Она допускает явное описание

$$G(x,t) = \begin{cases} \left(1 - \frac{k}{1+k\ell}s\right)x & (0 \le x \le s \le \ell) \\ \left(1 - \frac{k}{1+k\ell}s\right)x + (x-s) & (\ell \ge x > s \ge 0) \end{cases},$$

из которого видно, что при каждом $s \in [0,\ell]$ функция Грина $G(x,s)$ кусочно-линейна и имеет единственную точку излома $x = s$.

Функцию $g(x,t,s)$, являющуюся решением задачи (4.1) заменой $\varphi(x)$ на $G(x,s)$, назовем фундаментальным решением задачи (4.1).

Решение задачи (4.1) представимо в виде:

$$u(x,t) = -\int_0^1 g(x,t,s)G''(x,s)ds, \quad (4.2)$$

где g – фундаментальное решение, являющееся интегральным ядром описания решения по аналогии с функцией Грина, и представимо в форме Даламбера:

$$g(x,t,s) = \frac{1}{2}\left(\tilde{g}(x-t,s) + \tilde{g}(x+t,s)\right). \quad (4.3)$$

где функция $\tilde{g}$ есть продолжение φ с $[0,\ell]$ на R.

Функция $\tilde{g}$ имеет описание в виде конечной суммы.

Аналог метода функций Грина в волновой задаче с упругой опорой

Рассматривается задача:

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - a^2\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0 & (0 < x < 1, t > 0) \\ u(0,t) = 0, u(1,t) = 0 & (t > 0) \\ u(x,0) = \varphi(x), \frac{\partial u}{\partial t}(x,0) = \psi(x) & (0 \le x \le 1) \\ \frac{\partial u}{\partial x}\left(\frac{1}{2}+0,t\right) - \frac{\partial u}{\partial x}\left(\frac{1}{2}-0,t\right) = ku\left(\frac{1}{2},t\right) & (t > 0) \end{cases}, \quad (5.1)$$

где $\varphi(x) \in C^2\left[0,\frac{1}{2}\right) \cup \left(\frac{1}{2},1\right]$; $\psi(x) \in C^1[0,1]$; a^2 – коэффициент, зависящий от свойств струны; k – жесткость упругой опоры (например, пружины); t- время.

Без ограничения общности, можно считать, что $\psi(x) = 0$, $a = 1$. Именно такой случай и будем рассматривать в работе.

Моделью задачи (5.1) может служить колебание в вертикальной плоскости следующей системы:

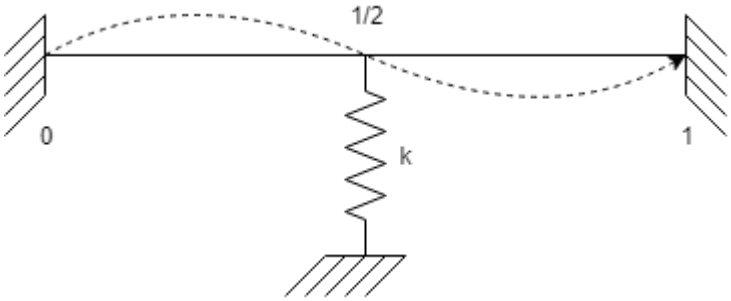


Рис.1

В которой рассмотрена растянутая струна (длиной 1), концы которой жестко закреплены, а середина имеет точечную упругую опору. При равновесии струна расположена в горизонтальном положении. Величины $\varphi(x)$ и $\psi(x)$ будем называть начальной деформацией и начальной скоростью соответственно.

Заметим, что $\varphi(x)$ удовлетворяет условиям:

$$\varphi(0)=\varphi''(0)=0, \varphi(1)=\varphi''(1)=0, \varphi'\left(\frac{1}{2}+0\right)-\varphi'\left(\frac{1}{2}-0\right)=k\,\varphi\left(\frac{1}{2}\right).$$

Будем искать решение задачи (5.1) в виде (4.2):

$$u(x,t)=-\int_0^1 g(x,t,s)G''(x,s)ds,$$

где функция $g(x,t,s)$ – фундаментальное решение задачи (4.1), которое в свою очередь представимо в форме Даламбера:

$$g(x,t,s)=\frac{1}{2}\left(\tilde{g}(x-t,s)+\tilde{g}(x+t,s)\right),$$

где функция $\tilde{g}$ есть продолжение φ с $[0,1]$ на R.

