РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
Филиал РГУПС в г. Воронеж

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТА, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭКОНОМИКИ РОССИИ («ТрансПромЭк-2022»)

Труды научно-практической конференции

25 ноября 2022 года
г. Воронеж

Воронеж
2022

Редакционная коллегия:

Гостева С.Р. – к.ист.н., доцент
Гордиенко Е.П. – к.т.н., доцент
Калачева О.А. – д.б.н., профессор
Тимофеев А.И. – к.э.н., доцент

Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России («ТрансПромЭк-2022»). Труды научно-практической конференции. – Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2022. – 314 с.

Сборник статей подготовлен на основе докладов научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022)», состоявшейся 25 ноября 2022 года в филиале РГУПС в г.Воронеж. Докладчики представили результаты исследований по различным аспектам развития железнодорожного транспорта в современной России.

Издание может быть полезно научным сотрудникам, преподавателям, студентам и аспирантам и всем, кто интересуется проблемами и перспективами транспортного развития России.

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

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД В УПРАВЛЕНИИ РАБОТОЙ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ
Буракова А.В. 7

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДЕРЖЕК ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА СТАНЦИЯХ И ПОДХОДАХ К НИМ
Буракова А.В., Иванкова Л.Н., Козлов Н.С. 14

О СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЯХ И СОБСТВЕННЫХ ФУНКЦИЯХ ОДНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ОПЕРАТОРА $U^{(4)} + \alpha U''$
Власова Е.В. 18

КОМПЛЕКСНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ «ЦИФРОВАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА»
Гордиенко Е.П. 23

ЦИФРОВЫЕ СЕРВИСЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ В ПЕРЕВОЗОЧНОМ ПРОЦЕССЕ
Гордиенко Е.П. 27

ЦИФРОВАЯ КОРПОРАТИВНАЯ КУЛЬТУРА ОАО «РЖД»
Гордиенко Е.П. 33

ЦИФРОВЫЕ ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Гордиенко Е.П. 38

ОБЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРЫ ГВЦ
Гордиенко Е.П. 44

АНАЛИЗ ПРИЧИН ИСКАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ХОЗЯЙСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ
Горелик А.В., Шерстюков О.С. 49

МОРФОЛОГИЯ ТРЕЩИН В ТОЛСТОСЛОЙНОМ ПОКРЫТИИ, ПОЛУЧЕННОМ ГАЛЬВАНО-МЕХАНИЧЕСКИМ ОСТАЛИВАНИЕМ
Горожанкина О.В., Лукин А.А., Юрьева В.А. 53

УЧРЕЖДЕНИЕ ПАТРИАРШЕСТВА КАК ЛОГИЧЕСКОЕ ЗАВЕРШЕНИЕ ОБРЕТЕНИЯ АВТОКЕФАЛИИ РУССКОЙ ПРАВОСЛАВНОЙ ЦЕРКОВЬЮ
Гостева С.Р., Меганов С.А. 56

РАЗВИТИЕ СЕРВИСА В ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗКАХ
Журавлева И.В. 60

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РЫНОК ПЕРЕВОЗОК СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ
Журавлева И.В. 64

ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОЦЕСС ТРАНСПОРТИРОВКИ ГРУЗОВ
Журавлева И.В., Попова Е.А. 69

СМЫСЛОЖИЗНЕННАЯ ТЕМАТИКА В КУРСЕ СОЦИАЛЬНОЙ ФИЛОСОФИИ
Завьялов А.А. 73

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ КАК НОВАЯ ФОРМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА И ПРИРОДЫ
Калачева О.А. 78

СПЕЦИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА
Калачева О.А. 81

ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
Калачева О.А. 85

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА В РАБОЧИХ ПОМЕЩЕНИЯХ
Калачева О.А. 89

ОХРАНА ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ
Калачева О.А. 94

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ВЫЧИСЛЕНИЯ ПЕРЕСТАНОВКИ ПО ЕЕ НОМЕРУ
Кожевников А.А. 99

ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА «УЧЕБНЫЙ СТЕНД МПЦ И АБ»
Кожевников А.А. 103

К ВОПРОСУ О НОРМАТИВНО-ПРАВОВОМ РЕГУЛИРОВАНИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОХРАННОСТИ ОПОРНО-МЕЖЕВЫХ ЗНАКОВ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ
Колбнева Е.Ю. 108

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ ПОЛИГОНА НА ЭТАПАХ РЕКОНСТРУКЦИИ
Куныгина Л.В. 112

РЕКОНСТРУКЦИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО УЗЛА КАК ЗВЕНО В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК
Куныгина Л.В. 116

МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПРИ БОРИРОВАНИИ
Лукин А.А. 122

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА СВОЙСТВА МАЛОУГЛЕРОДИСТЫХ И НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ
Лукин А.А., Лукин О.А. 126

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕКСТУРЫ ПРИ ФАЗОВОМ ПРЕВРАЩЕНИИ В СПЛАВАХ Fe-Ni
Лукин А.А., Лукин О.А. 129

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ ПОВЫШЕННОЙ МАССЫ И ДЛИНЫ
Назарьев Д.А., Попова Е.А. 133

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМАХ ВКЛЮЧЕНИЯ И ОБЛАСТИ ИХ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ
Орлов В.В. 137

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА ТЯГОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА
Орлов В.В. 140

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ COSO В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ
Павлова А.Н., Лапыгина С.А. 144

ВОПРОСЫ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ КОМПАНИИ В РАМКАХ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА
Павлова А.Н., Лапыгина С.А. 148

ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ЛИНЕЙНЫХ ИНФРАСТРУКТУР
Платонов А.А., Платонова М.А. 153

О ВОЗОБНОВЛЕНИИ ВИДОВ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ ПО ТЕРРИТОРИЯМ ЛИНЕЙНЫХ ИНФРАСТРУКТУР
Платонов А.А., Платонова М.А. 158

ОПТИМИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОФОРМЛЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ДОКУМЕНТОВ
Попова Е.А. 167

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕВОЗКИ КОНТЕЙНЕРОВ - «ХОЛОДНЫЙ ЭКСПРЕСС»
Попова Е.А. 172

ЭЛЕКТРОННАЯ УСЛУГА СЕРВИСА ОАО «РЖД»
Попова Е.А., Журавлева И.В. 178

СИСТЕМА БАЗЫ ДАННЫХ И УПРАВЛЕНИЯ
Прицепова С.А. 182

ПОНЯТИЕ О ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ
Прицепова С.А. 187

ПОНЯТИЕ О ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ
Прицепова С.А. 192

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ДИЗЕЛЬНОЙ ТЯГИ ШАХТНОГО ПОДЗЕМНОГО ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ТРАНСПОРТА
Рябко К.А., Сгибнев И.Ю. 198

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОЧИСТКИ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ
Сафонова Н.М., Богданова Л.Н. 204

ПРЕДЛОЖЕНИЕ НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА
Семеноженков В.С., Семеноженков М.В. 209

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПУТЕМ РАЦИОНАЛИЗАЦИИ СХЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ
Семеноженков М.В., Семеноженков В.С. 213

ЗАВИСИМОСТЬ ВРЕМЕНИ СОЕДИНЕНИЯ ДАВЛЕНИЕМ ЗАГОТОВОК ИЗ ТИТАНА ОТ ДЕФОРМАЦИЙ ПОЛЗУЧЕСТИ
Семеноженков М.В., Семеноженков В.С. 219

АСПЕКТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТАМОЖЕННОЙ ПРОЦЕДУРЫ ТАМОЖЕННОГО ТРАНЗИТА
Сербина Л.В., Попова Е.А. 223

ОСОБЕННОСТИ КОМПРЕССИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ЗАСОЛЕННЫХ ГРУНТОВ
Смоляницкий Л.А. 228

О ПРОЧНОСТИ ГРУНТОВ
Смоляницкий Л.А. 233

РЕЗУЛЬТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ОСНОВАНИЙ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ
Смоляницкий Л.А. 241

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ
Смоляницкий Л.А. 244

НОРМАТИВНАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ ПО ВОПРОСАМ НАДЕЖНОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА
Смоляницкий Л.А. 250

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВАГОННОГО ХОЗЯЙСТВА
Стоянова Н.В. 260

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ КОЛЕСНЫХ ПАР ARGUS
Стоянова Н.В. 264

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСА ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕСНЫХ ПАР
Стоянова Н.В. 267

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЕМ КАЧЕСТВА В ЛОКОМОТИВНЫХ РЕМОНТНЫХ ДЕПО
Стоянова Н.В. 270

К ВОПРОСУ О МЕТОДЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АНАЛОГИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ
Тасанг Э.Х., Быкадоров В.В., Воронов О.В., Иванова Е.И., Клюев А.С., Павлова Г.И., Тищук Л.И.[2] 275

ГЕНЕЗИС ИНСТИТУТА ВОЗМЕЩЕНИЯ ВРЕДА ЛИЦАМ, НЕОБОСНОВАННО ПРИВЛЕЧЕННЫМ К УГОЛОВНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ И ОСУЖДЕННЫМ
Хузина Н.А., Гостева С.Р. 292

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ДЛЯ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
Шерстюков О.С. 297

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРУКТУРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ХОЗЯЙСТВА АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ
Шерстюков О.С. 302

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ДЛЯ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
Шерстюков О.С. 307

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕКСТУРЫ РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ В ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ СТАЛИ
Юрьева В.А., Лукин А.А. 310

УДК 656.21

ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД В УПРАВЛЕНИИ РАБОТОЙ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

Буракова А.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье рассматривается процессный подход в управлении работой сортировочных станций. Представлены основные отличия между проектным и процессным подходами к управлению. Построена сеть систем обслуживания на односторонней сортировочной станции, наглядно отображающая процесс обработки транзитных вагонопотоков.

Ключевые слова: процессный подход в управлении, бизнес-процессы, сортировочная станция, транзитные вагонопотоки, перерабатывающая способность станции.

Abstract. The article discusses the process approach in the management of marshalling yards. The main differences between the project and process approaches to management are presented. A network of service systems at a one-way marshalling yard has been built, visually displaying the process of processing transit car traffic.

Keywords: process approach in management, business processes, marshalling yard, transit car traffic, processing capacity of the station

В современных экономических условиях основной целью деятельности транспортных предприятий становится качественное обслуживание грузовладельцев – потребителей транспортной продукции. В условиях сокращения объема перевозок и роста конкуренции со стороны других видов транспорта железнодорожному транспорту для получения прибыли необходимо применять новые подходы в управлении.

В качестве инструмента стратегического управления на практике процессный подход стал использоваться с 1980-1990-х гг. Параллельное становление проектного подхода наряду с процессным подходом привело к развитию между ними конкурентной борьбы. Среди теоретиков и практиков управления процессный и проектный подходы продолжают рассматриваться как противоположные [1]. Таким образом, компания, выбирая инструментарий управления, должна предпочесть одну из двух имеющихся альтернатив.

Основные отличия между проектным и процессным подходами к управлению деятельностью приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные характеристики различных подходов к управлению

Характеристика	Подход к управлению	
	Проектное управление	Процессное управление
Распределение ответственности между подразделениями	Обеспечивает менеджер проекта	Автоматически в соответствии с утвержденной конфигурацией процесса (согласованным порядком выполнения работ)
Начальные затраты	Существенные затраты на инициацию проекта	Существенные затраты на проектирование процесса
Затраты по основным видам деятельности	Существенные затраты из-за использования дорогого	Минимальные затраты – все делается по шаблону

	ресурса – менеджера проекта	
Предсказуемость (воспроизводимость) результата работ	Оценка результата основана на экспертном мнении исполнителей и менеджера проекта	Результаты процесса стабильны и воспроизводимы
Контроль	Осуществляется контроль исполнения плана-графика и фактических результатов работ	Осуществляется сквозной мониторинг, основанный на нормативах и статистических методах оценки

Противопоставление процессного и проектного подходов в стратегическом управлении продиктовано выбором стратегии развития, предполагающей опору соответственно на внутренние ресурсы либо внешние источники.

Сущность процессного подхода к управлению состоит в управлении деятельностью компании как комплексом процессов, каждый из которых представляет собой строгую последовательность операций. Совокупным результатом исполнения этих процессов и являются транспортные продукты, удовлетворяющие потребностям клиентов компании. При этом у каждого отдельно взятого процесса должен быть результат, важный для выполнения следующего процесса. Данный подход рассматривает в качестве объекта управления бизнес-процессы — в противовес управлению функционалом и организационной структурой [4-6].

Процессный подход основывается на нескольких принципах (таб. 2).

Таблица 2 – Принципы процессного подхода

Правила взаимосвязи процессов
– Организация представляет собой сеть процессов. Процессом является любая деятельность, где имеет место выполнение работ. Все процессы организации взаимосвязаны между собой.
Принцип востребованности пороцесса
– Каждый процесс должен иметь цель, а его результаты должны быть востребованы. У результатов процесса должен быть свой потребитель внутренний или внешний.
Принцип документирования процессов
– Деятельность по процессу необходимо документировать. Это позволяет стандартизировать процесс и получить базу для изменения и дальнейшего совершенствования процесса.
Принцип контроля процесса
– Каждый процесс имеет начало и конец, которые определяют границы процесса. Для каждого процесса в рамках заданных границ должны быть определены показатели, характеризующие процесс и его результаты.
Принцип ответственности за процесс
– В выполнении процесса могут быть задействованы различные специалисты и сотрудники, но отвечать за процесс и его результаты должен один человек.

Рассмотрим возможности и потенциал применения процессного подхода для сортировочных станций.

Существует два варианта нахождения потока на попутных сортировочных станциях:

1) транзитный без переработки;

2) транзитный с переработкой.

В первом случае факторами, влияющими на время нахождения транспортного потока на попутной сортировочной станции $t_{СС,}$ являются:

1) мощность заданного вагонопотока U;

2) перерабатывающая способность станции Е;

3) количество бригад осмотрщиков в транзитных парках $Б_{тр}$.

С учётом этих факторов целевая функция будет иметь следующий вид:

$$\Sigma t_{СС}=f(U; E; Б_{Тр}) \rightarrow \min.$$

В случае нахождения на станции транзитного вагонопотока с переработкой факторами, влияющими на время нахождения транспортного потока, являются:

1) мощность заданного вагонопотока U;

2) перерабатывающая способность станции Е;

3) количество бригад осмотрщиков в парке приема $Б_{пп}$;

4) число маневровых локомотивов на станции $Б_{м.л}$;

5) количество назначений, на которые сортировочная станция формирует поезда $N_{назн}$;

6) парк поездных локомотивов $М_{м.л}$;

7) число путей на прилегающих перегонах П;

8) средства СЦБ и связи на прилегающих перегонах С;

9) наличие технологических перерывов в работе прилегающих участков $Т_{т.п}$.

$$\Sigma t_{СС}=f(U; E; Б_{ПП}; М_{М.Л}; N_{назн}; М_{П.Л}; П; С; Б_{ПО}; Т_{Т.П}) \rightarrow \min.$$

Как показывает практический опыт работы сортировочных станций, практически на каждом этапе обработки вагонопотоков возникают отклонения от нормальной работы, приводящие к увеличению межоперационных простоев, а также неэффективному использованию технических средств и штата имеющихся работников [2]. Перечень таких нарушений приведён в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень основных видов технологических потерь на сортировочных станциях

Группа потерь	Типовые потери	Примеры потерь
Время ожидания	Время нахождения вагонов на станции в ожидании	Ожидание закрепления состава по прибытию (в том числе из-за того, что сигналисты обслуживают несколько парков)
		Ожидание обработки составов
		Ожидание расформирования
		Ожидание и связанные с ними простои вагонов при проведении плановых и внеплановых «окон»
		Ожидание подачи и уборки вагонов с мест выполнения погрузо-разгрузочных операций
		Ожидание формирования
		Ожидание отправления (в том числе оформления перевозочного документа)
		Ожидание поездных локомотивов
Ненужная обработка и лишние процессы	Дублирование операций	Увеличение времени обработки составов в парках станций при поступлении распоряжений, приказов (после сходов, аварий и др.)

Группа потерь	Типовые потери	Примеры потерь
		Сверхнормативные затраты времени на выполнение технологических операций
		Несовершенные коммуникации, искусственное искажение информации, дублирование и повторное выполнение операций, излишняя документация и документирование деятельности на станции
		Дополнительные затраты на проверку номеров вагонов в грузовых поездах, прибывающих на станцию
		Повторное коммерческое и техническое обслуживание вагонов после проследования небольших расстояний
		Обслуживание состава после формирования (в сортировочном парке) и перед отправлением
Ненужные перемещения рабочих	Нерациональная организация труда	Потери рабочего времени, связанные с удаленностью мест выполнения технологических операций
		Потери рабочего времени, связанные с нерациональным размещением оборудования, материалов и рабочих мест
Дефекты и их устранение	Дефекты и переделка	Нарушение порядка выдачи предупреждений на поезд
		Нарушение порядка и норм закрепления подвижного состава на путях парка тормозными устройствами
		Нарушение порядка оформления документов при перевозке грузов
		Нарушение технологии роспуска, приводящее к повреждению вагонов
		Нарушение порядка приготовления маневровых маршрутов
		Отправление, пропуск вагонов с техническими и коммерческими неисправностями
		Нарушение плана формирования поездов
Излишние запасы	Излишние мощности и запасы	Излишние маневровые локомотивы, не обеспеченные объемами маневровой работы
		Излишний вагонный парк под погрузку
		Избыточные мощности инфраструктуры станции
		Излишние затраты на содержание и обслуживание железнодорожных путей, устройств, механизмов
Необоснованная транспортировка материалов	Нерациональные перемещения подвижного состава по станции	Неоптимальные технологические процессы станционной работы, угловые передачи
		Повторная переработка вагонов

Группа потерь	Типовые потери	Примеры потерь
Скрытые потери от перепроизводства	Нарушение нормативов технологического процесса из-за нерационального взаимодействия подразделений	Досрочное выполнение технологических операций

Для моделирования, в качестве основной, была выбрана односторонняя сортировочная станция с последовательным расположением парков. Для решения поставленных задач по макету уже известных станций [3] была построена сеть систем обслуживания на сортировочной станции, наглядно отображающая процесс обработки транзитных вагонопотоков.

В качестве обозначения имеем:

- U1 – транзитный вагонопоток с переработкой, прибывший с нечетного направления;
- U2 – транзитный вагонопоток с переработкой, прибывший с четного направления;
- U3 – транзитный вагонопоток без переработки, прибывший с нечетного направления;
- U4 – транзитный вагонопоток с переработкой, прибывший с четного направления;
- F1 – фаза приема поездов с прилегающих участков;
- F2 – фаза технического осмотра в парке приема поездов, поступающих в расформирование;
- F3 – фаза расформирования составов на четной горке;
- F4(1), F4(2), F4(m) – фаза окончания формирования поездов (работают от 1 до m локомотивов);
- F5 – фаза обработки составов своего формирования в парке отправления;
- F7 – фаза обработки нечетных транзитных поездов в транзитном парке 1;
- F6 – фаза обработки четных транзитных поездов в транзитном парке 2;
- F8 – фаза обеспечения поездов локомотивами, обслуживающими движение на прилегающем участке;
- F9 – фаза отправления поездов на прилегающий участок, тогда сеть систем обслуживания для данной станции имеет вид (рис. 1).

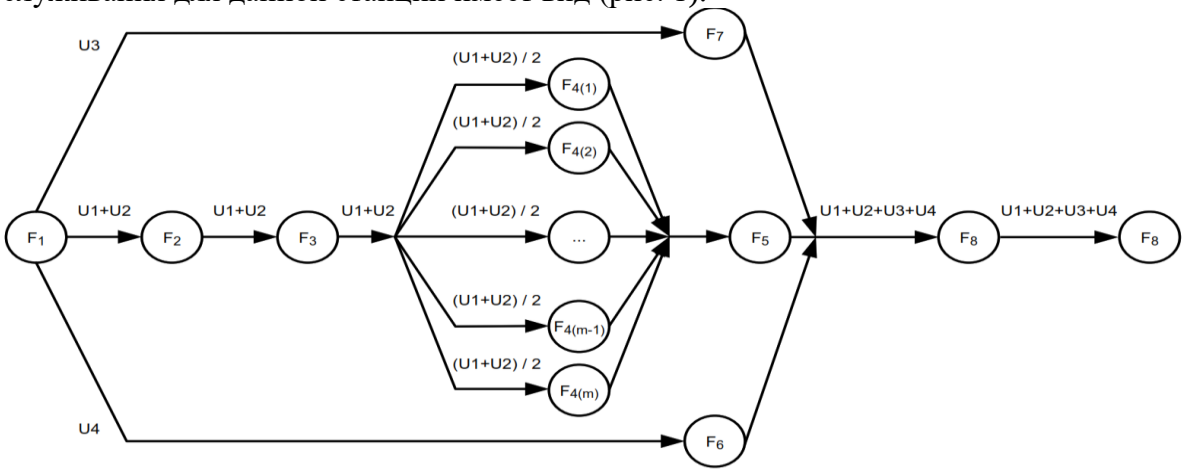


Рис. 1 – Сеть систем обслуживания работы сортировочной станции

Объектом исследования выбрана технологическая линия обработки транзитных вагонопотоков на сортировочной станции $L_{тех}$. Технологическая линия обработки транзитных вагонопотоков состоит из взаимодействующих фаз, которые представляют собой одну или несколько параллельно работающих систем массового обслуживания. В общем виде технологическая линия будет иметь следующий вид:

$$L_{тех}: F_1 \rightarrow F_2 \rightarrow F_3 \rightarrow ... \rightarrow F_n,$$

где F_1, F_2, F_3, ..., F_n – фазы технологической линии;

1, 2, 3, ..., n фазы обслуживания транзитных вагонопотоков с переработкой или без переработки.

Технологические линия для транзитных вагонопотоков без переработки и с переработкой, соответственно, будут иметь следующий вид:

$$L_{тех}^{б.пр.}: F_1 \rightarrow F_7 \rightarrow F_8 \rightarrow F_9 \text{ и } L_{тех}^{с.пр.}: F_1 \rightarrow F_2 \rightarrow F_3 \rightarrow F_4 \rightarrow F_5 \rightarrow F_8 \rightarrow F_9$$

Целевой функцией является минимизация времени нахождения транзитных вагонопотоков на станции при прохождении заданной технологической линии:

$$\sum t_{сс} = \sum_{i=1}^{n} t_{F_1} = t_{F_2} + t_{F_3} + \cdots + t_{F_n} \rightarrow min,$$

где t_{F_n} – время нахождения в n-й фазе на сортировочной станции.

При этом должно выполняться следующее ограничение: интенсивность обслуживания в каждой фазе технологической линии должна быть выше интенсивности входящего потока λ_{F_n} с учётом одновременно работающих параллельных систем массового обслуживания S_{F_n}:

$$\frac{S_{F_n}}{t_{обсл}^{F_n}} > \lambda_{F_n}$$

где $t_{обсл}^{F_n}$ - продолжительность выполнения цикла необходимых операций в фазе.

В то же время в каждой фазе возникает очередь, обусловленная неравномерностью потока, поэтому время нахождения в фазе увеличивается за счет простоя в ожидании выполнения этих операций $t_{ож}^{F_n}$ и определяется по формуле:

$$t_{F_n} = t_{обсл}^{F_n} + t_{ож}^{F_n}$$

Время ожидания обслуживания определяется с использованием соответствующих методических указаний, утверждённых приказом ОАО «РЖД» или с помощью моделирования технологического процесса станции.

При этом параметры каждого объекта определяются действующими нормативными документами, такими как ТРА станции, технологический процесс работы станции, план формирования поездов и др. В зависимости от заданных параметров изменяются не только значения мощности и времени обработки входного потока, но и значения входного потока других объектов и взаимодействующих сортировочных станций.

В настоящее время параметры работы каждого объекта детерминированы и формируются на основе усреднённых условий работы. При существенных отклонениях параметров входного потока возникают риски отказов объектов. Последствия отказов периодически наблюдаются на сети железных дорог, например, в виде неприёма поездов на технические станции. Для приведения системы в нормальное состояние диспетчерский персонал оперативно изменяет условия работы, например, план формирования поездов, маршруты пропуска отдельных поездов и др. Тем не менее полученный сбой в пропуске вагонопотоков приводит к большим неэффективных расходам.

Следовательно, обобщая все вышесказанное, как один из возможных способов решения проблемы, считаем возможным рассматривать использование гибких или адаптивных параметров работы объектов сортировочных станций, которые позволят автоматически и заблаговременно реагировать на оперативные неравномерности входящих вагонопотоков.

Библиографический список

1. Лунина, Т.А. Применение процессного подхода в ОАО «РЖД» / Т.А. Лунина // Лучшая научная статья 2017. сборник статей XII Международного научно-практического конкурса. 2017. С. 104-108.

2. Бутунов, Д.Б., Котенко, А.Г. Оценка непроизводительных потерь в работе сортировочной станции / Д.Б. Бутунов, А.Г. Котенко. // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2018. Т. 15. № 4. С. 498-510.

3. Долгорук, Д.С., Каликина, Т.Н. Моделирование продвижения вагонопотоков по сортировочным станциям / Д.С. Долгорук, Т.Н. Каликина // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. 2013. № 1 (1). С. 81-84.

4. Буракова, А. В. Современный подход к управлению на железнодорожных предприятиях / А. В. Буракова // 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.24-26. – EDN RZKRJU.

5. Буракова, А. В. Эффективность восстановления диспетчерских съездов на подходах к станциям / А. В. Буракова, Л. Н. Иванкова, А. Н. Иванков // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022»): ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 11-15. – EDN REHUKU.

6. Шатохин, А.А. Предпосылки и концепция перехода к оперативному управлению порожними вагонопотоками в рыночных условиях / А. А. Шатохин, Г. М. Биленко, И. В. Симачкова [и др.] // Наука и техника транспорта. – 2021. – № 1. – С. 28-34. – EDN JLQJGF.

УДК 656.21

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДЕРЖЕК ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА СТАНЦИЯХ И ПОДХОДАХ К НИМ

Буракова А.В.[1], Иванкова Л.Н.[2], Козлов Н.С.[2]
[1]*Филиал РГУПС в г. Воронеж*
[2]*ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта» (МИИТ)*

Аннотация. В статье рассматриваются различные методы определения количества и продолжительности задержек на пересечениях. Авторами исследованы как первичные, так и вторичные задержки, возникающие на подходах к станциям из-за занятости элементов инфраструктуры. Предложены аналитические зависимости расчета вторичных задержек. Предложенный подход можно применять как на стадии предпроектных расчетов, так и при проектировании железнодорожных объектов.

Ключевые слова: количество и продолжительность задержек на пересечениях, методы определения задержек подвижного состава, вторичные задержки, лимитирующие элементы инфраструктуры.

Abstract. The article discusses various methods for determining the number and duration of delays at intersections. The authors investigated both primary and secondary delays that occur at the approaches to the stations due to the employment of infrastructure elements. Analytical dependences of the calculation of secondary delays are proposed. The proposed approach can be applied both at the stage of pre-design calculations and when designing railway facilities.

Keywords: the number and duration of delays at intersections, methods for determining rolling stock delays, secondary delays, limiting infrastructure elements.

При проектировании новых и переустройстве существующих железнодорожных объектов (станции, развязки подходов к крупным узлам, примыкания путей необщего пользования и т.д.) всегда возникает проблема выбора наиболее рационального варианта, который сочетал бы в себе необходимую маневренность, обеспечивал пропускную способность и безопасность передвижений и имел бы минимальное количество элементов инфраструктуры (т.к. это влияет на строительную стоимость объекта). Так как в горловинах станций и в местах соединений путей неизбежно возникают задержки на пересечениях маршрутов следования подвижного состава, очень важно адекватно их оценивать и обязательно учитывать при технико-экономических расчетах.

Проблема определения количества и величины задержек на пересечениях довольно давно исследуется в научно-технической литературе [1; 2]. Дело в том, что при неудачном соединении путей даже при их избыточной емкости возникают задержки в маневровых и поездных передвижениях. Иногда их количество и величина довольно значительны, и это приводит к нарушению ритма работы железнодорожного объекта.

При резком увеличении количества пропускаемых поездов (например, после длительных «окон» для ремонта пути) также возникает необходимость определить, насколько задержки поездов, вызванных проследованием элементов, лимитирующих пропускную способность раздельного пункта, повлияют на пропускную способность всего участка [3].

Существует несколько методов определения величины задержек подвижного состава на пересечениях маршрутов следования подвижного состава.

Самый трудоемкий способ – графическое определение искомых величин. Кроме

кропотливого отслеживания занятия лимитирующих элементов инфраструктуры необходимо строить ручную модель работы станции во взаимной увязке с технологией работы. До того, как приступить к этой работе, необходимо собрать необходимые данные, выполнить ряд технологических расчетов. Полученный результат не всегда может удовлетворить исследователя, т.к. для получения адекватного результата необходимо повторить графические построения (например, за несколько суток при различных потоках заявок и продолжительности выполнения основных технологических операций). Причем, если поездные маршруты отследить довольно просто, то маневровые передвижения учесть довольно сложно.

Моделирование очень часто используется при проверке новых вариантов технологии, проектировании новых крупных объектов. Несомненными достоинствами является возможность получения результатов при различных потоках заявок, изменении технического оснащения или технологии работы. Количество «прогонов» модели не ограничено. Результат получается точный, но при условии, если разработанная модель адекватно отражает технологический процесс и инфраструктуру рассматриваемого объекта. К недостаткам следует отнести трудоемкость и дороговизну разработки модели, сбора большого количества исходных данных. В настоящее время этот метод чаще всего используется при исследовании работы железнодорожных объектов различной степени сложности [4; 5].

Аналитический расчет базируется либо на вероятностных методах [2], либо обработка экспериментальных данных выполняется методом планирования эксперимента [6-8]. В последнем случае учет задержек осуществляется в зависимости от нескольких значащих факторов, что позволяет разработать рекомендации по сокращению задержек подвижного состава. Например, при определении задержек при пропуске по участку длинносоставных поездов при недостаточной полезной длине на промежуточных станциях удалось установить, что наибольшее влияние на количество задержек оказывает средняя длина перегона, затем количество длинносоставных грузовых поездов, соотношение времен хода пассажирских и грузовых поездов. На продолжительность задержек кроме первых двух вышеперечисленных факторов большое влияние оказывает их сочетание [6].

Аналитические расчеты целесообразно применять при предпроектных проработках железнодорожных объектов, при предварительной оценке качества схемных решений или их влияния на технологию работы станции и всего участка в целом.

При экономической оценке ущерба из-за задержек подвижного состава обычно учитываются поездо-часы простоя поездов на пересечениях, стоимости разгонов и замедлений поезда (количество остановок зависит от числа задержек). Задержки маневровых передвижений оценивать трудно, т.к. маневровый состав не имеет постоянной величины, а от количества вагонов зависят стоимостные показатели. Кроме того, если на станции имеется возможность задания вариантных маршрутов, то количество и продолжительность задержек будет зависеть от поездной обстановки на станции и опыта оперативных работников. Некоторые исследователи и вовсе пренебрегают задержками маневровых передвижений на пересечениях.

При аналитическом расчете очень часто не учитываются вторичные задержки, которые возникают не на самом лимитирующем элементе инфраструктуры, а на подходах к нему (это может быть соседний раздельный пункт, предузловая станция, шлюз и даже перегон). А последствия от занятости какого-нибудь одного элемента инфраструктуры могут быть довольно значительными. Сбой ритмичности в работе станции по приему поездов вызывает остановку вслед идущих поездов на участке.

Рассмотрим развязку подходов в одном уровне по роду и направлению

движения к крупному железнодорожному узлу (рис.1).

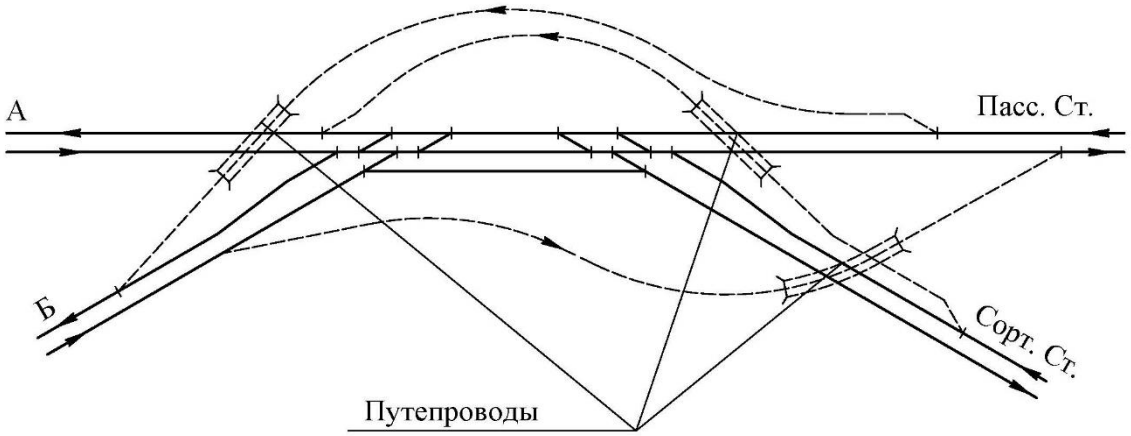


Рис. 1 – Схема развязки по роду и направлениям движения

Сплошной линией обозначено существующее путевое развитие, а пунктиром обозначена перспектива переустройства этой развязки в развязку в разных уровнях и полной ликвидации задержек на пересечениях маршрутов следования подвижного состава.

При приеме-отправлении поездов с пассажирской станции на направление Б и приеме-отправлении поездов с сортировочной станции на направление А будут возникать режущие маршруты и, соответственно задержки на пересечениях. Количество и продолжительность первичных задержек можно определить в соответствии с учетом категорийности передвижений [9]. А на подходах к этому узлу будут возникать вторичные задержки. Причем, величина этих задержек будет уменьшаться с течением времени (рис. 2).

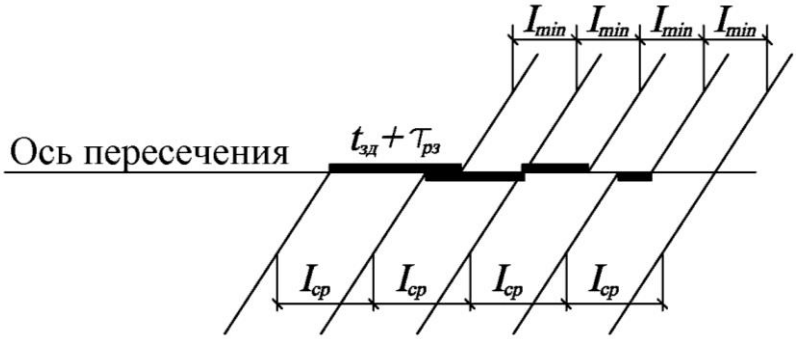


Рис. 2 – Возникновение вторичных задержек из-за занятости элемента инфраструктуры

Можно определить количество вторичных задержек по формуле:

$$K_{\text{задерж}}^{\text{вт}} = \left\lceil \frac{t_{\text{зд}}+\tau_{\text{рз}}}{I_{\text{ср}}-I_{\min}} \right\rceil - 1, \quad (1)$$

где $t_{\text{зд}}$ – продолжительность одной задержки, мин;

$\tau_{\text{рз}}$ – время на разгон и замедление поезда, мин;

$I_{\text{ср}}$ – средний интервал между поездами в пакете, мин;

$I_{\min}$ – минимальный интервал между поездами в пакете, мин.

Продолжительность одной вторичной задержки составит по формуле:

$$t_{\text{задерж}}^{\text{вт}} = \frac{(t_{\text{зд}}+\tau_{\text{рз}})+0}{2}. \quad (2)$$

А общая продолжительность задержек на элементе определяется по формуле:

$$\sum t_{\text{задерж}}^{\text{вт}} = K_{\text{задерж}}^{\text{вт}} \times t_{\text{задерж}}^{\text{вт}}. \quad (3)$$

Последующие задержки будут уменьшаться на величину $I_{\min}$, пока не произойдет окончательная стабилизация поездопотоков по графику движения.

В рассматриваемом примере после реконструктивных мероприятий получаем полную развязку по роду и направлению движения, которая обеспечивает необходимую пропускную способность и безопасность движения за счет исключения маршрутов пересечения в одном уровне. Прием-отправление поездов с пассажирской станции на направление Б можно совместить с приемом-отправлением грузовых поездов с сортировочной станции на направление А.

Для того, чтобы решить вопрос о целесообразности сооружения дорогостоящих элементов инфраструктуры, очень важно правильно определить все задержки подвижного состава (как первичные, так и вторичные) и дать им правильную стоимостную оценку.

Выводы:

1. Как показали расчеты, общая продолжительность вторичных задержек может превышать продолжительность первичных задержек в 1,5-2,5 раза. Если данный фактор не учитывается при оценке схемных решений, то выводы об эффективности рассматриваемых вариантов будут недостоверными.

2. Оценку величины и продолжительности задержек поездов при предпроектных проработках строительства новых или реконструкции существующих объектов желательно производить на имитационных моделях, которые наряду с основными задержками учитывают и вторичные задержки, возникающие на подходах к железнодорожным узлам и станциям. Если разработать такую модель достаточно сложно из-за большого числа элементов, то вторичные задержки можно определять аналитическим способом.

Библиографический список

1. Таль, К.К. основные вопросы применения методов моделирования при проектировании станций и узлов / К.К. Таль. // Сб. научн. трудов ЦНИИС. 1971. вып. 47. С. 56-96.

2. Федотов, Н.И. Применение теории вероятностей в транспортных расчетах: учебн. пособие для студентов и инженеров железнодорожного транспорта / Н.И. Федотов, А.В. Быкадоров. Новосиб. ин-т инженеров железнодорожного транспорта. Новосибирск, 1969. 183 с.

3. Железнов, Д. В. Статистическое исследование задержек поездов при пропуске через ремонтируемый перегон / Д. В. Железнов, Е. Н. Светлакова // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2011. – № 3(31). – С. 244-248. – EDN ONNRZH.

4. Карасев, С. В. Оценка задержек поездов на железнодорожной сети методом моделирования в условиях случайного образования заявок на перевозку / С. В. Карасев,

М. Е. Корягин // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 2(45). – С. 43-51. – EDN UZCUBQ.

5. Козлов, П. А. Исследование проектов развития железнодорожных станций и полигонов с помощью имитационного моделирования / П. А. Козлов, О. В. Осокин, В. С. Колокольников // Железнодорожный транспорт. – 2018. – № 6. – С. 12-16. – EDN XPUIAH.

6. Иванкова, Л. Н. Учет задержек длинносоставных поездов под обгонами при выборе оптимальной этапности удлинения станционных путей / Л. Н. Иванкова, А. Н. Иванков, М. В. Фуфачева // Железнодорожный транспорт. – 2008. – № 2. – С. 24-26. – EDN IJOBNT.

7. Иванков, А. Н. Организация пропуска поездопотоков по полигону при реконструкции железнодорожных станций / А. Н. Иванков, Л. Н. Иванкова, Л. В. Куныгина // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2015. – № 2(46). – С. 165-169. – EDN TQULSF.

8. Иванков, А. Н. Определение задержек грузовых поездов на промежуточных станциях участка / А. Н. Иванков, Л. Н. Иванкова, М. В. Фуфачева // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2011. – № 2(49). – С. 92-96. – EDN NDJXAV.

9. Савченко, И.Е. Железнодорожные станции и узлы: учебник для вузов железнодорожного транспорта / И.Е. Савченко, С.В. Земблинов, И.И. Страковский. М.: Транспорт, 1980. 479 с.

УДК 517.927.25

О СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЯХ И СОБСТВЕННЫХ ФУНКЦИЯХ ОДНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ОПЕРАТОРА $U^{(4)}+\alpha U''$

Власова Е.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В работе для случая однородных краевых условий получены аналитические выражения для собственных значений и собственных функций дифференциального оператора $U^{(4)}+\alpha U''$, содержащего параметр α, и проведен их асимптотический анализ.

Ключевые слова: краевая задача, собственные функции, собственные значения, дифференциальный оператор четвертого порядка.

Abstract. For the case of homogeneous boundary conditions analytical expressions for eigenvalues and eigenfunctions of the differential operator $U^{(4)}+\alpha U''$, containing parameter α, are obtained and their asymptotic analysis is carried out.

Keywords: boundary value problem, eigenfunctions, eigenvalues, fourth order differential operator.

Проектирование различных объектов транспортной инфраструктуры связано с определением напряженно-деформированного состояния, вызванного различными силовыми воздействиями, и расчетом колебаний. Нами ранее уже был предложен приближенный метод расчета спектра частот собственных колебаний изотропных и анизотропных прямоугольных пластин [1; 2]. В качестве базисных функций были использованы собственные функции самосопряженного дифференциального оператора

$U^{(4)}+\alpha U''$, содержащего свободный параметр α. В данной работе мы получим аналитические выражения для собственных значений и собственных функций данного оператора, что существенно облегчит использование полученных ранее расчетных формул.

Рассмотрим следующую краевую задачу, содержащую свободный параметр α:

$$U^{(4)}+\alpha U''-\lambda^2 U=0, \tag{1}$$

$$U(0)=0, U'(0)=0, U(a)=0,\ U'(a)=0. \tag{2}$$

Покажем, что данная краевая задача является самосопряженной. Согласно справочнику Э.Камке [3], для самосопряженного дифференциального уравнения

$$f_2 U^{(4)}+f_1 U''-\lambda^2 U=0$$

самосопряженные краевые условия типа Штурма имеют вид

$$\alpha_1 U(0)+\beta_1 U'(0)+\gamma_1 f_2 U''(0)+\delta_1\left(f_2 U'''(0)+f_1 U'(0)\right)=0,$$

$$\alpha_2 U(0)+\beta_2 U'(0)+\gamma_2 f_2 U''(0)+\delta_2\left(f_2 U'''(0)+f_1 U'(0)\right)=0,$$

$$\alpha_3 U(a)+\beta_3 U'(a)+\gamma_3 f_2 U''(a)+\delta_3\left(f_2 U'''(a)+f_1 U'(a)\right)=0,$$

$$\alpha_4 U(a)+\beta_4 U'(a)+\gamma_4 f_2 U''(a)+\delta_4\left(f_2 U'''(a)+f_1 U'(a)\right)=0,$$

где

$$\begin{vmatrix}\alpha_1 & \delta_1\\ \alpha_2 & \delta_2\end{vmatrix}=\begin{vmatrix}\beta_1 & \gamma_1\\ \beta_2 & \gamma_2\end{vmatrix}, \tag{3}$$

$$\begin{vmatrix}\alpha_3 & \delta_3\\ \alpha_4 & \delta_4\end{vmatrix}=\begin{vmatrix}\beta_3 & \gamma_3\\ \beta_4 & \gamma_4\end{vmatrix}. \tag{4}$$

Видно, что в нашем случае

$$f_2=1,\quad f_1=\alpha. \tag{5}$$

Сравнивая первое краевое условие задачи (1) – (2) с первым краевым условием задачи указанной выше, получаем

$$\alpha_1=1,\ \beta_1+\delta_1 f_1=0,\ \gamma_1 f_2=0,\ \delta_1 f_2=0$$

или с учетом (5)

$$\alpha_1=1,\ \beta_1=0,\ \gamma_1=0,\ \delta_1=0.$$

Сравнивая вторые краевые условия задач, получаем

$$\alpha_2=0,\ \beta_2+\delta_2 f_1=1,\ \gamma_2 f_2=0,\ \delta_2 f_2=0$$

или с учетом (5)

$$\alpha_2=0,\ \beta_2=1,\ \gamma_2=0,\ \delta_2=0.$$

Проверим выполнение условия (3). Имеем

$$\begin{vmatrix}\alpha_1 & \delta_1\\ \alpha_2 & \delta_2\end{vmatrix}=\begin{vmatrix}1 & 0\\ 0 & 0\end{vmatrix}=0,$$

$$\begin{vmatrix}\beta_1 & \gamma_1\\ \beta_2 & \gamma_2\end{vmatrix}=\begin{vmatrix}0 & 0\\ 1 & 0\end{vmatrix}=0.$$

Таким образом, условие (3) для краевой задачи (1) – (2) выполнено.

Сравнивая третьи краевые условия задач, получаем

$$\alpha_3=1,\ \beta_3+\delta_3 f_1=0,\ \gamma_3 f_2=0,\ \delta_3 f_2=0$$

или с учетом (5)

$$\alpha_3=1,\ \beta_3=0,\ \gamma_3=0,\ \delta_3=0.$$

Сравнивая четвертые краевые условия, получаем

$\alpha_4 = 0$, $\beta_4 + \delta_4 f_1 = 1$, $\gamma_4 f_2 = 0$, $\delta_4 f_2 = 0$

или с учетом (5)

$$\alpha_4 = 0,\ \beta_4 = 1,\ \gamma_4 = 0,\ \delta_4 = 0.$$

Проверим выполнение условия (4). Имеем

$$\begin{vmatrix} \alpha_3 & \delta_3 \\ \alpha_4 & \delta_4 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix} = 0,$$

$$\begin{vmatrix} \beta_3 & \gamma_3 \\ \beta_4 & \gamma_4 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{vmatrix} = 0.$$

Видно, что условие (4) для краевой задачи (1)-(2) выполнено. Таким образом, краевая задача (1)-(2) является самосопряженной.

Покажем, что общее решение дифференциального уравнения (1) для любого вещественного значения параметра α имеет вид

$$U(x) = C_1 e^{k_1 x} + C_2 e^{-k_1 x} + C_3 \cos k_2 x + C_4 \sin k_2 x, \qquad (6)$$

где

$$k_1 = \sqrt{\frac{-\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\lambda^2}}{2}}, \quad k_2 = \sqrt{\frac{\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\lambda^2}}{2}}.$$

Здесь C_1, C_2, C_3, C_4 – произвольные постоянные.

Характеристическое уравнение, соответствующее дифференциальному уравнению (1), имеет вид

$$k^4 + \alpha k^2 - \lambda^2 = 0.$$

Найдем корни характеристического уравнения. Сделаем замену переменных. Пусть $m = k^2$, тогда получаем уравнение

$$m^2 + \alpha m - \lambda^2 = 0.$$

Так как дискриминант этого квадратного уравнения равен $D = \alpha^2 - 4 \cdot (-\alpha^2) = \alpha^2 + 4\lambda^2 > 0$, имеем

$$m_1 = \frac{-\alpha + \sqrt{D}}{2};\ m_2 = \frac{-\alpha - \sqrt{D}}{2}.$$

Исследуем знаки m_1 и m_2. Возможны два случая.

Случай 1: $\alpha < 0$. Так как $\alpha < 0$, то $m_1 > 0$. Исследуем знак m_2. Предположим, что $m_2 > 0$, тогда

$$\frac{-\alpha - \sqrt{D}}{2} > 0 \Rightarrow \alpha + \sqrt{D} < 0 \Rightarrow \sqrt{D} < -\alpha.$$

Так как левая и правая части неравенства положительны, то при возведении в квадрат получаем равносильное неравенство

$$D < \alpha^2 \Rightarrow \alpha^2 + 4\lambda^2 < \alpha^2 \Rightarrow 4\lambda^2 < 0.$$

Последнее утверждение является ложным, следовательно, $m_2 < 0$.

Итак, получили, что для рассматриваемого случая

$$m_1 > 0, \quad m_2 < 0. \qquad (7)$$

Сделаем обратную замену переменных. Учитывая (7), имеем

$$k^2 = m_1 \Rightarrow k = \pm\sqrt{m_1} = \pm\sqrt{\frac{-\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\lambda^2}}{2}};$$

$$k^2 = m_2 \Rightarrow k = \pm\sqrt{m_2} = \pm\sqrt{\frac{-\alpha - \sqrt{\alpha^2 + 4\lambda^2}}{2}} = \pm\sqrt{\frac{\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\lambda^2}}{2}}i\,.$$

Таким образом, общее решение дифференциального уравнения (1) имеет вид (6) при $\alpha < 0$.

Случай 2: $\alpha > 0$. Так как $\alpha > 0$, то $m_2 < 0$. Исследуем знак m_1. Предположим, что $m_1 > 0$, тогда

$$\frac{-\alpha + \sqrt{D}}{2} > 0 \Rightarrow -\alpha + \sqrt{D} > 0 \Rightarrow \sqrt{D} > \alpha\,.$$

Так как левая и правая части неравенства положительны, то при возведении в квадрат получаем равносильное неравенство

$$D > \alpha^2 \Rightarrow \alpha^2 + 4\lambda^2 > \alpha^2 \Rightarrow 4\lambda^2 > 0\,.$$

Последнее утверждение является верным, следовательно, $m_1 > 0$ всегда, и общее решение дифференциального уравнения (1) имеет вид (6) при $\alpha > 0$.

Случай 3: $\alpha = 0$. Так как $D = 4\lambda^2$, имеем

$$m_1 = \lambda\,;\ m_2 = -\lambda\,.$$

Сделаем обратную замену переменных

$$k^2 = m_1 \Rightarrow k = \pm\sqrt{\lambda}\,;$$

$$k^2 = m_2 \Rightarrow k = \pm\sqrt{-\lambda} = \pm\sqrt{\lambda}i\,.$$

Итак, общее решение дифференциального уравнения (1) в этом случае имеет вид (6), где $k_1 = k_2 = \sqrt{\lambda}$.

Таким образом, для всех значений параметра α общее решение дифференциального уравнения (1) имеет вид (6).