Исходя из условий задачи (5.1), функция $\tilde{g}$ удовлетворяет условиям:

$$g(0,t,s)=\frac{1}{2}\left(\tilde{g}(0-t,s)+\tilde{g}(0+t,s)\right)=0 \;\Rightarrow\; \tilde{g}(-t,s)=-\tilde{g}(t,s);$$

$$g(1,t,s)=\frac{1}{2}\left(\tilde{g}(1-t,s)+\tilde{g}(1+t,s)\right)=0 \;\Rightarrow\; \tilde{g}(1-t,s)=-\tilde{g}(1+t,s);$$

$$\frac{\partial g}{\partial x}\left(\frac{1}{2}+0,t,s\right)-\frac{\partial g}{\partial x}\left(\frac{1}{2}-0,t,s\right)=$$

$$=\frac{1}{2}\left(\tilde{g}'\left(\frac{1}{2}+0-t,s\right)+\tilde{g}'\left(\frac{1}{2}+0+t,s\right)\right)-$$

$$-\frac{1}{2}\left(\tilde{g}'\left(\frac{1}{2}-0-t,s\right)+\tilde{g}'\left(\frac{1}{2}-0+t,s\right)\right)=kg\left(\frac{1}{2},t,s\right)=k\frac{1}{2}\left(\tilde{g}\left(\frac{1}{2}-t,s\right)+\tilde{g}\left(\frac{1}{2}+t,s\right)\right)\Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta\tilde{g}'\left(\tfrac{1}{2}-t,s\right)+\Delta\tilde{g}'\left(\tfrac{1}{2}+t,s\right)=k\left(\tilde{g}\left(\tfrac{1}{2}-t,s\right)+\tilde{g}\left(\tfrac{1}{2}+t,s\right)\right).$$

Произведем замену: $x\in[0,1] \;\rightarrow y\in\left[-\frac{1}{2},\frac{1}{2}\right]$ т.е. $y=x-\frac{1}{2}$.

Получаем:

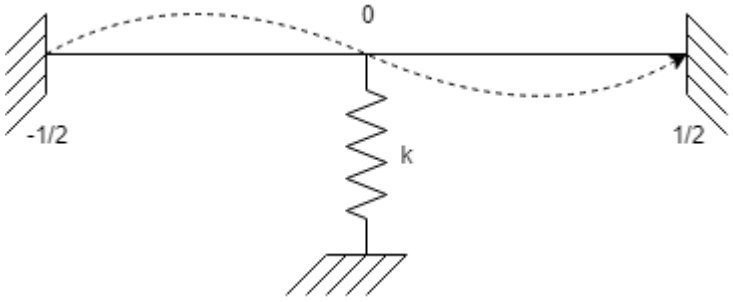


Рис.2

С учетом замены, получим задачу:

$$\begin{cases}\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}-\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}=0 & \left(-\frac{1}{2}<y<\frac{1}{2}, t>0\right)\\ u\left(-\frac{1}{2},t\right)=0, u\left(\frac{1}{2},t\right)=0 & (t>0)\\ u\left(y+\frac{1}{2},0\right)=\varphi\left(y+\frac{1}{2}\right), \frac{\partial u}{\partial t}\left(y+\frac{1}{2},0\right)=0 & \left(-\frac{1}{2}\le y\le\frac{1}{2}\right)\\ \frac{\partial u}{\partial y}(+0,t)-\frac{\partial u}{\partial y}(-0,t)=ku(0,t) & (t>0)\end{cases}, \tag{5.2}$$

Решение задачи (5.2) будем искать в виде:

$$u(y,t)=u_1(y,t)+u_2(y,t),$$

где:

$$u_1(y,t)=\frac{u(y,t)+u(-y,t)}{2};$$

$$u_2(y,t)=\frac{u(y,t)-u(-y,t)}{2}.$$

Лемма 1. Функция $u_1(y,t)$ является решением задачи:

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 u_1}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u_1}{\partial y^2} = 0 & \left(-\frac{1}{2} < y < \frac{1}{2}, t > 0\right) \\ u_1\left(-\frac{1}{2}, t\right) = 0, u_1\left(\frac{1}{2}, t\right) = 0 & (t > 0) \\ u_1\left(y + \frac{1}{2}, 0\right) = \varphi_1\left(y + \frac{1}{2}\right), \frac{\partial u_1}{\partial t}\left(y + \frac{1}{2}, 0\right) = 0 & \left(-\frac{1}{2} \le y \le \frac{1}{2}\right) \\ \frac{\partial u_1}{\partial y}(+0, t) - \frac{\partial u_1}{\partial y}(-0, t) = k u_1(0, t) & (t > 0) \end{cases}. \quad (5.3)$$

Лемма 2. Функция $u_2(y,t)$ является решением задачи:

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 u_2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u_2}{\partial y^2} = 0 & \left(-\frac{1}{2} < y < \frac{1}{2}, t > 0\right) \\ u_2\left(-\frac{1}{2}, t\right) = 0, u_2\left(\frac{1}{2}, t\right) = 0 & (t > 0) \\ u_2\left(y + \frac{1}{2}, 0\right) = \varphi_2\left(y + \frac{1}{2}\right), \frac{\partial u_2}{\partial t}\left(y + \frac{1}{2}, 0\right) = 0 & \left(-\frac{1}{2} \le y \le \frac{1}{2}\right) \\ u_2(0, t) = 0 & (t > 0) \end{cases}. \quad (5.4)$$

Здесь φ_1 и φ_2 строятся по известной функции φ следующим образом:

$$\varphi\left(y + \frac{1}{2}\right) = \varphi_1\left(y + \frac{1}{2}\right) + \varphi_2\left(y + \frac{1}{2}\right)$$

$$\varphi_1\left(y + \frac{1}{2}\right) = \frac{\varphi\left(y + \frac{1}{2}\right) + \varphi\left(-y - \frac{1}{2}\right)}{2}$$

$$\varphi_2\left(y + \frac{1}{2}\right) = \frac{\varphi\left(y + \frac{1}{2}\right) - \varphi\left(-y - \frac{1}{2}\right)}{2}$$

Рассмотрим две вспомогательные задачи:

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} = 0 & \left(0 < y < \frac{1}{2}, t > 0\right) \\ v\left(\frac{1}{2}, t\right) = 0 & (t > 0) \\ v(y, 0) = \widetilde{\varphi_1}(y) & \left(0 \le y \le \frac{1}{2}\right); \\ \frac{\partial v}{\partial t}(y, 0) = 0 & \left(0 \le y \le \frac{1}{2}\right) \\ \frac{\partial v}{\partial y}(0, t) = \frac{k}{2} v(0, t) & (t > 0) \end{cases} \quad (5.5)$$

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = 0 & \left(0 < y < \frac{1}{2}, t > 0\right) \\ w\left(\frac{1}{2}, t\right) = 0 & (t > 0) \\ w(y, 0) = \widetilde{\varphi_2}(y) & \left(0 \le y \le \frac{1}{2}\right), \\ \frac{\partial w}{\partial t}(y, 0) = 0 & \left(0 \le y \le \frac{1}{2}\right) \\ w(0, t) = 0 & (t > 0) \end{cases} \quad (5.6)$$

где $\widetilde{\varphi_1}$- сужение φ_1 на $\left[0, \frac{1}{2}\right]$, а $\widetilde{\varphi_2}$- сужение φ_2 на $\left[0, \frac{1}{2}\right]$.

$$\varphi_1 = \begin{cases} \widetilde{\varphi_1}(y) & \left(0 < y < \frac{1}{2}\right) \\ \widetilde{\varphi_1}(-y) & \left(-\frac{1}{2} < y < 0\right) \end{cases};$$

$$\varphi_2 = \begin{cases} \widetilde{\varphi_2}(y) & \left(0 < y < \frac{1}{2}\right) \\ -\widetilde{\varphi_2}(-y) & \left(-\frac{1}{2} < y < 0\right) \end{cases};$$

Лемма: Решение задачи (5.5) представимо в виде:

$$v(y,t) = -\int_0^{\frac{1}{2}} g_1(y,t,s)G_1''(y,s)ds,$$

где функция $g_1(y,t,s)$, является решением задачи (5.5) заменой $\widetilde{\varphi_1}$ на $G_1(y,s)$,
где:

$$G_1(y,s) = \begin{cases} \frac{(2s-1)\left(y+\frac{2}{k}\right)}{\left(1+\frac{4}{k}\right)}, 0 \le y < s \\ \frac{\left(s+\frac{2}{k}\right)(2y-1)}{\left(1+\frac{4}{k}\right)}, s < y \le \frac{1}{2} \end{cases}.$$

Функция $g_1(y,t,s)$ представима в форме Даламбера:

$$g_1(y,t,s) = \frac{1}{2}\left(\widetilde{g_1}(y-t,s) + \widetilde{g_1}(y+t,s)\right).$$

где функция $\widetilde{g_1}$ есть продолжение $\widetilde{\varphi_1}$ с $\left[0,\frac{1}{2}\right]$ на R.
Итого:

$$v(y,t) = -\frac{1}{2}\int_0^{\frac{1}{2}} \left(\widetilde{g_1}(y-t,s)G_1''(y,s) + \widetilde{g_1}(y+t,s)G_1''(y,s)\right) ds.$$