Используем полученное общее решение уравнения (1) для нахождения решения краевой задачи (1)-(2). Подставляя общее решение в первое и второе краевые условия (2), получаем следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} C_1 + C_2 + C_3 = 0; \\ k_1 C_1 - k_1 C_2 + k_2 C_4 = 0, \end{cases}$$

откуда

$$C_3 = -\left(C_1 + C_2\right),\ C_4 = -\frac{k_1}{k_2}\cdot\left(C_1 - C_2\right).$$

Тогда общее решение (6) можно записать в виде

$$U\left(x\right) = C_1\left(e^{k_1 x} - \cos k_2 x - \frac{k_1}{k_2}\sin k_2 x\right) + C_2\left(e^{-k_1 x} - \cos k_2 x + \frac{k_1}{k_2}\sin k_2 x\right). \qquad (8)$$

На основании третьего и четвертого краевых условий (2) получаем следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} C_1\left(e^{k_1 a} - \cos k_2 a - \frac{k_1}{k_2}\sin k_2 a\right) + C_2\left(e^{-k_1 a} - \cos k_2 a + \frac{k_1}{k_2}\sin k_2 a\right) = 0; \\ C_1\left(k_1 e^{k_1 a} - k_1\cos k_2 a + k_2 \sin k_2 a\right) + C_2\left(-k_1 e^{-k_1 a} + k_1\cos k_2 a + k_2 \sin k_2 a\right) = 0. \end{cases} \qquad (9)$$

Система линейных однородных уравнений имеет ненулевые решения только тогда, когда определитель этой системы равен нулю, т.е.

$$\begin{vmatrix} e^{k_1 a} - \cos k_2 a - \dfrac{k_1}{k_2}\sin k_2 a & e^{-k_1 a} - \cos k_2 a + \dfrac{k_1}{k_2}\sin k_2 a \\ k_1 e^{k_1 a} - k_1 \cos k_2 a + k_2 \sin k_2 a & -k_1 e^{-k_1 a} + k_1 \cos k_2 a + k_2 \sin k_2 a \end{vmatrix} = 0.$$

Раскрывая определитель, получаем трансцендентное уравнение

$$2k_1k_2 - 2k_1k_2 \cos k_2 a \operatorname{ch} k_1 a + \left(k_1^2 - k_2^2\right) \sin k_2 a \operatorname{sh} k_1 a = 0.$$

Нетрудно показать, что это уравнение эквивалентно уравнению

$$\operatorname{ctg} k_2 a = \frac{k_1^2 - k_2^2}{2k_1k_2}.$$

Учитывая вид k_1 и k_2, имеем

$$\operatorname{ctg}\ a\sqrt{\frac{\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\lambda^2}}{2}} = \frac{-\alpha}{2\lambda}. \qquad (10)$$

Получим асимптотическую формулу для собственных значений рассматриваемого дифференциального оператора.

Для вывода асимптотической формулы сначала обратимся к уравнению (10). Видно, что при больших значениях $|\lambda|$, правая часть уравнения $\dfrac{-\alpha}{2\lambda} \to 0$. Таким образом, задача сводится к нахождению решений уравнения

$$\cos k_2 a = 0,$$

следовательно, асимптотическая формула для нахождения собственных значений имеет вид

$$\lambda_i^2 = \gamma_i^4 - \alpha \cdot \gamma_i^2, \qquad (11)$$

где $\gamma_i = \dfrac{\pi(1+2i)}{2a}$.

Численные исследования показали, что асимптотическую формулу (6) целесообразно использовать лишь при $i > 5$.

Подставляя найденные собственные числа в (9) и полагая

$$C_2 = 1, \qquad (12)$$

из первого уравнения получаем

$$C_1 = \frac{-\left(e^{-k_1 a} - \cos k_2 a + \dfrac{k_1}{k_2}\sin k_2 a\right)}{e^{k_1 a} - \cos k_2 a - \dfrac{k_1}{k_2}\sin k_2 a}. \qquad (13)$$

Таким образом, формулы (6), (11), (12), (13) определяют собственные значения и собственные функции оператора $U^{IV} + \alpha U''$, удовлетворяющие краевым условиям (2).

Библиографический список

1. Власова, Е. В. О собственных поперечных колебаниях изотропных прямоугольных пластин при наличии усилий в срединной плоскости / Е. В. Власова //Наука и техника транспорта. – 2010. – № 3. – С. 39-41. – EDN MVLSZH.

2. Власова, Е. В. Об определении собственных частот анизотропных прямоугольных пластин при различных случаях закрепления сторон / Е. В. Власова //Наука и техника транспорта. – 2013. – № 1. – С. 6-9. – EDN QBMVAJ.

3. Камке, Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям /Э.Камке. – СПб.: Издательство «Лань», 2003. – 576 с.

УДК 656.257

КОМПЛЕКСНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ «ЦИФРОВАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА»

Гордиенко Е.П.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье рассмотрены базовые принципы и стратегия реализации проекта «Цифровая железная дорога».

Ключевые слова: безопасность, надежность, объект, техническое состояние, отказ, риск, принцип, технология.

Abstract. The article discusses the basic principles and strategy for the implementation of the Digital Railway project.

Keywords: safety, reliability, object, technical condition, failure, risk, principle, technology.

ОАО «Российские железные дороги» входит в мировую тройку лидеров железнодорожных компаний по следующим показателям: объемы грузовых и пассажирских перевозок; финансовые рейтинги; квалифицированные специалисты; большая научно-техническая база; проектные и строительные мощности; значительный опыт международного сотрудничества. Анализ документов, определяющих стратегические перспективы технологического развития железнодорожного транспорта в мире, таких как «Глобальное видение развития железнодорожного транспорта» (GVRD, Международный совет по железнодорожным исследованиям, ICRR, 2014), «Задачи-2050. Видение железнодорожного сектора и техническая стратегия развития железнодорожной отрасли Европы будущего» (UIC, 2014), показывает, что ключевым трендом развития железнодорожной отрасли наряду с инновационными энерго- и ресурсоэффективными системами для подвижного состава и инфраструктуры является создание «умной» железной дороги.

В настоящее время одной из приоритетных задач развития является реализация комплексного научно-технического проекта «Цифровая железная дорога» (ЦЖД). Цель проекта – обеспечение устойчивой конкурентоспособности компании на глобальном рынке транспортных и логистических услуг за счет использования современных цифровых технологий (рис.1).

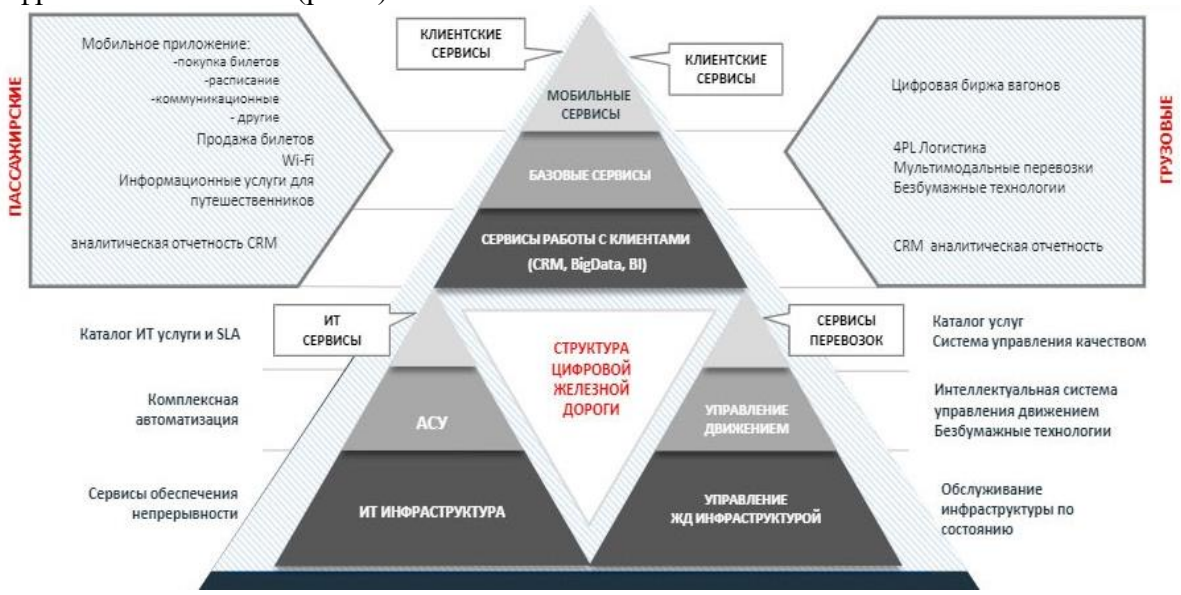


Рис. 1 – Структура цифровой железной дороги

Ядром формирования технологий цифровой железной дороги является полная интеграция интеллектуальных коммуникационных технологий между пользователем, транспортным средством, системой управления движением и инфраструктурой, то есть формирование новых сквозных цифровых технологий организации перевозочного процесса. Первым шагом в реализации данного проекта стал проводимый департаментом информатизации анализ всех реализованных в холдинге «РЖД» IT-решений, который призван выявить узкие места в автоматизации внутренних и внешних сервисов. Ликвидация узких мест за счет использования современных цифровых технологий позволит компании выйти на существенно иной уровень как в плане повышения эффективности внутренних процессов, так и с точки зрения клиентоориентированности.

Одним из векторов инновационного развития железнодорожных технологий в рамках проекта «Цифровая железная дорога» является реализация концепции «умный локомотив» и «умный поезд». Это подразумевает развитие технологий в области беспилотных интеллектуальных автоматизированных систем управления железнодорожным транспортом.

С 2015 года на станции Лужская (Ленинградская область) работают локомотивы, выполняющие маневровые операции без участия машиниста. В будущем технологии «цифровых железных дорог» будут активно развиваться, планируется, что следующим пилотным проектом по внедрению безлюдных технологий будут пассажирские направления Московского Центрального кольца. Тем не менее, сегодня большинство задач по управлению составом выполняется в ручном режиме. С развитием технологий привычные атрибуты железной дороги (машинист в кабине локомотива, дежурный на станции, люди, работающие на путях, светофоры, бумажные документы и многое другое) в скором будущем исчезнут или трансформируются, при этом пользоваться услугами железной дороги ее клиентам станет удобнее и комфортнее, а в перечень доступных услуг будет значительно расширен.

Ключевыми технологиями, в перспективе предусматривающими поэтапный переход к применению автоматических систем управления, заменяющих человека, являются технологии «Industrial Internet of Things» (Промышленный Интернет Вещей) и «Big Data» (Большие Данные). Использование данных технологий позволит учитывать заданный график движения поездов, возможности инфраструктуры, команды диспетчерских центров, техническое состояние подвижного состава и статусы ближайших участников движения для постоянного сбора первичных данных о состоянии подвижного состава и объектов инфраструктуры. Размещение на объектах железнодорожной инфраструктуры датчиков, способных измерять основные параметры их работы, позволяют получить устойчивый поток объективной информации об их состоянии в реальном времени. Обнаружение препятствий по ходу следования поезда является одной из важнейших функций для перехода к беспилотным системам управления по путям с общим доступом. Система обнаружения препятствий должна состоять из бортового блока обнаружения препятствий, устанавливаемого на подвижной состав, и стационарной системы контроля и видеонаблюдения в зонах ограниченной видимости.

Принципиально меняется система мониторинга и диагностики состояния железнодорожной инфраструктуры за счет отказа от стандартной схемы использования автономных средств (вагоны-дефектоскопы, путеизмерители, лаборатории контактной сети, дефектоскопные и путеизмерительные тележки) и перехода на использование бортовых информационно-измерительных систем, интегрированных в конструкцию подвижного состава (электропоезд «Ласточка»), обеспечивающих полную автоматизацию диагностики элементов инфраструктуры. Планируется оснастить электропоезд бортовым комплексом ультразвуковой дефектоскопии рельсов. Такая

технология необходима в условиях интенсивного движения на Московском центральном кольце и является составляющей обеспечения надежности функционирования всего комплекса автоматизированного управления движением поездов. Возможен полный переход на диагностику инфраструктуры с использованием только графикового движения.

Основной технической сложностью автоматического вождения электропоездов по сравнению с метрополитеном является открытый доступ к железнодорожным путям и, следовательно, возможность внезапного появления перед поездом людей и других объектов. Современные системы обнаружения, такие как радары, лидары, стереокамеры, по своим характеристикам с учетом интеллектуальной обработки их данных вплотную приблизились к физическим возможностям человека, а по ряду параметров их превосходят. К примеру, радары в отличие от человека прекрасно обнаруживают препятствия ночью, в туман и снег. К тому же автоматические системы не знают таких понятий, как усталость, потеря концентрации и внимания.

К 2025 году предполагается достичь целевого состояния информационных технологий ОАО «РЖД», так как:

– внедрены платформенные решения, интегрированные с производственными системами ОАО «РЖД», обеспечены в рамках ведомственного проекта Минтранса «Цифровой транспорт и логистика» их координация, взаимодействие с цифровыми решениями транспортного комплекса и возможность строить на этой базе цифровые сервисы, созданы электронные каналы взаимодействия с рынком (пассажиры, грузоотправители, сервисные компании), федеральными органами исполнительной власти и в рамках трансграничного взаимодействия (транспортных коридоров);

– в технологические процессы ОАО «РЖД» встроены системы Интернета вещей, обработки больших данных, распределенного реестра, цифрового моделирования и искусственного интеллекта;

– созданы новое поколение мобильных рабочих мест и электронный документооборот в производственных и управленческих процессах;

– модернизирована вычислительная и телекоммуникационная инфраструктура, обеспечивающая гарантированный уровень доступности информационных сервисов;

– внедрены централизованные средства обеспечения информационной безопасности на базе импортонезависимых решений;

– выстроена системная работа с новыми технологиями (поиск, апробация, прототипирование, внедрение) и развит высокотехнологичный бизнес в холдинге [1; 2].

Использование автоматизированных решений «Цифровой железной дороги» наряду с преимуществами для бизнеса становится источником новых уязвимостей и угроз в сфере безопасности информации. Обеспечение информационной безопасности при реализации проекта «Цифровая железная дорога» является приоритетной задачей. Целью является блокирование (нейтрализация) угроз безопасности информации, связанных с автоматизацией сервисных блоков с использованием современных цифровых технологий. Основными принципами информационной безопасности становятся: реализация рискориентированного подхода, обеспечение соответствия законодательству Российской Федерации, централизация, экономическая целесообразность, комплексность, максимальное использование существующих систем, средств, механизмов защиты информации, мониторинга и управления инцидентами.

Федеральной пассажирской компанией определены приоритетные направления работ, касающиеся аналитики и прогнозирования при разработке системы CRM (Customer Relationship Management) с применением технологии «Больших данных»:

– анализ пассажиропотока на предмет определения характеристик пассажиров (стоимость билетов, дата приобретения, перечень используемы услуг, пол, возраст и др.), пользующихся железнодорожным транспортом и перешедших на альтернативные виды транспорта, определение причины перехода и вида транспорта для перешедших пассажиров;

– выработка рекомендаций, касающихся повышения лояльности пассажиров и возврата к пользованию услугами АО «ФПК»;

– прогнозирование пассажиропотока при внедрении предложенных рекомендаций;

– анализ данных использования сайта ОАО «РЖД» в разделе покупки билетов и выработка критериев действий пользователя, при которых он завершает процесс приобретения билета, завершает работу с сайтом ОАО «РЖД», приобретает билеты на альтернативные виды транспорта.

Обеспечение информационной безопасности информационной инфраструктуры холдинга должно осуществляться на всех стадиях жизненного цикла информационных систем путем принятия организационных и технических мер защиты информации. В зависимости от автоматизируемых сервисных блоков, применяемых классов автоматизированных решений и цифровых технологий мероприятия по защите информации должны быть направлены на исключение:

– неправомерного блокирования информации, ИТ-сервисов (обеспечение доступности);

– неправомерных уничтожения или модифицирования информации (обеспечение целостности);

– неправомерных доступа, копирования, предоставления или распространения информации (обеспечение конфиденциальности).

Основными направлениями деятельности обеспечения информационной безопасности при реализации проекта «Цифровая железная дорога» являются:

– разработка нормативных и методических документов по информационной безопасности;

– анализ рисков и определение угроз безопасности информации, в информационной инфраструктуре холдинг «РЖД»;

– определение мер защиты информации для автоматизируемых сервисных блоков на основе централизованных мер защиты информации в рамках всей информационной инфраструктуры холдинга «РЖД»;

– разработка и внедрение систем и средств защиты информации;

– интеграция новых решений, эксплуатируемых, создаваемых и модернизируемых систем холдинга «РЖД» с централизованными системами обеспечения информационной безопасности;

– развитие централизованных систем мониторинга, управления инцидентами, контроля защищенности, защиты от компьютерных атак (ПК УИБ, СОЗ АИТС, СОПКА);

– организация эксплуатации систем (управление конфигурациями, мониторинг, контроль защищённости, защита от компьютерных атак, управление инцидентами) в соответствии с требованиями к обеспечению защиты информации.

Согласно Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года [1], целевые параметры системы управления движением поездов и обеспечения безопасности предусматривают:

– управление движением на основе спутниковых технологий и автоматической идентификации подвижного состава;

– создание автоматизированных центров управления и расширение функций диспетчерской централизации (линии скоростного и высокоскоростного движения);

– внедрение компьютерных систем управления на станциях в увязке с цифровым радиоканалом;

– внедрение систем интервального регулирования движения поездов без светофоров с применением спутниковой навигации и цифрового радиоканала;

– внедрение комплексных компьютерных систем на сортировочных станциях, включая автоматическое управление локомотивами;

– внедрение комплексных устройств диагностики на границах маршрутов;

– создание специальных центров приема и обработки информации со спутников о состоянии инфраструктуры для основных направлений (контроль основных направлений на участках с пассажирским движением);

– обеспечение соответствия систем управления и систем обеспечения безопасности международным стандартам».

Следовательно, переход к целевому состоянию информационных технологий создаст основу для новых сервисов, основанных на использовании цифровых технологий, и обеспечит снижение доли эксплуатационных расходов ОАО «РЖД» на информационные системы (до 5% в год).

Продолжая работать над решением «классических» задач железной дороги – расширением сети, увеличением грузооборота, привлечением новых клиентов, ОАО «РЖД» постепенно расширяет спектр цифровых сервисов (мультимодальных, комплексных, адаптируемых под рыночные условия и нужды пассажиров и грузовладельцев), что так же позитивно отражается на финансовых показателях. В результате реализации проекта «Цифровая железная дорога» в операционную деятельность ОАО «РЖД» уже в ближайшее время будут внедрены такие современные ИТ-технологии, как промышленный Интернет вещей, Большие данные, технологии беспроводной связи, виртуальной и дополненной реальности, интеллектуальные системы, системы распределенного реестра и другие.

Библиографический список

1. Стратегические направления научно-технического развития ОАО «Российские железные дороги» на период до 2030 г. («Белая книга» ОАО «РЖД»).

2. Функциональная стратегия управления качеством в ОАО «РЖД» (утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 15 января 2007 г. № 46р). М.: ОАО «РЖД», 2007.

УДК 656.257

ЦИФРОВЫЕ СЕРВИСЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ В ПЕРЕВОЗОЧНОМ ПРОЦЕССЕ

Гордиенко Е.П.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье рассмотрены перспективы внедрения цифровой инфраструктуры и расширения функционала информационных систем управления перевозочным процессом.

Ключевые слова: безопасность, надежность, объект, техническое состояние, отказ, риск, принцип, технология.

Abstract. The article considers the prospects of implementing digital infrastructure and expanding the functionality of information systems for managing the transportation process.

Keywords: safety, reliability, object, technical condition, failure, risk, principle, technology.

Перевозочный процесс на железнодорожном транспорте является основным производственным процессом, реализуемым Открытым акционерным обществом «Российские железные дороги». Бесперебойное функционирование перевозочного процесса поддерживается железнодорожной инфраструктурой, главной задачей которой является обеспечение требуемого объема пассажирских и грузовых перевозок при гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса. Распоряжением ОАО «РЖД» от 12 сентября 2014 года № 2172р образована экспертная группа по вопросам расширения применения процессного подхода в организации управления ОАО «РЖД». Утверждена программа мероприятий по расширению применения процессного подхода в управлении и повышении эффективности деятельности ОАО «РЖД». Согласно программе, происходит формирование и построение комплексной процессной модели функционирования холдинга «РЖД», главным исполнителем является департамент развития системы управления (далее - ЦРСУ).

Ландшафт процессов необходимо формируется на основе требований к модели основных процессов, установленных в СТК «КИ СМК. Модель основных процессов». Для описания бизнес-процессов используется инструментарий ARIS, в частности, продукты ARIS Business Server, ARIS Business Architect, ARIS Business Designer и ARIS UML Designer.

Задача процессного подхода в проекте автоматизации – ликвидировать имеющиеся разрывы в управленческих и технологических процессах отдельных хозяйств. Для этого разрабатывают систему мероприятий, обеспечивающих разработку и внедрение сквозных унифицированных процессов для уровня управления, учитывающих специфику деятельности различных бизнес-единиц (вертикально-интегрированных дирекций ОАО «РЖД») с одновременным выстраиванием, регламентацией и надлежащим информационным обеспечением процессов взаимодействия всех участников эксплуатационной работы (рис. 1).

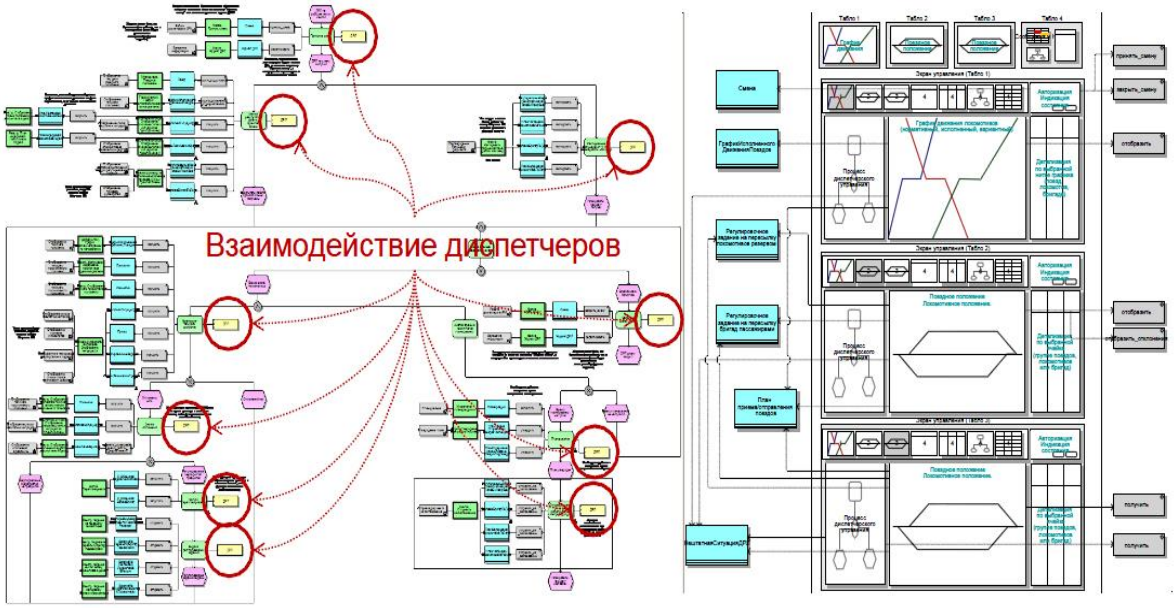


Рис. 1 – Пример диаграмм взаимодействия через единый технологический процесс

Следовательно, основной результат проекта - формирование единой модели управления перевозочным процессом и актуализация на ее основе нормативно-регламентной.

Процессный подход является основополагающим принципом системы управления качеством в ОАО «РЖД». В компании выстраивается система управления производственными взаимоотношениями, не допускающая передачу некачественной продукции от поставщиков к потребителям, в том числе внутри организации. В сфере управления реализация процессного подхода обеспечивает обоснованность и исполняемость принимаемых решений. Процессы и их взаимосвязи следует пересматривать на регулярной основе, а также принимать соответствующие меры по их совершенствованию. Менеджмент процессов должен иметь системных характер за счет создания и четкого понимания сети процессов, их последовательности и взаимодействия.

В ОАО «РЖД» проводится системная работа по расширению применения процессного подхода в управлении основной деятельностью. В нее включены все структурные подразделения и филиалы ОАО «РЖД». 20 февраля 2019 года на заседании Правления ОАО «РЖД» была утверждена карта бизнес-процессов верхнего уровня холдинга «РЖД». Она содержит процессы, охватывающие все направления основной, управленческой и обеспечивающей деятельности Холдинга (рис. 2).

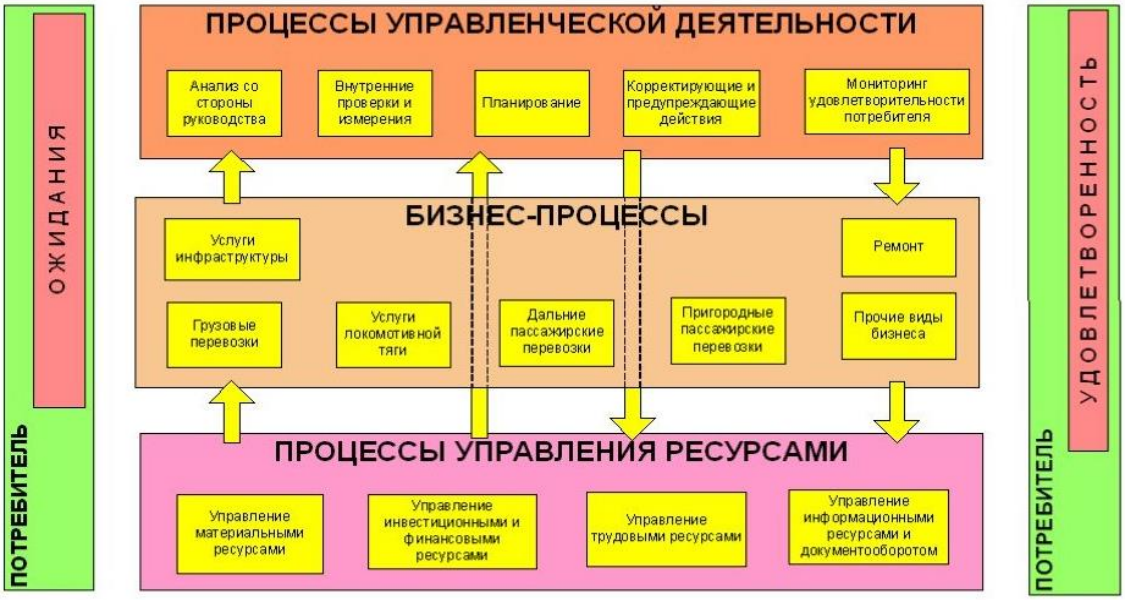


Рис. 2 – Карта бизнес-процессов холдинга «РЖД»

28 октября 2019 года совет директоров РЖД утвердил стратегию цифровой трансформации компании до 2025 года. Документ определяет концептуальные основы и принципы трансформации компании в условиях цифровой экономики, задает приоритетные направления цифровизации, включая вопросы импортозамещения в области ИТ, а также необходимые для изменений ресурсы и технологии. В соответствии со стратегией цифровой трансформации, в ОАО «РЖД» запланировано создание восьми цифровых платформ. Каждая из них становится базовым элементом ИТ-инфраструктуры для ключевых сфер деятельности РЖД: мультимодальных пассажирских перевозок, мультимодальных грузовых перевозок, транспортно-логистических узлов, оператора линейной инфраструктуры, логистического оператора

электронной коммерции, управления перевозочным процессом, тягового подвижного состава, а также платформы непроизводственных процессов.

Базовые платформы создаются как комплекс взаимосвязанных технологических решений, обеспечивающих поддержку сквозных информационных технологий. В их числе: интернет вещей, большие данные, распределенные реестры, интеллектуальные системы, реализующие методы машинного обучения, виртуальная и дополненная реальность, а также новые технологии передачи данных.

На рис. 3 отражены базовые положения ОАО «РЖД» реализации комплексного научно-технического проекта «Цифровая железная дорога».

Рис. 3 - Базовые положения цифровой железной дороги ОАО «РЖД»

Принципы цифрового бизнеса имеют следующее значение:

- «Полная согласованность» означает наличие необходимой, достоверной и своевременной информации о событиях и намерениях у одновременно всех субъектов, участвующих в предоставлении услуг, включая сотрудников, клиентов и партнеров;
- «Бизнес в режиме онлайн» означает принятие правильных решений и осуществление действий без критичных (повышающих риски или дополнительные затраты, снижающих конкурентоспособность услуг) задержек;
- «Управление сервисами» означает планирование и контроль деятельности в контексте показателей услуг для клиентов, которые, в свою очередь, складываются из показателей внутренних сервисов.

Создавать Цифровую железную дорогу (включая выбор архитектуры решений, классов автоматизированных решений, платформ и компонентов) необходимо как защищенную технологию, с учетом требований информационной безопасности на всех этапах ее создания. По каждому классу автоматизированных решений и технологий, приведенных в Концепции цифровой железной дороги ОАО «РЖД», в политике необходимо определить возможные направления защиты информации и обеспечения доверия к компонентам Цифровой железной дороги. При этом доверие к компонентам Цифровой железной дороги должно быть достигнуто за счет:

- приоритетного использования отечественных технологий (в рамках импортозамещения и требований к взаимодействию с поставщиками программного обеспечения, технических средств и услуг);

- различных видов испытаний (функциональных, контроля отсутствия недекларированных возможностей, отсутствия влияния на средства защиты информации, отсутствия внешнего управления со стороны разработчика, поставщика и иных третьих лиц);

- контроля (анализа) уязвимостей, обновлений, конфигураций.

Защита информации в автоматизированной системе управления достигается путем принятия в рамках системы защиты автоматизированной системы управления совокупности организационных и технических мер защиты информации, направленных на блокирование (нейтрализацию) угроз безопасности информации, реализация которых может привести к нарушению штатного режима функционирования автоматизированной системы управления и управляемого (контролируемого) объекта и (или) процесса, на локализацию и минимизацию последствий от возможной реализации угроз безопасности информации, восстановление штатного режима функционирования автоматизированной системы управления в случае реализации угроз безопасности информации.

CRM-система поможет перевести до 90% документооборота с отправителями грузов в электронный вид, ведомственная электронная торговая площадка станет «окном» для предоставления услуги доставки груза, смарт-контракты ускорят и повысят эффективность бизнес-процессов. По оценкам компании, в целом, это должно позволить ей увеличить рост объемов погрузки к 2025 году на 70 млн. тонн только за счет внедрения цифровых технологий.

CRM и система управления клиентскими данными – основа для внедрения более качественных услуг B2C через сайт компании. В рамках единой платформы будут объединены сайт РЖД, центры продаж услуг в региональных центрах фирменного транспортного обслуживания, электронные торговые площадки и call-центр. Работа, проводимая в рамках развития Системы фирменного транспортного обслуживания ОАО «РЖД», позволила сформировать определенную базу для внедрения CRM-технологий, представленную двумя разработками: ЭТРАН и Информационное хранилище «Грузовые перевозки».

На РЖД с 2002 года действует автоматизированная система ЭТРАН (рис. 4), к которой подключено более 3,7 тыс. железнодорожных станций.

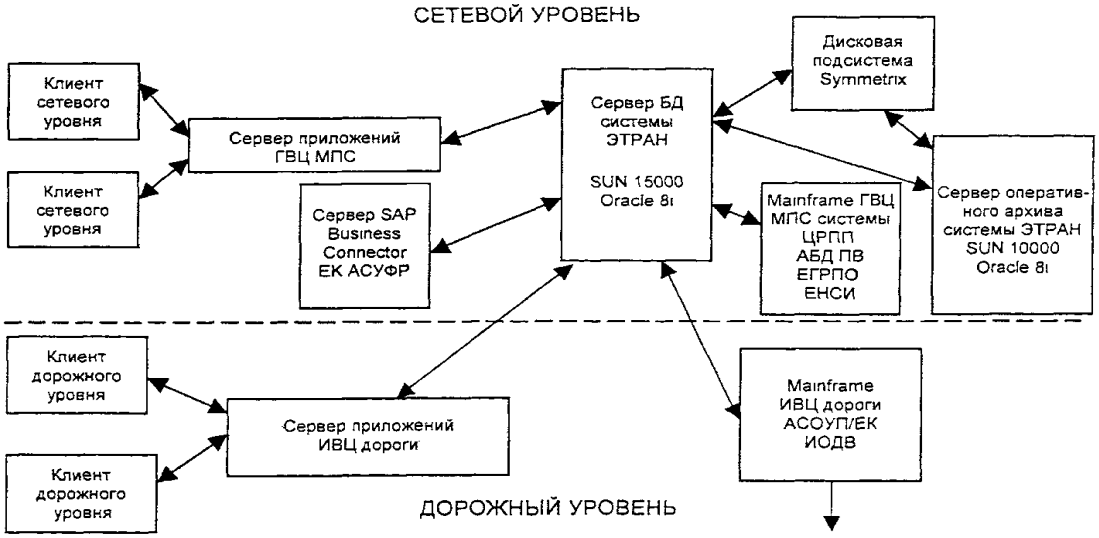


Рис. 4 – Архитектура системы ЭТРАН

В общей сложности система насчитывает порядка 83 тыс. пользователей. В настоящее время РЖД осуществляет электронный документооборот с применением электронной подписи по тринадцати видам документов. Система ЭТРАН подразумевает комплексное обслуживание клиента – от приема заявки до выдачи груза.

Система предусматривает:

- оперативный контроль хода согласования заявок;
- планирование расходов клиента за счет предварительного расчета стоимости перевозки по подаваемой заявке;
- возможность оформления перевозочных документов с использованием данных согласованной заявки;
- сокращение времени оформления перевозки за счет использования технологии обмена электронными данными;
- подачу заявок в электронном виде с указанием пограничных передаточных станций в соответствии с планом формирования;
- возможность получения оперативной информации о состоянии лицевого счета;
- наличие электронно-цифровой подписи, позволяющей после создания удостоверяющих центров перейти на полностью безбумажную технологию обмена документами;
- полный технологический цикл формирования документов в соответствии с правилами перевозок грузов (заявка, перевозочные документы по отправлению на основе заявки, раскредитованные документы по прибытии);
- ведение базы основных сведений о клиенте (местонахождение, реквизиты, фамилия руководителя).

Система ЭТРАН устанавливается на рабочих местах сотрудников ЦФТО ОАО «РЖД», управлений и отделений дорог, товарных кассиров станций, что позволяет автоматизировать работу с клиентами и организовать безбумажный документооборот.

Информационное хранилище «Грузовые перевозки» формируется Главным вычислительным центром ОАО «РЖД» на основе информации, передаваемой при оформлении перевозочных документов отправляемых грузов, и их раскредитовании по прибытии.

Информационное хранилище содержит более 30 признаков, по которым можно делать выборки и анализировать выполненные объемы перевозок. К таким признакам относятся: род, группа и точное наименование груза; государство, дорога, отделение и станция назначения и отправления; грузополучатель; грузоотправитель; род и принадлежность вагона; тарифный класс груза и т. д. Хранилище позволяет запрашивать объемы перевозок в тоннах, вагонах или контейнерах, а также сумму взысканных тарифных платежей и среднюю дальность перевозки с целью маркетингового анализа рынка.

В рамках развития цифровой инфраструктуры «РЖД Логистика» запустила в опытную эксплуатацию CRM-систему, которая выступила пилотной площадкой по внедрению подобных систем в холдинге «РЖД».

Система запущена на базе облачного решения российского сервиса, параллельно холдингом «РЖД» продолжается работа по созданию собственной CRM-системы. При запуске продукта был применен Agile-подход, который помог динамично организовать и ускорить процесс программирования, быстро адаптируя его к новым требованиям. На следующем этапе внедрения CRM-системы список управленческих настроек расширится, будет произведена интеграция с внутренней системой холдинга «РЖД», а также с рядом внешних IT-систем, например, с тендерной площадкой trade.su. Для повышения эффективности использования системы для работников «РЖД Логистика» разработана специальная программа обучения.

Таким образом, технологии электронной коммерции и интернет-платежи устойчиво развиваются. Это обусловлено потребностью в быстрых, безопасных и эффективных механизмах оплаты различных товаров и услуг. Платежные системы, применимые в электронной коммерции, имеют простоту и прозрачность, контроль и безопасность, а также широкий спектр возможностей, такие как: управление финансами, планирование платежей, своевременное осуществление денежных переводов и контроль процессов начислений. При разработке субъекта электронной торговли необходимо промоделировать бизнес-процессы, которые в нем протекают. Активно развиваются виртуальные банки и биржи. Ограничений к их использованию становится меньше с каждым днем. Флагманом внедрения цифровых технологий в производственную деятельность в РФ выступает холдинг «РЖД». В рамках развития цифровой инфраструктуры совмещается реинжиниринг бизнес-процессов деятельности и внедрение современных технологий электронной коммерции.

Библиографический список

1. Стратегические направления научно-технического развития ОАО «Российские железные дороги» на период до 2030 г. («Белая книга» ОАО «РЖД»).

2. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2008 г. № 877-р), 2008.

УДК 656.257

ЦИФРОВАЯ КОРПОРАТИВНАЯ КУЛЬТУРА ОАО «РЖД»

Гордиенко Е.П.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье рассмотрены базовые принципы внедрения в работу всех структур железнодорожного холдинга элементов цифровой культуры.

Ключевые слова: безопасность, надежность, информационные технологии, техническое состояние, облачные вычисления, принцип, технология, программа, платформа.

Abstract. The article deals with the basic principles of introducing the elements of digital culture into the work of all structures of the railway holding company.

Keywords: security, reliability, information technology, technical state, cloud computing, principle, technology, program, platform.

Цифровая культура – совокупности компетенций, характеризующих способность использования информационно-коммуникационных технологий для комфортной жизни в цифровой среде, для взаимодействия с обществом и решения цифровых задач в профессиональной деятельности. С этим определением неотрывно связано новое понимание цифровой экономики, включающее:

– диверсификацию информационных технологий и проникновение их в различные предметные области;

– непрерывное накопление больших объемов данных, которые невозможно обработать и интерпретировать традиционными методами;

– перенос производственных, научных и учебных процессов в цифровую сферу.

Чем отличается цифровая железная дорога от нецифровой? Этот вопрос широко обсуждался в ОАО «РЖД», в результате чего был сделан вывод: более половины добавленной стоимости должны складываться с помощью цифровых технологий после реализации программы, доля электронных билетов должна вырасти с 51% до 70%, более 75% услуг, связанных с грузовыми перевозками, должны оказываться в электронном виде [1]. Но главное, что хотелось бы отметить – в холдинге «РЖД» рассматривают цифровую трансформацию не просто как технологическую, а в первую очередь как культурную. Это, с одной стороны, большая возможность, а с другой – колоссальная работа, ведь на российских железных дорогах трудится более миллиона сотрудников.

Цифровая корпоративная культура, к внедрению которой стремятся в компании ОАО «РЖД», предполагает обучение и подготовку сотрудников, вовлеченных в процесс цифровой трансформации (от высшего руководства до рядовых сотрудников) и создание института «агентов изменений» – сотрудников, деятельность которых направлена на обучение других сотрудников, непосредственное участие в мероприятиях по управлению изменениями, обеспечение мониторинга хода цифровой трансформации, обобщение передового опыта и его распространение в компании (рис. 1).

Рис. 1 – Цифровые сервисы ОАО «РЖД» и стратегия цифровой трансформации

Главными направлениями политики компании в области информационных технологий являются импортозамещение и клиентоориентированность.

Устойчивую работу сети способен обеспечить единый информационный комплекс систем управления и обработки данных. Переход в железнодорожной отрасли от информационно-управляющих к полностью управляющим системам может быть обеспечен за счёт объединения автоматизированных информационных систем, интегрированных на сети дорог в производственные процессы.

В основе программы цифровой трансформации холдинга ОАО «РЖД» лежит создание восьми цифровых платформ – «Мультимодальные пассажирские перевозки», «Мультимодальные грузовые перевозки», «Оператор линейной инфраструктуры», «Управление перевозочным процессом», «Тяговый подвижной состав», «Транспортно-логистические узлы», «Логистический оператор электронной коммерции» и «Непроизводственные процессы».

Все платформы будут базироваться на технологиях Интернета вещей, обработки больших данных, распределённого реестра, искусственного интеллекта, виртуальной и дополненной реальности и квантовых коммуникаций. Ожидается, что по результатам осуществления программы цифровой трансформации 90% документооборота ОАО «РЖД» с грузоотправителями должно быть переведено в электронную форму, погрузка к 2025 году должна вырасти на 70 млн.

При этом внедрение каждой платформы и элементов этих платформ само по себе призвано принести экономические эффекты в рамках холдинга. Развитие IT-инфраструктуры предполагает:

- оптимизацию производительности работы IT-систем на базе современных технических решений, упрощения архитектуры комплекса и технологии его сопровождения, обеспечения резерва ресурсов для решения перспективных задач в объеме сети дорог;

- разработку и внедрение технических требований и решений в области информационной безопасности и киберзащищенности систем управления движением поездов и подвижного состава;

- формирование импортонезависимой информационной среды для микро-процессорных систем АСУ технологическими процессами ответственных производственных объектов (ОПО) с учетом требований киберзащищенности;

- создание банка доверенных аппаратных и программных средств и развитие отечественных САПР;

- приоритетное применение программного обеспечения с открытым исходным кодом при создании ответственных АСУ технологическими процессами, обеспечивающее значительное повышение качества программного обеспечения и эксплуатационную надежность как основных факторов технической безопасности.

Основные функциональные взаимосвязи задач развития и использования железнодорожной инфраструктуры и перевозочных ресурсов с компонентами Стратегии цифровой трансформации ОАО «РЖД», а также ключевые этапы развития цифровой культуры, необходимые для обеспечения этих взаимосвязей, представлены на рис. 2.

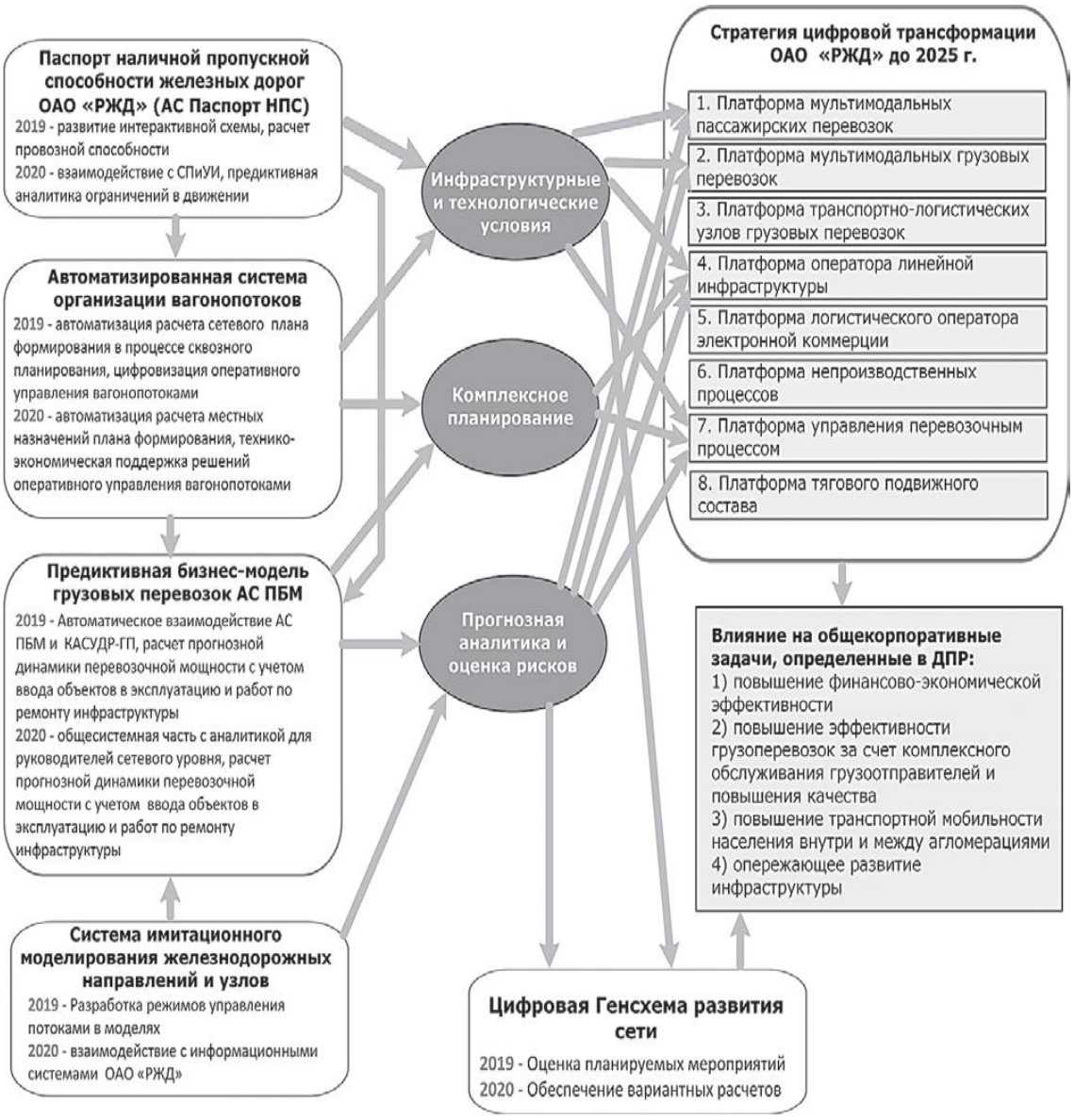


Рис. 2 – Основные функциональные взаимосвязи задач развития и использования железнодорожной инфраструктуры и перевозочных ресурсов с компонентами Стратегии цифровой трансформации ОАО «РЖД»

Особую роль в развитии IT-инфраструктуры занимает использование современных платформ виртуализации вычислительных ресурсов, которое способно увеличить коэффициент полезного использования серверов и упростить обслуживание систем, снизив расходы на их эксплуатацию.

Технологии облачных вычислений в настоящее время широко используются в производственной среде холдинга ОАО «РЖД» и хорошо зарекомендовали себя как средство снижения затрат на поддержку IT-инфраструктуры и увеличения ее гибкости.

Реализация облачных технологий позволит преобразовать модель предоставления сервисов бизнес-подразделениям. Гибкость виртуальной среды будет реализована за счет решения по динамическому распределению нагрузки на физическое оборудование, что подразумевает автоматическую «горячую» миграцию систем без их остановки на менее загруженное оборудование. Эти возможности позволят также повысить доступность и надежность систем за счет возможности обслуживания и ремонта оборудования без остановки систем.

Для обеспечения непрерывности бизнеса ОАО «РЖД» эксплуатируется один из самых крупных в стране информационных комплексов: 64 мейнфреймов, более чем 300 кооперативных серверов (объем памяти хранилища составляет более 2 ПБ), около 4000 информационных систем и используется больше 200000 персональных компьютеров. Этот информационный комплекс обеспечивает продажу билетов, управление парками вагонов и другими информационными системами. ОАО «РЖД» является крупным российским владельцем и оператором центров обработки данных, вычислительных мощностей, инфраструктуры хранения и обработки данных. В структуре холдинга ОАО «РЖД» функционирует восемнадцать Центров обработки данных, которые распределены по всей территории России и присутствуют в каждом Федеральном округе. ОАО «РЖД» является не только крупнейшим в РФ заказчиком инновационных решений, но и обладателем развитого отраслевого инжинирингового и научного комплекса, обеспечивающего стратегическое развитие и глобальную конкурентоспособность ОАО «РЖД», а также лидирующие позиции в разработке и внедрении перспективных цифровых технологий в транспортной отрасли [2].

Цифровое представление информации позволяет эффективно организовывать процесс ее накопления и хранения, а также применять унифицированные методы ее математической обработки в автоматическом режиме, что открывает пути к получению нового качества систем с сокращением доли участия человека. Это существенно повышает надежность функционирования всех звеньев, обеспечивающих реализацию графика движения поездов. По пути цифровизации активно следуют крупнейшие производители тягового подвижного состава и сервисные компании.

Однако сегодня становится очевидным, что развитие тяговых единиц без интеграции с инфраструктурным комплексом приводит к снижению эффективности цифровизации. Только максимальная интеграция и совместное развитие на базе цифровых технологий способны дать синергетический эффект и обеспечить тот коренной скачок в эффективности, которого так ждут российские железные дороги и отрасль в целом. Интеллектуализация и цифровизация должны охватывать три фундаментальных составляющих перевозочного процесса:

- организацию перевозок;
- подвижной состав;
- технические средства инфраструктуры.

Совершенствование технологий управления возможно за счет создания единого комплекса на базе цифрового локомотива и цифровой инфраструктуры, а также интеллектуальной диспетчеризации. Поэтому одной из ключевых задач становится организация цифровой интеграции и взаимодействия подвижного состава, инфраструктурного комплекса и центра организации перевозок для объединения их в общую систему с целью оптимизации процессов управления движением.

Важную роль в выработке управляющих решений должен играть искусственный интеллект. На первом этапе он необходим для обработки статистической информации, планирования, оптимизации процесса управления движением поездов, формирования подсказок оперативному персоналу и т.д. В перспективе имеется возможность повышения уровня автоматизации, в частности при реализации ряда функций безопасности. Применение искусственного интеллекта позволит повысить безопасность движения, прежде всего вследствие исключения человеческого фактора при реагировании на ряд типовых нештатных ситуаций.

Переход к универсальным принципам обработки информации дает возможность унифицировать аппаратные платформы и перенести прикладную деятельность преимущественно в интеллектуальную сферу, что позволяет высвободить ресурсы

разработчиков для более глубокого и всестороннего формирования алгоритмов функционирования систем.

Эффективное решение рассматриваемого круга задач требует развития вычислительных методов исследования и развития ОАО «РЖД». В цифровую эпоху необходимо и естественно требовать, чтобы у всех компьютерных систем ОАО «РЖД» были единые нормативно-справочные данные о процессах перевозок и транспортных услуг. В противном случае различные системы будут выдавать рассогласованные управляющие решения и формировать противоречивые отчетные данные.

Применение новых прорывных решений в области управления позволит обеспечить безопасность и высокую скорость перевозок, внедрить технологии предиктивной диагностики состояния инфраструктуры и подвижного состава, управлять транспортными объектами на основе беспилотных технологий, интернета вещей, big data, нейронных сетей, современных средств связи и технологий интеллектуального управления движением поездов. Цифровое пространство обеспечивает постоянный обмен информацией между объектами железнодорожной инфраструктуры и транспортными объектами. В недалеком будущем возможно создание единого организма киберфизической системы железнодорожного транспорта, работающего самостоятельно под управлением суперкомпьютеров и многослойных нейронных сетей, для обеспечения безопасных и интеллектуальных перевозок с точным соблюдением графика движения и высокоскоростным передвижением на всем пути следования.

Итак, можно утверждать, что быть цифровой организацией означает не только использовать цифровые продукты, услуги и взаимодействие с клиентами, но и усиливать основные операции при помощи технологии. Поэтому, становясь одной из них, требуются коренные изменения в действиях сотрудников, а также в их индивидуальном поведении и способах взаимодействия с другими людьми внутри и вне организации. Внедрение цифровой культуры в организацию выполнимо, но требует четкой методологии и дисциплинированных усилий.

Библиографический список

1. Стратегические направления научно-технического развития ОАО «Российские железные дороги» на период до 2030 г. («Белая книга» ОАО «РЖД»).

2. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2008 г. № 877-р), 2008.