Лемма: Решение задачи (5.6) представимо в виде:

$$w(y,t) = -\int_0^{\frac{1}{2}} g_2(y,t,s)G_2''(y,s)ds,$$

где функция $g_2(y,t,s)$, является решением задачи (5.6) заменой $\widetilde{\varphi_2}$ на $G_2(y,s)$, где

$$G_2(y,s) = \begin{cases} (2s-1)y, 0 \le y < s \\ s(2y-1), s < y \le \frac{1}{2}. \end{cases}$$

Функция $g_2(y,t,s)$ представима в форме Даламбера:

$$g_2(y,t,s) = \frac{1}{2}\left(\widetilde{g_2}(y-t,s) + \widetilde{g_2}(y+t,s)\right).$$

где функция $\widetilde{g_2}$ есть продолжение $\widetilde{\varphi_2}$ с $\left[0,\frac{1}{2}\right]$ на R.
Итого:

$$w(y,t) = -\frac{1}{2}\int_0^{\frac{1}{2}} \left(\widetilde{g_2}(y-t,s)G_2''(y,s) + \widetilde{g_2}(y+t,s)G_2''(y,s)\right) ds.$$

Теорема. Пусть решение задачи (3.1) существует, тогда оно единственно.

Подведение итогов

Метод функции Грина активно используется в теоретической физике, особенно в квантовой теории поля и статистической физике. Функция Грина описывает распространение полей от источников их порождающих.

В рассмотрен аналог метода функции Грина в решении волновой задачи с упругой опорой и смежные с этой темой понятия. Подводя итог, можно сказать, что поставленная цель достигнута. Получено решение задачи в явном виде. Его представление есть симбиоз функции Грина и представления фундаментального решения в форме Даламбера. Можно однозначно сделать вывод, что функции Грина имеют большое прикладное значение.

Литература

1. Найдюк, Ф.О. Исследование формулы Даламбера для волнового уравнения на отрезке с краевым условием третьего рода / Найдюк Ф.О. // Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2003. – 23 с. – Деп. в ВИНИТИ 07.07.03 № 1288-В2003.
2. Найдюк, Ф.О. Формула продолжения начальных данных в решении Даламбера для волнового уравнения на отрезке с краевым условием третьего рода / Ф.О. Найдюк, В.Л. Прядиев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2004. – № 1. – С. 115-122.

3. Найдюк, Ф.О. Нагруженная струна, краевое условие третьего рода / Ф.О. Найдюк, В.Л. Прядиев, С.М. Ситник // Современные методы теории краевых задач. Понтрягинские чтения - XVI. материалы Воронежской весенней математической школы "Понтрягинские чтения - XVI". – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2005. – С. 151-152.

4. Найдюк, Ф.О. Численное решение задач о колебаниях / Ф.О. Найдюк, Е.Н. Десятирикова, Д.К. Проскурин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2013. – № 1. – С. 55-60.

5. Найдюк, Ф.О. Новый алгоритм решения задач о колебаниях / Ф.О. Найдюк, Е.Н. Десятирикова, Д.К. Проскурин // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. сборник трудов Международной научно-технической конференции. Воронежский государственный университет. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2017. – С. 110-120.

6. Найдюк, Ф.О. О распределении нулей решений динамических уравнений на временных шкалах / Ж.И. Бахтина, И.В. Колесникова, Ф.О. Найдюк, С.А. Шабров // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2018. – № 4. – С. 67-74.

7. Найдюк, Ф.О. О некоторых начально-краевых задачах для вырождающихся параболических уравнений / А.Д. Баев, Р.А. Ковалевский, Ф.О. Найдюк, А.А. Бабайцев, В.Д. Харченко, И.Ф. Леженина, О.К. Плетнева // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2019. – № 1. – С. 59-68.

8. Найдюк, Ф.О. Теорема о композиции для одного класса вырождающихся псевдодифференциальных операторов с символом, зависящим от комплексного параметра / А.Д. Баев, А.А. Бабайцев, В.Д. Харченко, Ф.О. Найдюк // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2019. – № 2. – С. 54-64.

9. Найдюк, Ф.О. Исследование волнового уравнения с сингулярностью на несимметричном графе / Ф.О. Найдюк // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – Воронеж: Воронежский гос. Университет, 2021. – № 1. – С. 110-116.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

сборник статей IV международной
студенческой конференции

20 мая 2022г.
г. Воронеж, Россия

Отпечатано: филиал РГУПС в г.Воронеж
г. Воронеж, ул. Урицкого, 75А
тел. (473) 253-17-31

Подписано в печать 22.06.2022 Формат 21х30 ½
Печать электронная. Усл. печ.л. –28,8
Тираж 50 экз.