УДК 656.257

ЦИФРОВЫЕ ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Гордиенко Е.П.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье рассмотрены мировые тенденции и направления совершенствования железнодорожных перевозок на основе внедрения и использования цифровых технологий.

Ключевые слова: безопасность, надежность, информационные технологии, техническое состояние, облачные вычисления, принцип, технология, программа, платформа.

Abstract. The article considers global trends and directions of railway transportation improvement on the basis of implementation and use of digital technologies.

Keywords: security, reliability, information technology, technical state, cloud computing, principle, technology, program, platform.

Распоряжением Правительства от 19 марта 2019 года № 466-р утверждена долгосрочная программа развития ОАО «Российские железные дороги» до 2025 года. Этой Программой, в частности, предусматривается переход на «цифровую железную дорогу». Программа разработана с учётом послания президента России Федеральному Собранию и Указа президента от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

ОАО «РЖД» сейчас постепенно реализует проект «Цифровая железная дорога». Его цель – повышение качества предоставляемых транспортных и логистических услуг за счёт применения цифровых технологий. Ключевые направления развития информационных систем в открытом акционерном обществе «Российские железные дороги» включают в себя:

– создание единого информационного пространства грузовых перевозок и логистики для повышения доходности грузоперевозок и логистического бизнеса;

– создание единого информационного пространства пассажирского комплекса для повышения доходности пассажирских перевозок;

– формирование сквозных цифровых технологий организации перевозочного процесса («Цифровая железная дорога») для повышения эффективности железнодорожных перевозок и инфраструктуры;

– создание единой интегрированной автоматизированной системы управления, оптимизацию корпоративных систем управления предприятием, анализ и разработку отчетности для повышения доходности зарубежной деятельности, увеличение эффективности социальной сферы и корпоративного управления [1].

Цифровыми трендами в развитии железнодорожного транспорта в мире являются:

IoT-технологии (технологии «Интернета вещей»). Раньше наземный транспорт был единственным способом передвижения на дальние расстояния. Сегодня же ему приходится конкурировать с водным и воздушным видами. В подобных условиях внедрение интернета вещей и технологий искусственного интеллекта на железнодорожные пути и станции становится конкурентоспособным преимуществом для индустрии в целом. Датчики IoT способны предоставлять много данных о железной дороге, помогают решать проблемы контроля вертикального смещения путей и отслеживать изменения температуры, которые приводят к сходу поездов с рельс.

Кроме того, технологическое развитие и преобразование рельс и станций в умные рельсы и умные станции открывают выгодные возможности для стартапов и крупных игроков рынка. Так, компания Skylo Technologies планирует разработать глобальную узкополосную сеть IoT для сбора машинных данных, собранных с транспортной инфраструктуры и сельскохозяйственного оборудования. Они протестировали свою разработку – Skylo Hub – совместно с Индийскими железными дорогами и установили портативные интегрированные спутниковые приемопередатчики и концентраторы IoT в железнодорожные вагоны и оборудование. Skylo Hub беспрепятственно объединяет данные с ранее отключенных датчиков и отправляет эти данные в облако через собственную спутниковую сеть компании. Технология антенны с цифровым управлением в сочетании со встроенной операционной системой Skylo делает его простым в использовании самоустанавливающимся решением.

RFID-система. Технология RFID использовалась только в розничной торговле и в сфере производства потребительских товаров, в то время как сейчас она встречается во всех сферах жизни. RFID-система – способ интеллектуального мониторинга и управления, который работает посредством радиосигналов с RFID-метками. В январе 2020 года Индийские железные дороги объявили, что к 2021 году они собираются оснастить около 350000 двигателей и вагонов метками радиочастотной идентификации. Эта технологическая разработка поможет компании отслеживать каждый вагон, где и когда это необходимо, вести учет и защищать груз. Кроме этого RFID-система обеспечивает проверки безопасности и обновления в режиме реального времени и отслеживает температуру. Таким образом, Индийские железные дороги перейдут от технического обслуживания на основе времени к техническому обслуживанию по состоянию.

Распространение умных рельс идет рука об руку с разработкой умных верфей для ремонта и технического обслуживания вагонов и двигателей, использования смазочных материалов для железнодорожных вагонов для бесперебойной работы двигателей, мониторинга железнодорожных путей, прогнозирования поломок гусеничных пластин и фиксации компонентов внутреннего сгорания. Умные верфи состоят из датчиков, установленных на обочине для сбора данных от проезжающих вагонов. Растущая интеграция интеллектуальных верфей помогает железным дорогам поддерживать подвижной состав и использовать информационные системы, аналитику данных и датчики, которые помогают собирать информацию о состоянии подвижного состава. Разрабатывается инновационная концепция интеллектуальных верфей, которая будет анализировать записи подвижного состава и отслеживать дефекты колес, температуру оси, состояние подшипников и профиль колеса. Она также использует информацию для активного укомплектования персоналом и объективной оценки неисправностей. Внедрение интеллектуальных верфей сокращает время оборота, одновременно повышая производительность и безопасность.

Развитие гибридных транспортных средств – еще один устойчивый тренд. На выставке InnoTrans-2018 почти все крупные мировые производители локомотивов: Toshiba, Alstom, Gmeinder Lokomotiven GmbH и другие – представили серийные образцы гибридных моделей. В России в 2019 году «Трансмашхолдинг» и компания Ctrl2GO презентовали концепт двухосного маневрового гибридного локомотива. Группе разработчиков впервые удалось системно объединить в концепте широкий набор технологических и цифровых решений. Программное обеспечение работает на основе данных телеметрии, которые передаются с борта локомотива в режиме онлайн. Гибридная силовая установка управляется интеллектуальной системой, которая в режиме реального времени обеспечивает оптимальное управление силовой установкой при условии минимального расхода дизельного топлива. По предварительной оценке, экономия топлива составит до 30% по сравнению с существующими маневровыми тепловозами, что способствует снижению вредных выбросов в атмосферу и продлению жизненного цикла накопителя. Предусмотрена функция дистанционного управления локомотивом на основе машинного зрения. Система работает за счет установленных на локомотиве оптических камер, лидара, ультразвуковых датчиков и высокопроизводительных вычислительных блоков обработки данных. Благодаря машинному зрению в будущем возможен перевод локомотива на полностью автоматизированное управление. Новый гибрид также оснащен системой прогнозирования технического состояния оборудования на основе искусственного интеллекта от Clover. Это позволяет перейти на обслуживание по состоянию и снизить затраты на него. Энергетическая установка локомотива состоит из законченных модулей, что позволяет осуществлять быстрый монтаж и демонтаж элементов и дает

возможность гибкой конфигурации силовой установки. Так, это может быть двухдизельный тепловоз, гибрид или аккумуляторный электровоз в зависимости от требований заказчика.

Одним из решающих факторов создания «цифровой железной дороги» является формирование высокопроизводительной и надежной телекоммуникационной среды. Для ее реализации целесообразно в части организации сетей связи и систем передачи данных предусмотреть:

– широкое применение цифровых стандартов железнодорожной оптоволоконной и радиосвязи, обеспечивающих высокий уровень криптозащиты каналов передачи ответственных управляющих команд на подвижной состав и объекты инфраструктуры;

– развитие оптической транспортной телекоммуникационной платформы на базе технологий волнового спектрального уплотнения (DWDM/CWDM) с планомерным увеличением пропускной способности;

– построение пакетных мультисервисных сетей на основе технологии IP/MPLS;

– развитие оптических сетей доступа на базе технологии GPON;

– развитие сети оперативно-технологической связи с применением полигонных решений IP ОТС;

– развитие сети оперативно-технологической связи с применением мультисервисных решений и принципов георезервирования;

– развитие применения цифровых систем технологической радиосвязи на базе специализированных технологий GSM-R и LTE-R, технологий конвенциальной и профессиональной радиосвязи стандартов DMR и TETRA;

– развитие систем мониторинга и диагностики объектов связи на базе перспективных технологий, в том числе диагностики волоконно-оптических кабелей и объектов железнодорожной радиосвязи;

– централизацию управления оборудованием технологической сети связи [2].

В части развития IT-инфраструктуры необходимы:

– оптимизация производительности работы IT-систем на базе современных технических решений, упрощения архитектуры комплекса и технологии его сопровождения, обеспечение резерва ресурсов для решения перспективных задач в объеме сети дорог;

– разработка и внедрение технических требований и решений в области информационной безопасности и киберзащищенности систем управления движением поездов и подвижного состава;

– формирование импортонезависимой информационной среды для микропроцессорных систем АСУ технологическими процессами ответственных производственных объектов (ОПО) с учетом требований киберзащищенности;

– создание банка доверенных аппаратных и программных средств и развитие отечественных САПР;

– приоритетное применение программного обеспечения с открытым исходным кодом при создании ответственных АСУ технологическими процессами, обеспечивающее значительное повышение качества программного обеспечения и эксплуатационную надежность как основного фактора технической безопасности (рис.1).

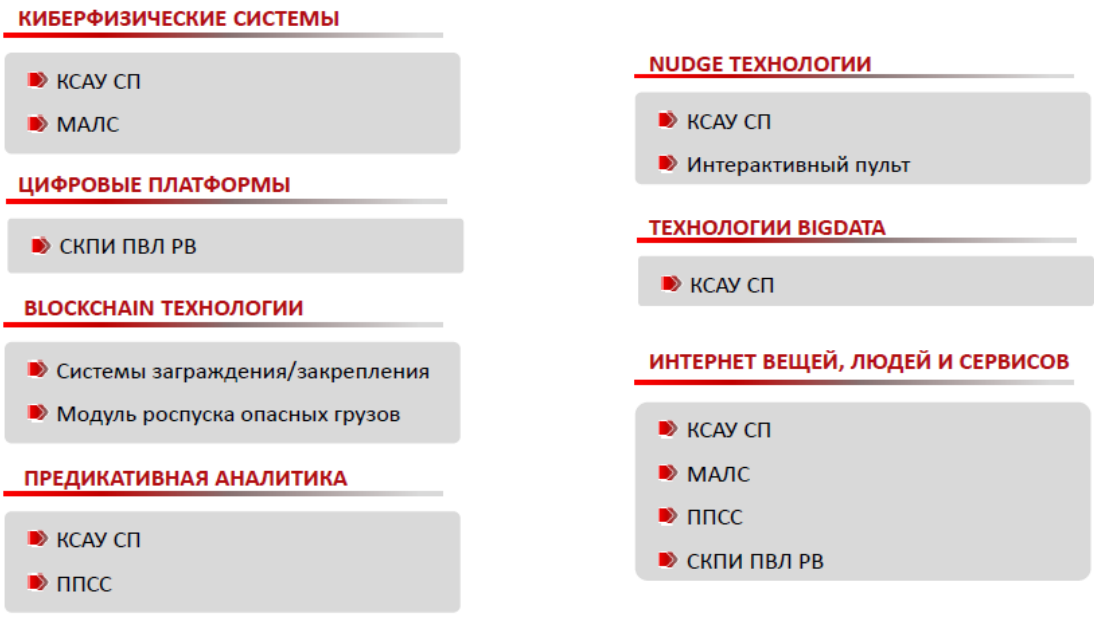


Рис. 1 – Компоненты цифровой экономической модели
и модули цифрового сортировочного комплекса

Идеология реализации Интеллектуальной системы управления железнодорожным транспортом (ИСУЖТ) как цифрового двойника реального перевозочного процесса позволяет рассматривать ее в качестве основы цифровой трансформации процессов управления перевозками. Трансформация включает в себя и верхний уровень управления – управление эксплуатационной работой полигона, и нижний – автоматическое управление маршрутами и движением локомотивов. Должен быть реализован переход децентрализованного планирования и индивидуального ручного управления к централизованному динамическому планированию работы полигона и автоматическому выполнению принятых планов. Будучи ядром управления перевозочного процесса, ИСУЖТ обеспечивает перевод управления перевозочным процессом в двухуровневую схему: комплексное планирование работы полигона на уровне диспетчерского центра и автоматическое исполнение принятых планов на уровне управления пропуском поездов по участкам с координацией автоматической работы локомотивов, подвязкой бригад и подчинения работы станций общим интересам полигона.

В мировой практике нет опыта реализации подобной задачи как в технологическом плане, учитывая совмещение различных видов движения на одной инфраструктуре, так и в математическом и техническом плане, учитывая размерность и связность задачи. При этом важно полностью удовлетворить запросы клиентов, максимально использовать возможности инфраструктуры и минимизировать необходимые ресурсы. Оправдывает слово «интеллектуальная» в аббревиатуре ИСУЖТ то, что планировщики ИСУЖТ замещают интеллект диспетчеров искусственным интеллектом, аккумулируя опыт лучших из них. Воплощением этой замены является иерархия динамически формируемых детальных планов эксплуатационной работы. Под общий термин «план» попадают графики движения разного временного интервала, сменно-суточные планы поездообразования, планы подвязки тяговых ресурсов и др. План и последующий контроль его выполнения является основой и сутью любого управления.

Переход к цифровой железной дороге предусматривает обязательное цифровое описание объектов инфраструктуры в рамках высокоточных координатных технологий. Объекты подвижного состава на этой инфраструктуре работают по единой технологии как для пассажирских и грузовых поездов, так и для ремонтной и измерительной техники. Использование технологии высокоточного спутникового позиционирования ОАО «РЖД» определено пространственно-распределенной железнодорожной транспортной системой. На основе полученных координатно-привязанных пространственных данных формируются цифровые модели пути (ЦМП) на перегонах и путевом развитии станций, а также 3D-модели путевого развития и инженерных сооружений. Цифровые модели представляют собой пространственные описания объектов инфраструктуры, включая железнодорожный путь, инженерные сооружения, системы электроснабжения, железнодорожной автоматики, телемеханики и связи.

Стремительное развитие технологий высокоточного спутникового позиционирования открывает новую страницу в изысканиях, проектировании и строительстве инфраструктуры железнодорожного транспорта, в том числе с применением BIM-технологий. Она основана на принципах дифференциальной коррекции навигационных данных, поступающих со спутников глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС).

Применение таких технологий создает основу для перехода к координатным методам содержания инфраструктуры, организации сквозных технологий проектирования, строительства, технического содержания объектов инфраструктурного комплекса, что обеспечивает снижение стоимости их жизненного цикла и требуемый уровень надежности и безопасности.

Станция − ключевой элемент перевозочного процесса. Поэтому обязательным является построение ее цифровой модели, предусматривающее возможность оценки влияния всех инфраструктурных элементов на технологию работы станции. Сегодня уже накоплен богатый опыт моделирования таких сложных объектов и, как следствие, значительно сокращено количество избыточных проектных и строительных работ, например, на МЦК. На примере сортировочных станций Челябинск и Лужская уже сегодня можно показать наличие таких законченных элементов цифровой железной дороги, как интегрированный комплекс АСУ станции (АСУ СТ), система управления маневровым локомотивом без машиниста (МАЛС БМ), горочная система КСАУ СП, комплекс автоматической диагностики подвижного состава (ППСС) и маневровая автоматическая локомотивная сигнализация (МАЛС).

Наконец, с учетом общей тенденции перехода к цифровой железной дороге особую роль приобретает совершенствование систем доставки информации. Приоритеты отдаются цифровой радиосвязи и передаче технологических данных. Новые вычислительные средства позволяют обрабатывать больше информации, что существенно снижает количество устройств и повышает надежность системы. Аппаратно-программный комплекс организации, контроля и анализа выполнения технологических процессов и обеспечения безопасности работы на крупных станциях на базе цифровых моделей пути, цифровых систем радиосвязи и спутниковой навигации берет на себя функции низших звеньев, что дает возможность перейти к максимальной автоматизации процесса организации и управления движением.

Таким образом, все вышеперечисленное позволяет сделать вывод, что в современной, быстро развивающейся глобальной экономике технологии помогают железным дорогам оставаться актуальными: повышать планку безопасности, поддерживать конкурентные преимущества и минимизировать воздействие на окружающую среду. Ключевыми трендами, которые должны поменять облик

транспорта и логистики в ближайшем будущем, являются автоматизация технологических процессов, искусственный интеллект и цифровизация.

Библиографический список

1. Стратегические направления научно-технического развития ОАО «Российские железные дороги» на период до 2030 г. («Белая книга» ОАО «РЖД»).

2. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2008 г. № 877-р), 2008.

УДК 656.257

ОБЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРЫ ГВЦ

Гордиенко Е.П.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы деятельности Главного вычислительного центра ОАО «РЖД» в области организации техподдержки.

Ключевые слова: безопасность, надежность, информационные технологии, техническое состояние.

Abstract. The article discusses the issues of the activities of the Main Computing Center of JSC "Russian Railways" in the field of technical support organization.

Keywords: security, reliability, information technology, technical condition.

Главный вычислительный центр ОАО «РЖД» (ГВЦ ОАО «РЖД») является филиалом открытого акционерного общества «Российские железные дороги». Главная задача ГВЦ – своевременное информационное обеспечение всех уровней управления ОАО «РЖД» по основным видам деятельности. Информатизация отрасли ведет отсчет своей истории с 9 июля 1958 года, когда по поручению руководства МПС во ВНИИЖТе приказом № 909 была организована первая лаборатория вычислительной техники. За прошедшее с тех пор время создана крупная информационная сеть для обеспечения управления перевозочным процессом на железных дорогах страны.

Первое применение вычислительной техники на железнодорожном транспорте связано с расчетами – инженерными и по эксплуатационной работе. Первые компьютеры, большие, громоздкие, медленнодействующие и дорогие, не были предназначены для интерактивной работы с пользователем и применялись в режиме пакетной обработки. С развитием вычислительной техники появились новые способы организации вычислительного процесса. Стали развиваться интерактивные многотерминальные системы разделения времени, в которых наряду с удаленными соединениями типа «терминал-компьютер» были реализованы и удаленные связи типа «компьютер-компьютер». Появилась возможность перейти к управленческим задачам.

Программа информатизации железнодорожного транспорта под разными названиями постоянно развивается. Сегодня АСУ РЖД состоит из более 600 интегрированных автоматизированных систем и клиентских приложений, она представляет собой распределенную информационную систему по направлениям производственной деятельности компании. Структурой, специализирующейся на предоставлении ИТ-услуг, развитии и обслуживании единой ИТ-инфраструктуры

холдинга Российские железные дороги является Главный вычислительный центр (ГВЦ) – филиал ОАО «РЖД».

Основной целью работы ГВЦ является обеспечение непрерывности и эффективности деятельности предприятий ОАО «РЖД» через предоставление качественных и надежных ИТ-услуг. Основные задачи Главного вычислительного центра ОАО «РЖД»: обеспечение всех уровней управления компании, высококачественная эксплуатация корпоративных информационных и автоматизированных систем, программно-аппаратных комплексов и оборудования сети передачи данных. ГВЦ отвечает за эксплуатацию всех информационных систем автоматизации деятельности компании ОАО «РЖД» и ее дочерних структур, кроме решений мониторинга и управления технологическими процессами класса АСУ ТП, которые непосредственно связаны с работой того или иного оборудования.

В качестве основной задачи ГВЦ и ИВЦ дорог определена организация устойчивой и безотказной работы информационно-вычислительных систем. На Главный вычислительный центр возложены функции контроля за использованием вычислительных ресурсов, средств передачи данных на сети железных дорог, за полнотой и качеством информации в действующих информационных системах и соблюдением в них требований, налагаемых организацией производственного процесса ИВЦ дорог, существующим программно-техническим комплексом и принятым стандартным математическим обеспечением. Это означает, что задачами ГВЦ являются не только обеспечение управления вычислительными ресурсами отрасли и сбор качественной и своевременной информации от линейного уровня до сетевого, но и управление этим процессом, обеспечение достоверности собранной информации и результатов ее обработки. Для этого в ГВЦ разработана принципиально новая схема функций головной организации по эксплуатации технологических информационных систем на железнодорожном транспорте. Основные ИТ-процессы ГВЦ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – ИТ-процессы ГВЦ

Название	Описание
Процесс управления обращениями	Включает в себя все процедуры, связанные с регистрацией и решением обращений пользователей, а также их своевременное информирование о результатах решения вопроса по обращению
Процесс управления инцидентами	Включает в себя регистрацию сбоя, его устранение и анализ причины возникновения, а также своевременное информирование пользователей о времени начала сбоя и времени устранения
Процесс управления изменениями	Включает в себя регистрацию запланированных работ по изменению отраслевого программного обеспечения и КПТС, выполнение этих работ, а также своевременное информирование пользователей о плановых работах

Важнейшей задачей производственной системы ГВЦ является внедрение процессного подхода во все виды деятельности ГВЦ. Это позволит обеспечить получение ожидаемых результатов, решение поставленных задач, прогнозирование устойчивого развития и совершенствования, возможности расчѐта и учета использования текущих и планируемых ресурсов. Производственная система ГВЦ призвана максимизировать продуктивные действия на единицу времени на каждом этапе создания ИТ-услуги путем последовательного исключения потерь в производственных и управленческих процессах. Взаимодействие поставщиков

программного обеспечения, эксплуатирующей ИТ-организации и ОАО «РЖД» в рамках процессного подхода представлено на рис. 1.

Рис. 1 - Взаимодействие поставщиков программного обеспечения, эксплуатирующей ИТ-организации и ОАО «РЖД»

Процесс Управления уровнем услуг направлен на соблюдение требований нормативов производственной и коммерческой деятельности ОАО «РЖД» в части, обеспечиваемой ИТ. Эти нормативы должны быть учтены при заключении Соглашений об уровне услуг. Соглашения об уровне услуг учитывают реальные возможности ГВЦ ОАО «РЖД» по предоставлению услуг требуемого Заказчиками уровня. Для всех Внутренних заказчиков составляются Регламенты предоставления ИТ-услуг. Для всех Внешних заказчиков заключаются Договоры предоставления ИТ-услуг. Все действия (оперативные, тактические и стратегические) ГВЦ ОАО «РЖД» направлены на строгое соблюдение согласованных уровней услуг.

SLA – это формальное соглашение между двумя сторонами, которое призвано дать поставщику услуг и его клиентам единое представление об обслуживании, приоритетах, надежности. Работа службы технической поддержки осуществляется в соответствии с соглашением об уровне обслуживания (SLA). Соглашение SLA на обслуживание оборудования, применяемое в структуре ГВЦ, описывает следующие пункты: инцидент, часы обработки заявок, время реакции на заявку, время оповещения, время разрешения заявки, плановые регламентные работы, срочные работы, регламент предоставления физического доступа к оборудованию, недоступность услуги, отчетный период. SLA регламентирует обработку обращений пользователей, то есть время реакции по обращению и время решения обращения. Все обращения в техническую поддержку регистрируются в тикет-системе, сортируются по типам и встают в очередь на обработку. В соответствии с критичностью проблемы определяется время решения.

Деятельность ОАО «РЖД» невозможна без применения комплексного подхода к управлению надёжностью, рисками, стоимостью жизненного цикла. В качестве основы была использована методология обеспечения безотказности, готовности, ремонтопригодности и безопасности (RAMS) в соответствии с международными стандартами EN 50126 и IEC 62278. Ее применение позволяет снизить стоимость

жизненного цикла объектов инфраструктуры и подвижного состава при обеспечении высокой надёжности и требуемого уровня безопасности перевозочного процесса.

Российскими учёными были разработаны показатели надёжности и безопасности, базирующиеся на оценке объёмов эксплуатационной работы. Создана объектно-элементная модель железнодорожного направления, основанная на специально введённом понятии эталонного элемента.

Таким образом, можно говорить о развитии методологии RAMS и её трансформации в российскую серию стандартов – управление ресурсами, рисками на всех этапах жизненного цикла на основе анализа надёжности (УРРАН) [1].

В рамках проекта УРРАН в компании уже проведена большая работа по анализу требований международных (ISO 31000:2009, IEC/ISO 31010:2009, EN 50126 и др.) и государственных (ГОСТ Р 51897-2011, ГОСТ Р 51901.1-2002 и др.) стандартов в области менеджмента риска и определению их применимости к российскому железнодорожному транспорту. В результате разработаны корпоративные стандарты, направленные на реализацию системы управления рисками в ОАО «РЖД».

Эти стандарты устанавливают комплекс требований и подходов, позволяющих реализовать полнофункциональную и эффективную систему управления рисками. Они гармонизированы с международными и европейскими стандартами в области функциональной безопасности и управления рисками, согласованы с существующими стандартами в области железнодорожного транспорта.

В функции АС УРРАН входят:

- автоматизация первичной обработки статистических данных об отказах технических средств объектов инфраструктуры и подвижного состава железнодорожного транспорта;
- определение количественных значений показателей эксплуатационной надежности и безопасности объектов инфраструктуры;
- количественная оценка производственной деятельности хозяйств инфраструктуры и подвижного состава с учетом отказов и организации технического обслуживания и эксплуатации объектов инфраструктуры.

Система служит также для организации контроля, сопоставления и мотивации деятельности структурных подразделений в рамках хозяйства на основании показателей эксплуатационной надежности и безопасности, оценивания соответствия достигнутых показателей эксплуатационной надежности и безопасности заданным нормам, подготовки расчетных данных для формирования рекомендаций по снижению уровня рисков. На основе оценки рисков с помощью АС УРРАН определяются уязвимые объекты, готовятся проекты планов работ по техническому содержанию инфраструктуры и подвижного состава.

В рамках УРРАН разработан ряд нормативно-методических документов: национальные стандарты, стандарты ОАО «РЖД» и методики. Применение методов управления рисками в составе комплексной методологии УРРАН позволяет контролировать и поэтапно минимизировать риски в порядке их значимости. Система управления рисками служит мощным инструментом, содействующим повышению операционных показателей железнодорожного транспорта.

Эффективность деятельности железных дорог обеспечивается, прежде всего, бесперебойной работой технических средств и объектов инфраструктуры, подвижного состава, обеспечивающих выполнение перевозочного процесса. Количество случаев нарушения их нормальной работы является показателем, характеризующим качество работы технических средств. Комплексная автоматизированная система учета, контроля, устранения отказов технических средств и анализа их надежности (КАСАНТ) разработана для сбора информации об отказах технических средств на

основе данных графиков исполненного движения, используемых в перевозочном процессе. Сочетания различных способов контроля и идентификации обеспечивает требуемую достоверность и полноту исходной информации о подвижном составе. Качественное повышение эффективности информационно-управляющих систем достигается за счет уменьшения влияния «человеческого фактора» и позволяет перейти к прогнозным методам.

Перспективами развития системы КАСАНТ являются следующие направления: разработка подсистемы определения экономического ущерба от отказов технических средств и подсистемы определения показателей надежности по основным видам оборудования. Реализация в рамках КАСАНТ задачи по оценке экономических потерь от отказов позволит определять направления инвестиций в развитие материально-технической базы «РЖД». При этом изменяется и система оценки качества работы соответствующих хозяйств и видов оборудования от количественных показателей (больше или меньше отказов) к качественным (величина экономического ущерба вследствие отказов). Такая оценка является более объективной и приемлемой с экономической точки зрения и позволяет строить отношения между хозяйствами внутри холдинга на основе экономического взаимодействия.

Специалисты ГВЦ активно работают над созданием системы, обеспечивающей взаимодействие всех соприкасающихся приложений и инфосистем как внутри РЖД, так и с внешними партнёрами. Их наличие – необходимое условие перехода на новый технологический уклад, для выхода компании на платформу Индустрии 4.0 и превращения её в глобального логистического оператора, предоставляющего весь спектр услуг в режиме доставки «от двери к двери», выполненный исключительно в цифровом сопровождении. Такой уровень логистики специалисты маркируют как 5PL – самый высокий на сегодня. В соответствии с ним заказчик может заключить договор с РЖД о доставке груза, к примеру, из Калининграда в Благовещенск, просто войдя на специальную страницу сайта компании. И получить свой груз по указанному адресу в Амурской области, не предпринимая дополнительных действий. Все работы по оформлению и обслуживанию груза, его провозку любым необходимым видом транспорта – авиационным, железнодорожным, морским и автомобильным – возьмёт на себя логистический оператор. При этом он самостоятельно будет проводить операции по заказу услуг партнёров в электронном виде. Желательно, чтобы это произошло в автоматическом режиме, когда инфосистемы логиста находят инфосистемы нужных сервисов, размещают в них заказы, проводят платежи, получают данные о нахождении груза. Обеспечить такое взаимодействие должны «платформы связанности». Чтобы осуществить взаимодействие с внешним миром, им надо также связать все платформы РЖД, из которых будут добываться необходимые данные. С точки зрения информационных технологий, эта логистика – система управления общими данными, связанными конкретным заказом. В будущем такое управление должно выйти за пределы России и распространиться по всему миру.

«Российские железные дороги» совместно с компаниями Digital Design и HP внедрили единую службу поддержки пользователей (ЕСПП) – решение класса Service Desk на платформе HP Service Manager. Для пользователей организовано «единое окно», через которое они могут направлять все свои обращения в ГВЦ и ИВЦ [2].

Итак, деятельность ГВЦ и ИВЦ перестроена таким образом, чтобы эксплуатация ИТ не замыкалась на ключевых специалистах, не осуществлялась не в режиме «ручного управления», а действовала в режиме конвейера.

Регламенты предоставления ИТ-услуг (SLA) закрепляют права и обязанности сторон, связанные с предоставлением и потреблением ИТ-услуг. Следовательно,

осуществляется переход от «директивной» деятельности ИТ к работе с бизнесом на основе взаимных договорённостей.

Для оптимизации деятельности ИТ за счет учета, контроля и анализа выполняемых работ, последующего принятия управленческих решений на основе проведенного анализа применяется единая система поддержки пользователей.

Библиографический список

1. Замышляев, А.М. Прикладные информационные системы управления надежностью, безопасностью, рисками и ресурсами на железнодорожном транспорте. – Ульяновск: Областная типография «Печатный двор», 2013. – 143 с.

2. Функциональная стратегия управления качеством в ОАО «РЖД» (утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 15 января 2007 г. № 46р). М.: ОАО «РЖД», 2007.

УДК 004.421.2

АНАЛИЗ ПРИЧИН ИСКАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ХОЗЯЙСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

Горелик А.В.[1], Шерстюков О.С.[2]

[1]ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта» (МИИТ)

[2]Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье представлены результаты PEST-анализа значимых факторов и причин ошибок и искажений достоверности информации в автоматизированных информационных системах хозяйства автоматики и телемеханики. Проведенный PEST-анализ позволил определить основные угрозы внутренней среды и оценить их с точки зрения важности и степени влияния на развитие в области технического внедрения информационных технологий в хозяйстве железнодорожной автоматики и телемеханики.

Ключевые слова: железнодорожная автоматика и телемеханика, информационные системы, достоверность информации, PEST-анализ.

Abstract. The article presents the results of PEST analysis of significant factors and causes of errors and distortions of information reliability in automated information systems of automation and telemechanics. The PEST analysis made it possible to identify the main threats to the internal environment and evaluate them from the point of view of the importance and degree of influence on the development in the field of technical implementation of information technologies in the economy of railway automation and telemechanics.

Keywords: railway automation and telemechanics, information systems, reliability of information, PEST analysis.

В автоматизированных информационных системах хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «Российские железные дороги» существует проблема достоверного представления информации о работе различных объектов инфраструктуры и технических средств.

Для оценки причин ошибок и искажений достоверности информации в автоматизированных информационных системах хозяйства автоматики и телемеханики целесообразно провести научно обоснованный анализ степени влияния различных

факторов на процессы эксплуатации этих систем, внедрения информационных технологий в хозяйстве железнодорожной автоматики и телемеханики.

С целью получения данных о влиянии различных значимых факторов на процесс информатизации использована методика PEST-анализа (таблица 1), результаты которого сведены в таблицу 2. Данный инструмент довольно часто применяется для планирования развития организаций, отдельных подразделений либо инвестиционных проектов [1].

Таблица 1 – PEST-анализ причин ошибок и искажений достоверности информации в автоматизированных системах

факторы PEST		влияние фактора					средне	изменение фактора					средне	среднее значение
Факторы причин ошибок и искажений достоверности информации в автоматизированных системах														
1	Скрытие инцидента	2	3	2	2	2	2,2	0	1	0	1	1	0,6	1,3
2	Ошибка систем диагностирования	3	3	4	3	4	3,4	1	2	1	1	1	1,2	4,1
3	Несоответствие данных в смежных автоматизированных системах	3	2	3	2	3	2,6	1	1	1	1	1	1,0	2,6
4	Неважность информации	4	4	4	4	4	4,0	1	2	1	1	1	1,2	4,8
5	Нехватка времени для полноценного оценивания инцидента	4	3	4	3	4	3,6	1	2	1	1	2	1,4	5,1
6	Недостаточная квалификация технологического штата	5	5	5	4	4	4,6	1	2	1	1	1	1,2	5,5
7	Сбои в программной части систем	2	2	2	2	2	2,0	0	1	0	0	0	0,2	0,4

Таблица 2 – Результат PEST-анализа факторов причин ошибок и искажений достоверности информации в автоматизированных системах

факторы PEST	среднее значение	возможные действия
скрытие инцидента	1,3	- доведение до сотрудников мер ответственности за совершаемые действия; - внедрение в автоматизированные информационные системы методов обработки информации, исключающих скрытие инцидента
ошибка систем диагностирования	4,1	- повышение уровня материального обеспечения систем технической диагностики и мониторинга; - своевременное обновление технических средств диагностики; - повышение уровня технологии обслуживания систем диагностики

факторы PEST	среднее значение	возможные действия
несоответствие данных в смежных автоматизированных системах	2,6	- своевременное заполнение и обновление баз данных в смежных автоматизированных системах
неважность информации	4,8	- утверждение номенклатуры информации, которую необходимо относить к инцидентам, для исключения недостоверности данных
нехватка времени для полноценного оценивания инцидента	5,1	- увеличение численности штата технологов для возможности подробного разбора инцидентов
недостаточная квалификация технологического штата	5,5	- повышение уровня образования специалистов; - систематическая проверка компетенций в структурных подразделениях
Сбои в программной части систем	0,4	- совершенствование программных продуктов для автоматизированных информационных систем хозяйства автоматики и телемеханики

Проведенная методика PEST-анализа состоит в выделении основных факторов причин ошибок и искажений достоверности информации в автоматизированных системах (PEST-факторов) и выполнении экспертной оценки степени их влияния на правильность предоставляемых данных.

В качестве экспертов при проведении PEST-анализа выступали руководители структурных подразделений и специалисты хозяйства автоматики и телемеханики одной из железных дорог Российской Федерации.

Экспертная оценка степени влияния каждого фактора выполняется по алгоритму, в котором:

1) влияние каждого фактора оценивается по пятибалльной шкале, где 1 – минимальное влияние, 5 – максимальное влияние фактора;

2) вероятность изменения каждого фактора оценивается по трехбалльной шкале, где 0 – в будущем фактор перестанет существовать, 1 – фактор не изменится в ближайшее время, 2 – фактор усилится в ближайшее время.

Далее для каждого фактора определяется среднее значение его влияния и изменения. Путем перемножения полученных значений определяется средневзвешенное значение по каждому фактору с учетом прогноза изменений. После ранжирования факторов PEST-анализа по убыванию средневзвешенных значений выделяются основные причины ошибок и искажений достоверности информации в автоматизированных системах.

К внутренней среде в области информационных систем и технологий хозяйства железнодорожной автоматики и телемеханики относится часть внутренней среды, которая находится в ее пределах. Она оказывает постоянное и непосредственное воздействие на функционирование автоматизированных информационных систем. Внутренняя среда имеет несколько срезов, состояние которых в совокупности определяет тот потенциал и те возможности, которыми располагает система.

Анализ внутренней среды информационных систем – это очень важный для выработки концептуальных подходов и очень сложный процесс, требующий внимательного отслеживания происходящих в среде процессов, оценки факторов и

установления связи между факторами, которые заключены во внутренней среде. Изучение внутренней среды направлено на определение того, какими сильными и слабыми сторонами обладает система диагностирования и мониторинга.

Анализ внутренней среды ОАО «РЖД» в области информационных систем и технологий в хозяйстве железнодорожной автоматики и телемеханики проведен с помощью метода составления профиля внутренней среды. Этот метод состоит в следующем: в таблицу профиля среды разнесены отдельные факторы среды. Каждому из факторов экспертным путем дается оценка:

– важности для ОАО «РЖД»: 3 – большая, 2 – умеренная, 1 – слабая;

– влияния на рассматриваемую область: 3 – сильное, 2 – умеренное, 1 – слабое, 0 – отсутствие влияния;

– вектора влияния: +1 – позитивный, -1 – негативный.

Далее все три экспертных оценки перемножаются и получается интегральная оценка, показывающая степень важности фактора для рассматриваемой системы. По этой оценке, можно сделать выводы, какие из факторов внутренней среды имеют большее значение для ОАО «РЖД» (применительно к рассматриваемой области) и, следовательно, заслуживают самого серьезного внимания, а какие факторы заслуживают меньшего внимания.

В проведенном анализе в качестве факторов, по которым определяется внутренняя среда ОАО «РЖД» в области информационных технологий в хозяйстве железнодорожной автоматики и телемеханики приняты и проанализированы в профиле среды факторы причин ошибок и искажений достоверности информации в автоматизированных системах (таблица 3).

Таблица 3 - Профиль внутренней среды ОАО «РЖД» в области информационных технологий в хозяйстве железнодорожной автоматики и телемеханики

№ п/п	Фактор среды	важность для компании	влияние на рассматриваемую область	вектор влияния	степень важности
1.	Скрытие инцидента	3	1	-1	-3
2.	Ошибка систем диагностирования	3	2	-1	-6
3.	Несоответствие данных в смежных автоматизированных системах	3	2	-1	-6
4.	Неважность информации	3	3	-1	-9
5.	Нехватка времени для полноценного оценивания инцидента	3	2	-1	-6
6.	Недостаточная квалификация технологического штата	3	3	-1	-9
7.	Сбои в программной части систем	3	1	-1	-3

В результате проведенного анализа установлено, что основной причиной наличия недостоверной информации в автоматизированных системах хозяйства

автоматики и телемеханики является существенное отставание квалификации персонала и организации производственных процессов хозяйства от развития информационных технологий и цифровой трансформации отрасли. Для качественной работы со средствами информатизации не хватает необходимых компетенций, не выделяется требуемое рабочее время.

Библиографический список

1. Концепция развития и реформирования подходов в области диагностирования и мониторинга физических активов ОАО «РЖД», шифр 8.138, НПК. М.: НИИАС, 2022. – 141 с.

УДК 669.01(075)

МОРФОЛОГИЯ ТРЕЩИН В ТОЛСТОСЛОЙНОМ ПОКРЫТИИ, ПОЛУЧЕННОМ ГАЛЬВАНО-МЕХАНИЧЕСКИМ ОСТАЛИВАНИЕМ

Горожанкина О.В.[1], Лукин А.А.[2], Юрьева В.А.[1]

[1]Воронежский государственный технический университет

[2]Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема морфологии трещин в толстослойном покрытии, полученном гальвано-механическим осталиванием. Установлено, что электролитические покрытия металлами и сплавами, получаемые в условиях механической активации, отличаются комплексом ценных свойств – повышенной микротвердостью, устойчивостью к износу и коррозии.

Ключевые слова: трещины, гальвано-механическое осталивание, микротвердость, износ, коррозия.

Abstract. This article deals with the problem of crack morphology in the thick-layer coating obtained by electroplating. It has been established that electrolytic coatings with metals and alloys obtained in conditions of mechanical activation have a complex of valuable properties - increased microhardness, resistance to wear and corrosion.

Keywords: cracks, electroplating, microhardness, wear, corrosion.

Гальванические железные покрытия в течении многих лет успешно применяются в ремонтном производстве для восстановления изношенных деталей и повышения коррозионной стойкости. Варьируя состав электролита и технологические режимы, можно получать покрытия различного назначения: от мягких и вязких до хрупких и твердых [1-4]. Часто авторы дают описание только технологических режимов и свойств. Для нанесения покрытий с оптимальными функциональными характеристиками необходимо иметь четкие и по возможности полные представления о структуре покрытий, которые формируются задаваемыми условиями осаждения и в конечном счете определяют свойства получаемых покрытий.

В данной работе изучалась трещиноватая структура двух образцов с толстослойным покрытием, полученным методом гальвано-механического осталивания по различным технологическим режимам.

Полученные гальвано-механическим способом толстослойные покрытия имеют трещины (или поры) как связанные, так и несвязанные между собой. Это видно на фотографиях структуры, полученных с радиального и поперечного радиальному срезов покрытия (рис. 1, 2).

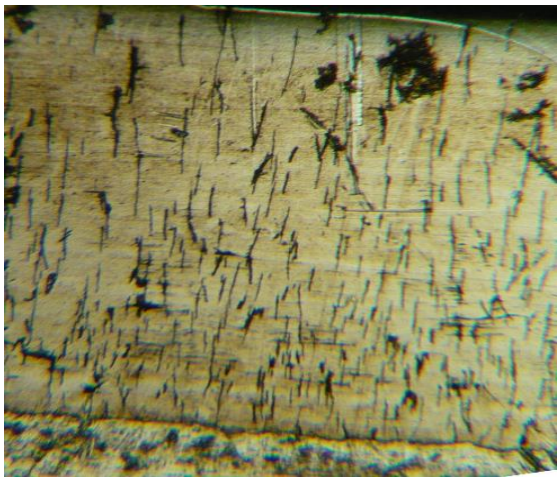


Рис. 1 - Радиальный срез, х 200

Рис. 2 - Срез, противоположный радиальному, х 200

Такие дефекты относятся к макроскопическим.

Однако, как видно на рис. 3, прослеживается:

1) четкая линейная зависимость расстояния между трещинами по глубине покрытия: у подложки расстояние между трещинами наименьшее, ближе к поверхности – наибольшее (синий график);

2) длина трещин меняется: у подложки длина наименьшая, у края – наибольшая (красный график);

3) ширина трещин практически не меняется по глубине покрытия.

1 – область, прилегающая к подложке

2 – область середины

3 – область края образца

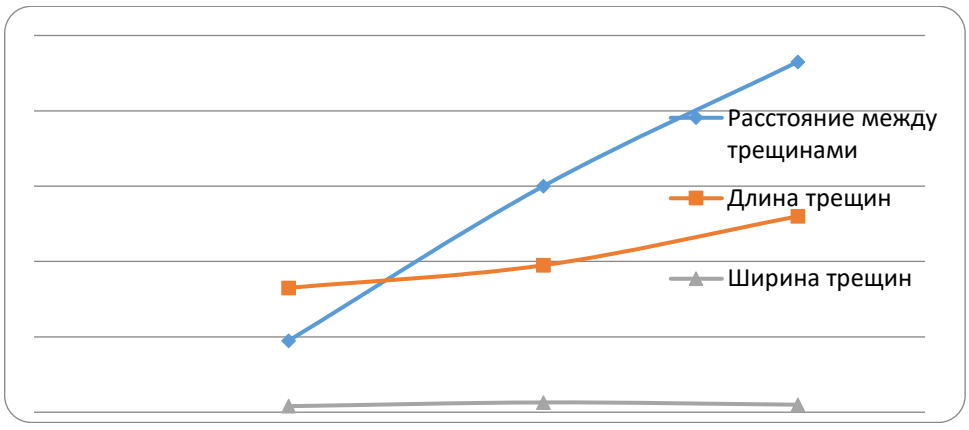


Рис. 3 - Зависимость размера трещин от области расположения

Удаление водорода из кристаллической решетки таких металлов, как хром, железо, никель, марганец приводит к уменьшению объема осадков и появлению в них значительных внутренних напряжений растяжения [5-8]. В тех случаях, когда напряжения превышают предел прочности материала, возникают трещины. К аналогичным явлениям приводит распад метастабильных гидридных фаз, возникающих на катоде в процессе электролиза.

Характер трещиноватости зависит, главным образом, от структурных особенностей осадков, а также от наличия в них неметаллических включений (частиц гидроокисей, ПАВ, продуктов их распада). При соосаждении с металлом примесных веществ трещины обычно возникают в местах скопления включений. Последние располагаются преимущественно по границам зерен. Это приводит к ослаблению связи между зернами и, к интеркристаллитному растрескиванию осадка.

Трещины, возникающие в гальванопокрытиях, исключительно разнообразны по форме, величине и расположению в объеме осадка [9-11]. Например, для крупнокристаллических осадков хрома и железа, полученных в условиях малого перенапряжения катода и имеющих сравнительно низкое значение величины микротвердости, характерно наличие одиночных сквозных трещин, пронизывающих всю толщу покрытия. С ростом потенциала катода, наряду с измельчением структуры и увеличением микротвердости осадков, изменяется характер трещиноватости: появляются суставчатые трещины, которые затем сменяются канальчатыми. При этом плотность трещин в осадке возрастает, а их длина уменьшается.

Включение в покрытия ПАВ и гидроокисей, осаждаемых металлов, вызывает развитие слоистой структуры осадков и появление в них продольных и волосовидных трещин [12]. При разложении гидридных фаз, например, гидрида никеля с ГЦК решеткой, возможно даже появление микротрещин спирального характера.

В тех случаях, когда покрытия перед эксплуатацией подвергаются отжигу, наблюдается образование новых пор в результате разложения примесных веществ, в частности, гидроокисей, включаемых в осадки.

Исследовалась поверхность полученного толстослойного покрытия. На рис. 4 приведена микроструктура продольного среза толстослойного покрытия. Как видно, структура трещиноватая, что объясняется наличием внутренних напряжений.

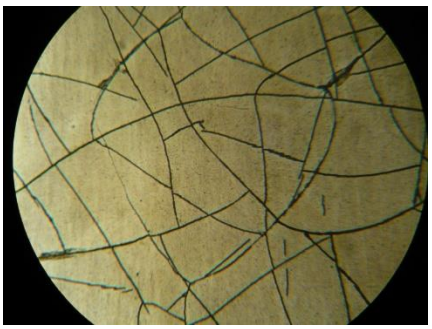


Рис. 4. Микроструктура продольного среза покрытия, х200

Электролитические покрытия металлами и сплавами, получаемые в условиях механической активации, отличаются комплексом ценных свойств – повышенной микротвердостью, устойчивостью к износу и коррозии; их нанесение протекает с повышенной, по сравнению с обычными гальванопокрытиями, скоростью и позволяет сократить число технологических операций, в том числе экологически небезопасных на стадиях подготовки поверхности и дополнительной отделки.

Библиографический список

1. Плешка, Е.Д, Исследование и разработка технологии восстановления автотракторных деталей железнением в метилсульфатно-хлористом электролите / Авторефер. дис...канд. техн. наук. Кишинев, СХИ. 1979. 14 с.

2. Плешка, Е.Д. Эффективность восстановления деталей в электролите повышенной стабильности // Межвуз. сб. научных статей «Прогрессивные способы

восстановления изношенных деталей машин». Кишинев, СХИ, 1983.

3. Рекомендации по выполнению технологического процесса восстановления деталей типа «ось», «вал» электрическим железнением. М.: ГОСНИТИ, 1985.

4. Сидельникова, С. П. Исследование процесса электрохимического осаждения железа из метилсульфатных электролитов / Автореф. дис.. канд. хим. наук. Кишинев, 1974. 20 с.

5. Толчеев, А. В. Разработка технологии и установки для толстослойного восстановления деталей осталиванием / Автореф. дис. канд. техн.. наук. Воронеж, 2008. 25 с.

6. Копылов, Ю.Р. Применение гальвано-механического осталивания для ремонта крупногабаритных коленчатых валов. «Перспективные технологии и технические средства в АПК». Труды конфер. МичГАУ. 2007. С. 37-41

7. Fiser, H. Elektrolitische Abscheidung und Elekrokistallisation von Metallen. Berlin. Springer - Verlag.1954.

8. Антропов, Л.И. Теоретическая электрохимия. М.: Высшая школа, 1984. 512 с.

9. Скорчеляети, В.В. Теоретическая электрохимия. Л.: Химия, 1970. 608 с.

10. Лошкарев, Ю. М. Катодный процесс при электролизе растворов хлористого марганца // Гидрометаллургия хлоридов. Сб.ст. Киев, 1964.

11. Лошкарев, Ю.М., Дьяченко, Т.Ф. Теория и практика блестящих покрытий. Вильнюс, 1963. 263 с.

12. Ковенский, И.М., Поветкин, В.В. Металловедение покрытий: Учебник для вузов. - М.: «СП Интермет Инжиниринг», 1999.

УДК 372.8: 94

УЧРЕЖДЕНИЕ ПАТРИАРШЕСТВА КАК ЛОГИЧЕСКОЕ ЗАВЕРШЕНИЕ ОБРЕТЕНИЯ АВТОКЕФАЛИИ РУССКОЙ ПРАВОСЛАВНОЙ ЦЕРКОВЬЮ

Гостева С.Р.[1], Меганов С.А.[2]
[1]Филиал РГУПС в г. Воронеж
[2]ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Аннотация. Статья посвящена важнейшему событию в истории Русской Православной Церкви – учреждению патриаршества. Автор рассматривает развитие вселенской христианской церковной организации, указывает на причины её раскола на православное и католическое течения, на специфику организационного устройства православных церквей. Освещена проблема утверждения за Русской митрополией статуса автокефальной церкви. В статье проанализированы причины и рассмотрен процесс учреждения Московского патриархата, показана роль государства в этом процессе.

Ключевые слова: автокефалия, римско-католическая, греко-православная, патриархат, Флорентийская уния, Годунов, митрополит, патриарх, Иов, Русская Православная Церковь, митрополия, католицизм.

Abstract. The article is devoted to the most important event in the history of the Russian Orthodox Church - the establishment of the patriarchate. The author examines the development of the universal Christian church organization, points out the reasons for its split into Orthodox and Catholic currents, the specifics of the organizational structure of the Orthodox churches. The problem of the Russian Metropolitan Church's assertion of its

autocephalous status is highlighted. The article analyzes the reasons and considers the process of foundation of Moscow patriarchate, shows the role of the state in this process.

Keywords: autocephaly, Roman Catholic, Greek Orthodox, patriarchate, Florence Unia, Godunov, metropolitan, patriarch, Job, Russian Orthodox Church, metropolis, Catholicism.

26 января 1589 года в Успенском соборе Московского Кремля было провозглашено учреждение патриаршества в Русской Православной Церкви. Для понимания значения этого события необходимо уяснить основополагающие принципы вселенской церковной организации и взаимоотношения поместных, т.е. региональных, церквей.

С момента возникновения христианства до 1054 года христианское сообщество, существовавшее на пространстве бывшей Римской империи, наследниками которой считали себя Восточно-Римская (Византийская), с одной стороны, и империя Карла Великого, а позже – Священная Римская Империя, с другой, формально являлось единой Вселенской христианской Церковью. Однако в административном плане эта «мировая» церковь, что естественно, подразделялась на юридически самостоятельные автокефальные («самоглавные») церкви. Таковых к XI веку было шесть: Иерусалимская, Антиохийская, Александрийская, Константинопольская и Римская [4]. Все они возглавлялись иерархами, имевшими сан епископов, но носящих при этом ещё и почетный титул патриарха (первые пять), либо папы (Римская). Впрочем, патриарх Александрийской церкви носил и продолжает носить двойной титул: папа-патриарх. Догматика, т.е. основные положения вероучения, в целом были идентичны, но в западной (Римской) церкви уже с VI века начал утверждаться тезис о том, что Бог-Дух Святой исходит от Бога-Отца и Бога-Сына, тогда как восточные церкви считали, что только от Бога-Отца. Обряды на востоке и на западе отличались весьма существенно, поскольку в восточных церквах доминировала греческая культурная традиция, в западной, соответственно, римская.

К VIII веку территории всех восточных церквей, кроме Константинопольской, в результате арабских завоеваний вошли в состав мусульманского государства – халифата. Это позволило константинопольскому патриарху рассматривать себя как «первого среди равных» восточных патриархов. Римский же папа оставался верховным церковным главой всей западной и центральной Европы. В IX веке между Константинопольским патриархатом и Римской церковью началась борьба за обращение в христианство народов северной и восточной Европы, остававшихся до сих пор языческими. Речь, в первую очередь, шла о получении доходов от новообращённых земель. Как известно, сербы, болгары и Русь приняли крещение от Константинополя, поляки, чехи, позже скандинавы – от Рима. Однако в ходе этой борьбы в качестве обоснований своих прав на новые территории и папа, и патриарх использовали догматические разногласия насчёт исхождения Святого Духа, отстаивая правильность «своей» трактовки данного богословского вопроса. К 1054 году противоречия так накалились, что тогдашний папа и патриарх предали друг друга проклятию и отлучили от церкви. С этого момента Рим, с одной стороны, восточные церкви во главе с Константинопольским патриархатом – с другой, стали рассматривать противную сторону как еретиков, то есть отступников от истинной веры. Себя же трактовали как носителей «истинной» веры. Это означало, что христианский мир окончательно раскололся на греко-православную и римско-католическую части. Дальнейшая история взаимоотношений православного и католического миров представляет собой сплошную цепь противостояния, периодически выливающихся в ожесточённые войны под религиозными лозунгами.

В 30-е годы XV века, когда Византийской империи, точнее тому, что от неё осталось – округу Константинополя – угрожало окончательное завоевание турками-османами, Константинопольский патриархат обратился за помощью к папскому престолу. Византийцы надеялись, что Рим организует новый «крестовый поход» - теперь против мусульман-турок. Для этой цели в 1438 году в городе Феррара был собран церковный собор, на который съехались православные и католические иерархи. На соборе, перебравшемся в 1439 году в город Флоренция, было заключено соглашение, вошедшее в историю как Флорентийская уния: папа обязался организовать общеевропейский поход на турок, а патриарх Константинополя и подчинённые ему иерархи признавали папу главой всего христианского мира. Формально это трактовалось как восстановление «вселенского церковного единства» [2].

Русская церковь после крещения Руси князем Владимиром в 988 году представляла собой митрополию, то есть структурное подразделение Константинопольского патриархата. Русских митрополитов, глав митрополии, назначал («поставлял») патриарх из Константинополя. Конечно, после татаро-монгольского нашествия зависимость русской митрополии от Константинополя значительно уменьшилась, однако формально главой русской церкви считался патриарх Константинопольский.

Центром русской митрополии изначально был Киев, но в начале XIV столетия митрополит перенёс свою резиденцию из разорённой Батыем, и так и не восстановившей былой мощи и влияния столицы Древней Руси в центр Северо-Восточной Руси, в город Владимир. Но и столица Владимиро-Суздальского княжества к этому времени утратила своё значение. В начавшемся процессе «собирания» русских земель, то есть формировании централизованного государства, всё большую роль начинала играть Москва. Вот почему митрополит Пётр, кстати, уроженец Волыни, частенько бывал в Москве, а его преемник Феогност перенёс в Москву из Владимира резиденцию русского митрополита: отныне церковным центром Руси стала Москва [1]. Соперник Москвы, Великое княжество Литовское, объединившее к середине XIV века вокруг себя практически все территории бывшей Киевской Руси, кроме северо-восточных земель и владений Новгорода, неоднократно пыталось, как правило за взятки, добиться у патриарха восстановления митрополии с центром в Киеве. Такие попытки имели место и в XIV, и в XV веках. Иногда они удавались, и на русских землях возникало сразу две митрополии – в Киеве и в Москве (формально – во Владимире). Однако такое положение продолжалось недолго. Большую часть рассматриваемого периода вся церковная власть концентрировалась в Москве, что давало возможность московским князьям оказывать идеологическое влияние на население всех русских земель.

Русский митрополит Исидор, грек по происхождению, присутствовал на Ферраро-Флорентийском соборе. При этом он активно поддержал идею унии. От имени русской митрополии он присоединился к ней. Однако по возвращению в Москву по прямому указанию Великого князя Московского Василия II, позже получившего прозвище Тёмный, он был отстранён от митрополии. Поместный собор русской церкви в 1448 году избрал митрополитом ставленника великого князя Иону. Тот объявил, что греческая (т.е. Константинопольская) церковь «испохабилась», пошла на сговор с еретиками-католиками, а, следовательно, «настоящее», «чистое» христианство осталось только на Руси. Когда в 1453 году турки взяли штурмом Константинополь (папа, несмотря на унию, не смог оказать византийцам никакой реальной помощи), было объявлено, что «греческая церковь» понесла «заслуженную кару Божию» за отступничество и примирение с католиками, фактический переход под высшую юрисдикцию папы. «Настоящая» христианская церковь, т.е. русская, была объявлена

отныне полностью самостоятельной, автокефальной. Провозглашение автокефалии по церковным канонам не может осуществляться самостоятельно, «по собственному желанию». Необходимо, чтобы патриархат, под началом которого находится та или иная митрополия, «даровал» автокефалию. Иначе говоря – признал митрополию автокефальной церковью. Отсюда следует, что, с точки зрения Константинопольского патриархата, провозглашение автокефалии Русской (т.е. Московской) митрополии было незаконным. По церковной терминологии – «неканоническим». Тут же была провозглашена (возрождённая) митрополия с центром в Киеве, как альтернатива московской.

Однако православная «самопровозглашённая» автокефальная церковь на территории формирующегося Российского государства продолжала существовать, развиваться, и, что немаловажно, при поддержке государства, обретать материальную собственность, говоря проще – богатеть. В первой четверти XVI века Русская (Московская) митрополия, несмотря на внутренние споры о том, возможно ли церкви владеть движимым и недвижимым имуществом (известным как борьба «осифлян» и «нестяжателей») стала самой состоятельной православной церковной организацией, превышающей по своим материальным возможностям все существовавшие на то время автокефальные православные церкви. Понятно, что представители находящегося под властью турок Константинопольского патриархата, разочаровавшегося в унии 1449 года и, в конце концов, отказавшиеся от неё, зачастили в Москву с просьбами о «поминках», т.е. о финансовой поддержке. Такие поездки стали ко второй половине XVI века регулярными. Московская митрополия, ставшая фактически самостоятельной автокефальной православной церковью, всегда оказывала моральную поддержку и, что главное, финансовую помощь Константинопольской патриархии. Так в 1588 году Константинопольский патриарх Иеремия II прибыл в Москву «за милостынею», т.е. за финансовой поддержкой Константинопольскому патриархату.

В Российском государстве, пережившем к этому времени долгое, наполненное событиями и вызывающее противоречивую оценку историков правление Ивана Грозного, царствовал его слабоумный сын Фёдор. Реальным правителем страны был «царский шурин» (брат жены царя) Борис Годунов, сумевший отстранить от власти конкурентов – бояр Шуйских, Мстиславских и Романовых. Годунов, тогда ещё, видимо, не мечтавший о восхождении на царский престол, но желавший остаться фактическим руководителем внутри- и внешнеполитической жизни страны, хотел не только заручиться поддержкой русского духовенства, но и официально, в глазах всего «христианского мира» повысить статус Московской митрополии.

По прибытии в Москву патриарх Иеремия II фактически был арестован. От него требовалось «установление патриаршества» в Москве. Условия «ареста» были не только сносными, но для патриарха весьма удобными: в распоряжение «патриаршего посольства» предоставлялись роскошные «палаты» в московском Кремле. Патриарху ежедневно предоставлялось десять блюд, три кружки хмельного мёда – «боярского», вишнёвого и малинового, ведро «паточного» мёда и полведра кваса. Однако общение с «посторонними лицами» не допускалось.

Среди сопровождавших патриарха лиц были архиепископ Арсений Элассонский и митрополит Монемвасийский Дорофей. Первый, имевший связи с Годуновым, всячески поддерживал идею установления патриаршества на Руси и оказывал воздействие на Иеремию. Второй, напротив, опасался относительно «каноничности» (т.е. законности, с церковной точки зрения) данного акта. В лице Арсения московские власти получили активного союзника, под влиянием которого Иеремия II, после пребывания в течение года в России, наконец, согласился на учреждение патриархата в Москве. Следует отметить, что он сам был бы не против возглавить Московский

патриархат, т.е. перенести резиденцию «вселенского патриарха» из Константинополя, вот уже более, чем сто лет превратившегося в мусульманский Стамбул, в Москву. Однако правительство Бориса Годунова намеревалось учредить патриархат во главе с русским по национальности патриархом, не связанный с Константинополем. Кандидатом на патриарший престол был сподвижник Годунова митрополит Иов.

После длительной мягкой, но упорной «психологической обработки» Иеремия II 26 января 1589 года в Успенском соборе Московского Кремля провозгласил митрополита Иова патриархом Московским и «всея Руси» [3]. С этого момента Русская Православная Церковь получила официальное признание своей более, чем сто лет фактически существовавшей автокефалии.

Несмотря на последующие перипетии в историческом развитии, институт Московского Патриархата остаётся до сего дня единственным каноническим (законным с церковной точки зрения) органом, представляющим православное христианство как в России, так и в мире.

Библиографический список

1. Никольский Н.М. История русской церкви. М., 1983.
2. Скрынников Р.Г. Государство и церковь на Руси. XIV – XVI вв. М., 1991.
3. Скрынников Р.Г. Борис Годунов. М., 2003.
4. Токарев С.А. Религия в истории народов мира. М., 2004.

УДК 656.211.5

РАЗВИТИЕ СЕРВИСА В ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗКАХ

Журавлева И.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Широкий круг задач транспортного сервиса требует постоянной научной и инженерной проработки, совершенствования действующих и вновь создаваемых методов, систем, технологий и техники в пассажирских перевозках. Это позволит поднять пассажирские перевозки на более высокий уровень развития по сравнению с конкурентами и снизить себестоимость своей продукции.

Ключевые слова: качество, транспортная услуга, сервис, пассажирские перевозки, сегмент пассажиропотока.

Abstract. A wide range of transport service tasks requires constant scientific and engineering study, improvement of existing and newly created methods, systems, technologies and equipment in passenger transportation. This will raise passenger transportation to a higher level of development compared to competitors and reduce the cost of their products.

Keywords: quality, transport service, service, passenger transportation, passenger traffic segment.

Качество транспортной услуги – это совокупность свойств и признаков, характеризующих назначение, особенности, полезность и способность удовлетворять определенные потребности пользователей в перемещении. Однако сервис в пассажирских перевозках рассматривается не как деятельность, добавляющая потребительскую стоимость основной услуги – перевозки, а как система обеспечения,

позволяющая улучшить условия перемещения пассажиров на железнодорожном транспорте, повысить его конкурентоспособность на транспортном рынке.

Ежедневно тысячи людей совершают поездки в дальнем, местном и пригородном сообщении, которые требуют регулярного и качественного обслуживания. Комплекс услуг, предоставляемых компанией пассажирам, с одной стороны, создает благоприятные условия и предпосылки для труда, бизнеса, отдыха, учебы, лечения и так далее, что, в конечном счете, влияет на производительность труда работников, занятых в различных отраслях народного хозяйства, повышает их культурный уровень и качество жизни населения. С другой стороны, увеличивая набор услуг, оказываемых населению, железнодорожный транспорт повышает свою доходность за счет привлечения дополнительных клиентов и оказания им сервисных услуг [1; 3].

Особенность российских железнодорожных маршрутов – это их существенная продолжительность. На некоторых направлениях поездка на поезде может длиться более недели. В связи с этим задачей перевозчиков является создание комфортных условий для путешествия, чтобы оно не казалось пассажиру слишком утомительным. Конечно, во многом обслуживание на железнодорожном транспорте Российской Федерации уступает сервису западноевропейских железнодорожных компаний, однако в последнее время в этом направлении достигнуты определенные успехи. В частности, повышаются требования к обслуживающему персоналу; идет процесс модернизации подвижного состава; расширяется ассортимент услуг, предоставляемых пассажирам; внедряются новые технологии в обеспечении бронирования и приобретения билетов, а также в области предоставления информации; происходит обновление вокзалов.

Развитие сервиса в пассажирских перевозках в перспективе становится основой для привлечения пользователей железнодорожного транспорта и повышения рентабельности перевозок независимо от форм собственности и характера функционирования пассажирских компаний, сети сервис-центров. Оказываемые услуги воздействуют на конечный результат: величину доходов и рентабельность работы транспортных компаний, организаций.

В пассажирских перевозках социально-культурный сервис - это организованная система обслуживания, позволяющая пассажиру выбрать для себя наиболее выгодный вариант потребления предоставляемых товаров и услуг по транспортному обслуживанию с целью создания комфортных условий совершения поездки [2]. Для обеспечения высокого сервиса в перевозках пассажиров необходимы соответствующее техническое оснащение и инфраструктура. Без комфортабельных современных вагонов, без соответствующего технического и технологического сервиса немыслимо конкурентное с другими видами транспорта сервисное обслуживание населения на железнодорожном транспорте. Основная роль в сервисном обслуживании пассажиров при перевозках возлагается на пассажирские компании и сервис-центры.

Сервис в пассажирских перевозках рассматривается не как деятельность, добавляющая потребительскую стоимость основной услуги - перевозки, а как система обеспечения, позволяющая улучшить условия перемещения пассажиров на железнодорожном транспорте, повысить его конкурентоспособность на транспортном рынке.

Уровень спроса на транспортные услуги определяется, прежде всего, качеством сервиса. Для получения необходимого эффекта требуется решение комплекса задач по повышению уровня транспортных услуг, предоставляемых пассажирам.

Транспортная услуга – результат деятельности исполнителя транспортной услуги по удовлетворению потребностей пассажира. Качество транспортных услуг определяется скоростью, временем и надежностью доставки точно в срок, степенью

безопасности, сохранности грузов и пассажиров, тарифной стоимостью, наличием большого количества сопутствующих услуг и т.д. [5].

Сервис на транспорте – это высококачественное обслуживание пассажиров, грузоотправителей, грузополучателей, включая обеспечение перевозок, предоставление комплексных услуг и выполнение дополнительных работ. В сервисном обслуживании может быть задействовано до 25% от основного персонала, обеспечивающего перевозку. Это хорошая база для обеспечения активной роли женщин и молодежи и повышения уровня их жизни. По оценкам зарубежных специалистов, один вложенный доллар в сервисное обслуживание дает в два и более раз прибыли больше, чем промышленность.

Сервисным услугам, как и другим видам услуг, присущи специфические черты:

- в сфере сервиса большая доля ручного труда, качество которого зависит от квалификации персонала;
- исполнитель услуги не является собственником ее результата;
- услуги не сохраняемы, их нельзя накапливать;
- процесс предоставления и потребления услуги часто бывает одновременным;
- услуга предоставляет собой сочетание процесса ее оказания и результата;
- объект предоставления услуги (потребитель) часто является участником процесса ее оказания;
- услуги делятся на материальные и нематериальные в зависимости от объекта.

Перевозка в настоящее время является основным звеном в повышении прибыли на железнодорожном транспорте, а сервисные услуги до и после поездки должны «поддерживать», «подкреплять» безубыточную работу, создавая более благоприятные условия перемещения пассажиров, принося перевозчику дополнительную прибыль [4; 6].

Существует ряд общепринятых норм и принципов сервисного обслуживания, которые должны учитываться и соблюдаться пассажирскими компаниями и сервис-центрами, а именно:

- обязательность предложения населению и выполнения комплекса услуг (т.е., с одной стороны, пассажиры должны быть информированы о сервисных услугах, оказываемых на вокзалах, и в вагонах в пути следования; с другой - пассажирские компании, сервис-центры и их сервисные структуры должны принимать только те обязательства по договорам, выполнение которых могут гарантировать, а принятый заказ на выполнение сервисных услуг должен быть документом, обязательным к исполнению всеми причастными организациями и структурами);
- необязательность использования клиентом сервисных услуг (т.е. работники сервис-центров, пассажирской компании и их структур не должны навязывать клиенту сервис);
- эластичность сервиса (т.е. сервисные услуги должны предлагаться пассажирам от минимально необходимых до максимально целесообразных, набор которых определяет сам клиент);
- удобства сервиса (т.е. сервис должен предоставляться в том месте, в такое время и в такой форме, которые устраивают пассажира);
- техническая адекватность сервиса (т.е. необходимость создания оригинальных технических решений специально для технологии сервиса, от технического несовершенства оборудования в поездах и на вокзалах качество сервиса не должно страдать);
- информационная отдача сервиса (т.е. пассажирская компания должна прислушиваться к информации, которую может выдать подразделение вокзала, поездная бригада проводников, отдел сервис-центра относительно сегментов

пассажиропотока, реализации товаров и услуг, об оценках и мнениях клиентов, поведении и приемах сервиса конкурентов и соответствующим образом реагировать на нее);

- разумная ценовая политика в сфере сервиса, которая оказывает существенное влияние на потребление населением товаров и услуг не только железнодорожного транспорта, но и его партнеров при продаже пакетов услуг (в этом случае сервис должен рассматриваться не только как источник дополнительной прибыли, но и как инструмент укрепления доверия покупателей и партнеров по комплексному сервисному обслуживанию);

- гарантированное соответствие производства сервису (т.е. добросовестно относящийся к потребителю производитель товаров и услуг будет строго и жестко соизмерять свои производственные мощности с возможностями сервиса и никогда не поставит клиента в условие «обслуживай себя сам», а также должны быть установлены требования к каждому виду услуг для последующего контроля над качеством и сертификацией) [1; 7].

В последние несколько лет на железнодорожном транспорте, наряду с развитием традиционных видов услуг (оформление и доставка проездных документов, услуги носильщиков, комнаты отдыха транзитных пассажиров, матери и ребенка, камеры хранения и другие), активно создаются сервис-центры.

Основными направлениями этого вида деятельности является предоставление широкого диапазона услуг и обеспечение запросов платежеспособной части населения. Сервис-центры дают возможность не только приобрести билет на поезд, но и организуют туристские перевозки, бронируют места в гостиницах, предлагают билеты в театры, услуги юридической и нотариальной служб, междугородной телефонной связи, такси, ксерокопирования документов и т.д. [8].

В настоящее время на российских железных дорогах создана единая сеть сервис-центров с использованием информационной базы АСУ «Экспресс» и современных средств связи. При этом клиент железной дороги будет иметь возможность получить набор услуг при его обращении в любой сервис-центр независимо от того, какие дороги будут участвовать в его дальнейшем обслуживании.

Таким образом, интенсивное развитие сектора услуг повышает привлекательность всей имеющейся на железнодорожном транспорте и так или иначе связанной с ним деятельности.

Библиографический список

1. Попова, Е.А., Журавлева, И.В. Способы привлечения клиентов к услугам транспортно-логистического процесса // Труды международной научно-практической конференции, Воронеж, 25-27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2022. – С.166-169. – EDN NEZNIC.

2. Попова, Е.А. Оборот вагона в логистических цепях поставок грузов. //Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021): Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2021. – С. 51-53. – EDN HEWWTI.

3. Попова, Е.А. Организация мультимодальных перевозок в рамках проекта ВСПМ «Черноморье» // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта,

промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021): Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г.Воронеж, 2021. – С. 54-56. – EDN GKURLV.

4. Попова, Е.А. Перспективы использования ВСМ для смешанного движения – пассажирского и грузового. 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. 177-179. – EDN MZRWNM.

5. Попова, Е.А. Проблемы клиентоориентированности на железнодорожном транспорте. 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. 172-174. – EDN VPBDOW.

6. Журавлева, И. В. «Дневной экспресс» - программа функционирования пассажирского комплекса в долгосрочной перспективе / И. В. Журавлева // 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. 80-83. – EDN YDIIUC.

7. Журавлева, И. В. Технология работы интермодальных транспортных систем с участием дальнего и пригородного пассажирских сообщений / И. В. Журавлева //Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России («ТрансПромЭк – 2019»): Труды международной Научно-практической конференции, Воронеж, 24 октября 2019 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г.Воронеж, 2019. – С. 87-88. – EDN GNNOQY.

8. Журавлева, И.В Повышение уровня безопасности производственных и эксплуатационных процессов на железнодорожном транспорте // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11. – № 3. – С. 24-29. – EDN PNMGSK.

УДК 656.021.5

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РЫНОК ПЕРЕВОЗОК СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ

Журавлева И.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Скоропортящийся груз - специальный груз, требующий особого температурного, воздушного и временного режима, а также режима влажности при транспортировке и хранении с целью сохранения его состояния или пригодности для конкретной цели. В статье рассмотрен основной подход к технологии перевозки скоропортящихся грузов.

Ключевые слова: сохранность, качество, сроки доставки, температурный режим, хладотранспорт, транспортный коридор.

Abstract. Perishable cargo is a special cargo that requires a special temperature, air and time regime, as well as a humidity regime during transportation and storage in order to preserve its condition or suitability for a specific purpose. The article considers the basic approach to the technology of transportation of perishable goods.

Keywords: safety, quality, delivery time, temperature regime, cold transport, transport corridor.

Перевозка скоропортящихся грузов – это особый вид перевозок, имеющий большое социальное значение для населения. Правильный выбор технологии перевозки и транспортного средства обеспечивает сохранность качества перевозимого скоропортящегося груза за счет соблюдения требуемых температурных условий, что в свою очередь обеспечивает выполнение требований продовольственной безопасности.

В связи с тем, что перевозка скоропортящихся грузов – одно из стратегически значимых звеньев транспортной логистики, то это ставит всех участников перевозки в жесткие рамки соблюдения сроков доставки грузов на всех этапах функционирования непрерывной холодильной цепи, а также обеспечения их сохранности и качества. Неопределенность процесса, сложность формирования полноценной групповой или маршрутной отправки, необходимость строгого соблюдения сроков доставки, не превышающих сроки хранения скоропортящихся грузов, усложняют моделирование транспортной системы, работающей с «холодными» грузами. Тем не менее, обеспечение своевременной доставки качественных продуктов питания – необходимое условие социальной стабильности общества [3].

К основным факторам, влияющим на рынок перевозок скоропортящихся грузов, относятся:

- темпы экономического развития страны;
- изменение реальных денежных доходов населения;
- изменение внутренних объемов производства продукции сельского хозяйства и перерабатывающих отраслей;
- изменение объемов экспорта и импорта продовольственных товаров;
- оборот розничной торговли;
- величина транспортной составляющей в конечной стоимости продуктов;
- технология производства товаров, тары и упаковки;
- состояние и степень совершенства непрерывной холодильной цепи [2].

Непрерывная холодильная цепь должна обеспечивать: требуемый уровень температуры, влажности и вентиляции; непрерывность продвижения грузов; хорошее взаимодействие поставщиков скоропортящихся грузов с потребителями для точного определения объемов, сроков доставок и создания устойчивых грузопотоков; обеспечение грузопотоков стационарными и транспортными холодильными емкостями; соблюдение предельных сроков доставки скоропортящихся грузов; выдерживание рациональных затрат на доставку скоропортящихся грузов в регионы потребления.

Непрерывная холодильная цепь состоит из большого числа звеньев, условно разделенных на три группы: стационарные охлаждаемые объекты, транспортные охлаждаемые средства и вспомогательные объекты. К стационарным охлаждаемым объектам относят охлаждаемые помещения предприятий: заготовительных, где проводится первичная холодильная обработка скоропортящегося сырья; производственных, где продукты подвергаются холодильной обработке; портовых, где продукты перегружают с одного вида транспорта на другой; оптовой торговли. Кроме того, к этим объектам относятся торговое холодильное оборудование и бытовое холодильное оборудование. Транспортные охлаждаемые средства (железнодорожные,

автомобильные, морские, контейнерные), называемые холодильными, обеспечивают доставку продуктов на стационарные охлаждаемые объекты. К вспомогательным охлаждаемым средствам относят объекты, которые обеспечивают функционирование первых двух групп. Таким образом, непрерывная холодильная цепь является сложной системой, работа которой требует установления рациональных условий функционирования охлаждаемых объектов каждого звена в отношении технологического, технического и экономического аспектов [5].

Рассмотрим основные факторы, оказывающие влияние на технологию перевозок скоропортящихся грузов:

- четкое согласование действий при реализации технологического процесса в непрерывной холодильной цепи;
- распыленность пунктов зарождения скоропортящейся продукции;
- сезонность возникновения грузопотоков, в т.ч. стратегических продовольственных грузов;
- несогласованность процессов погрузки-выгрузки на взаимодействующих видах транспорта;
- несогласованный подход подвижного состава в пункты перевалки (транспортные узлы);
- несогласованный режим подвоза скоропортящихся грузов к оптовым точкам сбора;
- вынужденная необходимость обратного порожнего пробега изотермического подвижного состава.

Учитываются нюансы эксплуатации отдельных видов хладотранспорта, а именно:

- автомобильный хладотранспорт используется на короткие расстояния и осуществляет перевозку небольших объемов грузов (в основном розничных партий в реализационные холодильники);
- морской хладотранспорт осуществляет перевозки импортной скоропортящейся продукции в международном трансконтинентальном сообщении;
- речной хладотранспорт работает в привязке к географии крупных судоходных рек и характеризуется невысокой грузоподъемностью речных судов, а также узкой номенклатурой перевозимых скоропортящихся грузов, основной объем которых приходится на рыбные грузы;
- основа железнодорожного хладотранспорта – это перевозка таких скоропортящихся грузов, как рыба и рыбопродукты из районов Крайнего Севера, плодоовощи и ранняя зелень из Крыма и южных регионов России, консервная и овощная продукция из Беларуси, импортная скоропортящаяся продукция из морских и речных портов [4].

Перевозка скоропортящихся грузов предполагает, что в пункт назначения товар прибудет таким же качественным, каким он был при погрузке в рефрижератор. Вследствие этого вся продукция еще на этапе погрузки тщательно проверяется. На овощах, зелени, ягодах и фруктах не должно быть влаги и следов плесени. На мясных тушах должна отсутствовать слизь. Особое внимание при погрузке стоит уделить продуктам переработки. Они должны быть тарированы и при необходимости герметично упакованы. Скоропортящиеся грузы обязательно должны подвергаться тщательной проверке. Особое внимание уделяется ветеринарно-санитарному контролю. Осмотром выявляют: может ли продукт быть допущен к перевозке, помещен в холодильник на хранение и на каких условиях, его состояние и стойкость в условиях длительного хранения или перевозки, а также наличие документов, подтверждающих его качество, стандартность продуктов и тары. Если такая проверка не будет проведена,

то существует вероятность, что во время транспортировки продукция банально испортится.

Возможный вариант совершенствования «холодных» перевозок можно представить в виде привязки маршрутов продвижения грузопотоков скоропортящихся грузов к транспортным коридорам. Транспортный коридор – один из наиболее обеспеченных и полнофункциональных представителей транспортной системы, в которой все элементы – транспортные пути, транспортные средства, транспортноскладские и логистические терминалы, информационное пространство, правовая база, квалификация персонала – являются полностью укомплектованными, доступными и качественными составляющими, позволяющими осуществить быструю, эффективную, надежную и дешевую доставку [6]. К примеру, транспортный коридор ТРАСЕКА, который охватывает транспортную систему Каспийского региона, Центральной Азии, Южного Кавказа и Европы, обеспечивает перевозку зерна, хлопка, контейнеров, нефти, цветных металлов. Однако специфика маршрутов следования основной массы скоропортящихся грузов и маршрутов пролегания транспортных коридоров не совпадают, а прокладывать специальные транспортные коридоры под транспортировку только «холодных» грузов заведомо нерентабельно.

Задачи системы в рамках организации «холодных» грузоперевозок можно расширить до контроля соблюдения режимов перевозок скоропортящихся грузов в изотермическом подвижном составе и целостности транспортных единиц. Учитывая уровень развития современных информационных ресурсов, степень развития и популяризации международных транспортных коридоров, появляется возможность улучшить технологический процесс перевозки скоропортящихся грузов в железнодорожном изотермическом подвижном составе, своевременно реагировать на форс-мажорные ситуации, возникающие в процессе продвижения «холодных» грузопотоков в непрерывной холодильной цепи. Оптимальная структура парка рефрижераторного подвижного состава должна определяться с учетом постоянных макрологистических маршрутов, а также особенностей скоропортящихся грузов и товаров попутной загрузки [7]. Таким образом, повышается конкурентоспособность железнодорожного хладотранспорта в сегменте транспортного рынка скоропортящихся грузов и единой транспортной системе в целом.

Для повышения конкурентоспособности железнодорожного хладотранспорта необходима рациональная организация перевозок скоропортящихся грузов и, соответственно, экономичная система обслуживания изотермического подвижного состава.

Весьма важным элементом технологии обслуживания рефрижераторного подвижного состава является периодичность его экипировки. Графоаналитический способ определения расстояния без экипировочного следования дает возможность графически сопоставить суммарные теплопоступления внутрь грузового помещения, фактическую холодопроизводительность холодильной машины и запас дизельного топлива.

Теплотехнический расчет рефрижераторного подвижного состава выполняется для определения количества тепла, поступающего в грузовое помещение вагонов и контейнеров, при работе охлаждающих устройств и теряющегося в режиме отопления. Предлагаемый метод позволяет рассчитать теплопритоки с учетом изменяющихся параметров внешней среды и определить расход холода за время груженого рейса на направлении в условиях, приближенных к фактическим [1].

Такие расчеты позволяют определить тепловую нагрузку на эксплуатируемое холодильное оборудование в рефрижераторном подвижном составе, а также оценить

возможность поддержания требуемого температурного режима в грузовом помещении при перевозке скоропортящихся грузов.

Таким образом, все вышеперечисленное позволяет утверждать, что при выборе оптимального варианта перевозок среди прочего обязательно должны учитываться такие факторы, как величина и структура грузопотоков, техническая характеристика направления перевозок, уровень тарифов, сложившихся на момент выбора, затраты на перевозки.

Библиографический список

1. Попова, Е.А. Информационные и технологические аспекты планирования перевозки грузов. // Современные аспекты моделирования систем и процессов: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 08 февраля 2021 года / Отв. редактор В.К. Зольников. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2021. – С. 132-136. – EDN YKTELX.

2. Попова, Е.А. Оборот вагона в логистических цепях поставок грузов. //Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021): Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2021. – С. 51-53. – EDN HEWWTI.

3. Попова, Е.А. Проблемы клиентоориентированности на железнодорожном транспорте. // 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. 172-174. – EDN VPBDOW.

4. Попова, Е.А. Анализ провозных платежей на перевозку груза в привлеченных вагонах. Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 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. 60-62. – EDN NXCRXZ.

5. Попова, Е.А. Бережливое производство в ОАО «РЖД» на объектах полигона юго-восточной железной дороги. // Транспорт: наука, образование, производство («Транспорт-2019»): Труды международной Научно-практической конференции: секция «Теоретические и практические вопросы транспорта», Воронеж, 23 января 2019 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2019. – С. 118-121. – EDN ZUUKHJ.

6. Журавлева, И.В Повышение уровня безопасности производственных и эксплуатационных процессов на железнодорожном транспорте // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11. – № 3. – С. 24-29. – EDN PNMGSK.

7. Басыров, М.А, Попова, Е.А., Журавлева, И.В. Условия перевозок и тарифы в международном сообщении. Учебное издание. М.: МИИТ, 2017. 134 с.

УДК 656.021.5

ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОЦЕСС ТРАНСПОРТИРОВКИ ГРУЗОВ

Журавлева И.В., Попова Е.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье рассмотрены главные факторы, на которые обращают внимание грузовладельцы, а именно, стоимость перевозки обеспечение сохранности груза в пути, сложности в процедуре оформления перевозочных документов, решение возникающих споров, скорость доставки, ее своевременность.

Ключевые слова: грузоперевозки, бесперебойность доставки, конкурентоспособность, управление перевозками, экспедирование грузов.

Abstract. The article considers the main factors that cargo owners pay attention to, namely, the cost of transportation, ensuring the safety of cargo in transit, difficulties in the procedure for processing transportation documents, resolving disputes, the speed of delivery, its timeliness.

Keywords: cargo transportation, uninterrupted delivery, competitiveness, transportation management, freight forwarding.

Транспортировка грузов предполагает различные варианты использования одного или нескольких видов транспорта в перевозочном процессе.

Главной задачей выбора вида транспортного средства для транспортировки груза определяется взаимосвязанность с прочими логистическими задачами, в том числе создание оптимального уровня запасов и его поддержания, выбор подходящей упаковки груза и т.д. Основополагающим условием выбора вида транспортного средства, подходящего для его транспортировки, является достоверная информация о характерных особенностях различных видов транспортных средств.

Грузовые перевозки подвержены сезонным колебаниям. Объясняется это производственной спецификой ряда отраслей, к примеру, таких, как период сбора урожая и отсутствие возможности бесперебойной работы подвижного состава в некоторые периоды года (труднопроходимые дороги, заносы в зимний период). С учетом этих особенностей необходимо определить время или период максимальных транспортировок, величину которых учитывают при расчете нужного подвижного состава. Анализ сезонных колебаний и факторов, которые вызывают эти колебания, позволяет установить коэффициент неравномерности транспортировок во времени [5].

Большое внимание при грузоперевозках уделяется бесперебойности поставок и характеризуется это расхождением во времени, затраченном на транспортировку. Бесперебойность отражает зависимость большого числа факторов, к примеру, при малой бесперебойности транспортировки необходимо создание страховых запасов, позволяющих защитить предприятие от сбоев обслуживания [1].

Железнодорожный транспорт является важным компонентом транспортной инфраструктуры страны, обеспечивающим освоение неравномерно распределенных месторождений полезных ископаемых, эффективное размещение производительных сил, специализацию регионов, удовлетворение потребностей в перевозках различных грузов и пассажиров, решение проблемы обороноспособности страны. На долю железнодорожного транспорта приходится более 80% всего объема грузовых перевозок и около 40% пассажирских, выполняемых транспортом общего пользования. Железнодорожный транспорт стоит вторым после автомобильного по частоте эксплуатации. Это объясняется возможностью железнодорожного транспорта

перевозить практически любой груз от крупногабаритного до мелкоштучного, от навального до насыпного и т.д. С другой стороны, универсальность объясняется тем, что в наше время есть возможность доставить товар железнодорожным путем практически в любую часть суши.

В сегменте перевозок на дальние расстояния железнодорожный транспорт сохраняет доминирующее положение и имеет ряд несомненных преимуществ, в том числе массовость перевозок и высокую провозную способность железных дорог; регулярность и стабильность движения подвижного состава независимо от времени года, времени суток и погодных условий; возможность создания прямых связей между крупными добывающими и промышленными предприятиями по железнодорожным путям; высокая удельная грузоподъемность и соответственно относительно низкая себестоимость при перевозках массовых грузов на большие расстояния [8].

Формирование систем управления цепями поставок – важная составляющая в стратегии развития железнодорожных перевозок, которую невозможно реализовать без проектирования логистических систем и без применения логистического подхода.

Чтобы перевести груз, он должен быть надлежащим образом подготовлен для транспортировки, соответствовать требованиям стандартов тары и упаковки для данного вида товаров. Маркировку необходимо соответствующе оформить, указывая при этом грузоотправителя, грузополучателя, станцию отправления и станцию назначения. В качестве меры предосторожности на груз наносят специальные надписи и знаки. Основным перевозочным документом на каждую отправку является накладная, которая оформляется грузоотправителем. Вагон пломбируется, в случае установления повреждений или нарушений грузополучатель обязан потребовать от станции составления коммерческого акта. Если акт отсутствует, то отправитель не несет ответственности за убытки, которые получатель может взыскать с железной дороги.

Главные факторы, на которые обращают внимание грузовладельцы, - это стоимость перевозки, обеспечение сохранности груза в пути, сложности в процедуре оформления перевозочных документов, скорость доставки и т. д. [6].

На сегодняшний день более совершенной моделью грузовых перевозок, которая может повысить конкурентоспособность транспортных услуг, является трансмодальная модель, основанная на технологии транспортировки различными видами транспорта с использованием общих транспортных и проездных документов.

Территориальные особенности и уровень развития транспортной инфраструктуры определяют ограниченные возможности для конкуренции между железными дорогами и другими видами транспорта. Железная дорога позволяет перевозить большие объемы грузов, различных состояний агрегации и назначения и является одним из главных звеньев логистической системы, который должен удовлетворять определенным требованиям и обладать рядом свойств для распределения и создания инновационных систем сбора грузов.

Транспорт характеризуют как гибкий, так как он имеет возможность подстраиваться под еженедельные (а иногда и ежедневные) корректировки перевозочного процесса, обеспечивать и гарантировать круглосуточную и частую доставку груза в отдельные и территориально разрозненные пункты. Транспорт обладает свойством надежности обслуживания клиентов. Он работает в условиях постоянно меняющихся запросов пользователей и мелкосерийного производства, обладает способностью транспортировать небольшие партии грузов через короткие интервалы времени [7].

На потери времени при доставке грузов и их сохранность влияет огромное количество факторов, уровень воздействия которых объясняется развитием научно-технического прогресса, материально-технической базы главных видов транспорта.

Кроме того, на данные показатели влияют: наличие или отсутствие подъездных путей и путей сообщения; возможность вывоза и подвоза грузов к магистральному транспорту; уровень организации перевозочного процесса на всех взаимодействующих видах магистрального, промышленного и внутрипроизводственного транспорта.

Построение логистической системы управления перевозками должно основываться на принципе единой системы, способной интегрировать все части управления перевозками: согласование заявок на перевозку грузов, анализ пассажиропотока, организацию процесса перевозки. Важнейшая функция современной структуры управления логистическим процессом выражается в формировании единой логистической модели транспортного процесса [4].

Система управления экспедированием грузов обеспечивает высочайшую производительность и скорость доставки информации с учетом региональных (локальных) особенностей и корпоративных стандартов, а также всегда концентрирует точную и простую в использовании информацию об этапах обработки груза, запланированных и незапланированных задержках. Время доставки зависит от конкретных географических, организационных и временных параметров.

Оформление перевозочных документов и заявок на перевозку грузов железнодорожным транспортом с применением электронно-цифровой подписи осуществляется в информационной системе электронной транспортной накладной (ЭТРАН). Данная система включает клиента (грузоотправителя, грузополучателя, экспедитора) в технологический цикл приема заявок и организации перевозок, предоставляя возможность обрабатывать заявки на перевозку, готовить электронный счет, получать итоговые документы, получать результаты транспортных расходов [2; 3]. Также клиенту предоставляется возможность получать информацию обо всех товарах, отправленных на его адрес. Решение основано на требованиях, установленных Уставом железнодорожного транспорта Российской Федерации и Правилами приема заявок на перевозку грузов железнодорожным транспортом.

Первоначально созданная в качестве прикладного инструмента, система ЭТРАН перешла к функционированию в качестве полноценной системы бухгалтерского учета, способной контролировать бизнес-процессы грузовых перевозок. В настоящее время ЭТРАН покрывает 100% железнодорожных перевозок в России [5]. Стоит отметить, что железнодорожный транспорт является естественным монополистом, и поэтому в данной отрасли позволяется устанавливать приемлемые для нее тарифы за перевозки.

Все вышесказанное позволяет утверждать, что железнодорожный комплекс имеет особое стратегическое значение для России. С одной стороны, это звено единой экономической системы, обеспечивающей стабильную работу промышленных предприятий, своевременную доставку жизненно важных товаров в самые отдаленные уголки страны. С другой – железнодорожный транспорт, работая в настоящее время на мировом рынке, уделяет особое внимание на создание ценности для конечного потребителя продукции и услуг, что создает тенденцию его постоянной трансформации, приобретая все более индивидуализированные (элитарные) формы.

Для реализации концепции создания ценности необходимо создавать «гибкие» цепи поставок. Ориентация на клиента – это степень фокуса поставщика транспортно-логистических услуг на параметрах потребности заказчика, признание его интересов, предвосхищение ожиданий от контрагента, позволяющая качественно выделяться на рынке прочих транспортно-логистических компаний.

Библиографический список

1. Попова, Е.А., Журавлева, И.В. Повышение уровня контейнеризации за счет использования контейнеров open-top. // Труды международной научно-практической

конференции Воронеж, 25-27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2022. – С.207-210. – EDN HBTWGV.

2. Журавлева, И.В., Попова, Е.А. Оборот вагона в логистических цепях поставок грузов // Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2021. – С. 51-53. – EDN HEWWTI.

3. Попова, Е.А. Информационные и технологические аспекты планирования перевозки грузов. Современные аспекты моделирования систем и процессов: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 08 февраля 2021 года / Отв. редактор В.К. Зольников. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2021. – С. 132-136. – EDN YKTELX.

4. Попова, Е.А. Оборот вагона в логистических цепях поставок грузов. Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021): Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2021. – С. 51-53. – EDN HEWWTI.

5. Попова, Е.А. Повышение качества обслуживания клиентов в грузовом сообщении в рамках предоставления услуг «Грузовой экспресс». // 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. 170-172. – EDN WWODXP.

6. Попова, Е.А. Анализ провозных платежей на перевозку груза в привлеченных вагонах. Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 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. 60-62. – EDN NXCRXZ.

7. Попова, Е.А. Бережливое производство в ОАО «РЖД» на объектах полигона юго-восточной железной дороги. Транспорт: наука, образование, производство («Транспорт-2019»): Труды международной Научно-практической конференции: секция «Теоретические и практические вопросы транспорта», Воронеж, 23 января 2019 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2019. – С. 118-121. – EDN ZUUKHJ.

8. Журавлева, И.В. Надежность технических устройств, основная составляющая уровня безопасности на железнодорожном транспорте // труды международной Научно-практической конференции: секция «Теоретические и практические вопросы транспорта», Воронеж, 23 января 2019 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2019. – С.32-35. – EDN NJBSEM.

УДК 128:1(091)

СМЫСЛОЖИЗНЕННАЯ ТЕМАТИКА В КУРСЕ СОЦИАЛЬНОЙ ФИЛОСОФИИ

Завьялов А.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье обозначена актуальность темы смысла жизни в современном мире. Проведено обобщение и систематизация точек зрения различных философских направлений и концепций. Сделан вывод о единстве объективного и субъективного понимания, что и делает, в свою очередь, данную тему всеобщей и безусловной при социолизации каждого конкретного человека.

Ключевые слова: смысл жизни, социальная идентификация личности, ценности, человек, общество, социальная философия.

Abstract. The article denotes the relevance of the theme of the meaning of life in the modern world. A generalization and systematization of points of view of different philosophical directions and concepts has been carried out. The conclusion about the unity of objective and subjective understanding has been made, which in its turn makes this theme universal and unconditional at every person's sociolization.

Keywords: meaning of life, social identification of personality, values, human being, society, social philosophy.

В связи с развитием материального производства, глобальным распространением массовой культуры и последствиями затянувшегося «холодно-военного» периода все чаще ставится вопрос о духовном кризисе в обществе. Суть его заключается в ощущении огромным числом людей бессмысленности той жизни, которой им приходится жить, нередко без возможности какого-либо выбора, в осознании невозможности найти в ней позитивный смысл из-за разрушения старых ценностей и традиций и неприятия новых.

Разочарованность в настоящем, неуверенность в будущем, конформизм в поведении, депрессивные настроения – это всего лишь некоторые из негативных черт современного общества. Во всем мире люди затянуты в водоворот стремительности жизни, причем действия большинства из них направлены на обеспечение своего материального благополучия, а духовные элементы жизни отходят на задний план.

Также следует отметить, что, несмотря на поистине блестящие достижения науки и техники, направленные на максимальное увеличение продолжительности жизни и поиски «эликсира бессмертия», человек, как и все живое на земле, смертен. Реальная ограниченность человеческого существования во времени, осознание своей смертности порождают ответственность за свою жизнь, осмысленное отношение к своему времени. На этой основе формируется и ценностная позиция человека. В свете всего вышеизложенного неудивительно, что вопрос о смысле жизни является более чем просто актуальным в настоящее время.

Рано или поздно, любой человек задает себе вопросы вроде «Зачем я живу?», «Ради чего вообще стоит жить?», «В чем смысл моей жизни?». Причем эти вопросы волнуют не только обывателя или подростка, который только начинает осознанно оценивать происходящее. Поисками ответов на такие вопросы (может быть только в более обобщенном виде) занимаются представители различных наук: философии, социологии, психологии, этики, эстетики и других.

Особенность философского рассмотрения проблемы заключается в стремлении философии выявить все предпосылки своего рассуждения, обосновать понимание

смысла жизни логически, в виде упорядоченной целостности - системы с уточненными понятиями. Решение вопроса о смысле человеческого бытия не является однозначным и по сегодняшний день, и существует множество различных концепций по этому поводу, все нюансы которых раскрыть вкратце невозможно. В процессе преподавания философии (и особенно социальной философии) эту тему пытаются раскрыть в различных разделах и с разных сторон.

Любой человек задумывается о смысле жизни. Одни это делают в юношеские годы, когда идет процесс самоопределения, становления личности, осознания своего места в мире и связанного с ними выбора собственного поведения. Для других возникновение этого вопроса связано с какими-либо крупными событиями в жизни, позитивными или негативными, заставляющими взглянуть на мир другими глазами. Третьи заговаривают о смысле жизни или его отсутствии уже после того, как один из ее этапов пройден, используя для оценки прожитого, выявления ошибок и т.д. Этот процесс неизбежен. Однако, в большей степени, чем вышеназванными причинами, это объясняется тем, что человек - единственное существо, способное, с одной стороны, к рефлексии вообще, с другой – к частностным раздумьям над вопросами о смысле, цели, назначении своего бытия.

Эти вопросы затрагивают самые существенные стороны нашей жизни и поэтому не могут не интересовать каждого мыслящего человека. Можно согласиться с утверждением Т.А. Буачидзе о том, что «размышление над назначением, смыслом, целью жизни человека само является необходимой составной частью подлинно человеческого способа бытия» [1]. Решение этой проблемы применительно к жизни каждой отдельной личности имеет реальное значение и практическую важность. Более того, если бы каждый не отвечал для себя хоть как-то на этот вопрос, то само существование человека было бы действительно бессмысленным.

В обществе с устоявшимися ценностями (например, в советское время) люди знали к чему стремиться и на что надеяться, были уверены в завтрашнем дне. А современное общество, в котором кризис ценностей очевиден, бросается из крайности в крайность. Люди зачастую сами не знают, что хотят, потому что утратили жизненные ориентиры.

Как показывают последние социологические исследования, сегодня можно с полным основанием говорить о борьбе ценностей в массовом сознании и в жизни общества [2]. Современное общество проходит свое становление в очень сложных условиях ломки многих старых ценностей и формирования новых социальных отношений. «А зачем мне все это?», «Какой смысл имеет моя жизнь, смысл, не объяснимый самой жизнью, а наоборот, объясняющий ее?» - подобные вопросы в более простой или конкретной форме остро стоят перед каждым в наше время. И многие люди, потеряв надежду на решение этого вопроса либо тупеют и духовно замирают в будничных заботах о куске хлеба, либо кончают жизнь самоубийством, либо нравственно умирают, от отчаяния становясь прожигателями жизни, идя на преступление и нравственное разложение ради забвения в наслаждениях, эфемерность которых они сами сознают.

Анализ философской литературы по данной теме позволяет сделать вывод о том, что проблема осмысления человечеством смысла, цели и назначения своего существования появилась наряду с возникновением представлений о человеке вообще как объекте познания. Причем в разные исторические эпохи акценты изучения человека смещались, в зависимости от его рассмотрения «извне» или «изнутри». Первое предполагает осмысление отношений человека с природой (космосом), обществом, Богом и самим собой. Второе же сопряжено с постижением его телесного, эмоционального, нравственного, духовного и социального бытия [3]. Рассматривая

проблему в историческом аспекте, нужно в первую очередь отдать должное Сократу, чья формула мудрости «Познай самого себя» отразила на уровне отдельного учения перенос внимания ранней греческой философии с природы на человека. Для этого древнегреческого философа смысл человеческой жизни заключался в философствовании, в постоянном самопознании, вечном поиске самого себя путем испытания. Следует отметить и позицию эпикурейцев по этому вопросу. Они обосновывали идею о возможности и необходимости достижения индивидом счастливой жизни. Для этого человек должен побороть страх перед богами, перед смертью, быть уверенным и поступать в соответствии со своими желаниями. Эпикурейцы учили: живи, т.е. удовлетворяй свои потребности, обеспечивай биологическое и духовное существование и радуйся. Перестанешь это делать, значит и тебя не будет. Таким образом, на первый план выступает самоценность человеческой жизни.

С развитием мысли проблема смысла жизни все более конкретизируется, и, начиная с философии Средневековья и Нового времени в ней можно условно выделить две противоположные концепции: религиозную и атеистическую. Причем в основе доводов каждой из них лежит понимание человеческой жизни в ее соотношении со смертью и бессмертием. Основной аргумент религиозной концепции (например, христианства) заключается в догмате личного бессмертия человека и загробного воздаяния за его праведную земную жизнь.

Для религии высшей ценностью, которая подчиняет себе человека, является Бог. Поэтому и смысл земного существования человека следует искать не в нем самом, а в его связи с богом, в трансцендентной божественной цели. Согласно христианству, эта цель есть божественное предопределение и далее «избранных» к спасению для вечной жизни, т.е. она предполагает индивидуальное бессмертие. Ради «спасения» души для вечной жизни верующий должен отказываться от ценностей достоверно данной ему, и только один раз, земной жизни. «Целью христианской жизни является спасение души», - утверждают проповедники. При этом нужно подчеркнуть, что христианство фактически не отвечает на вопрос о смысле существования человечества в целом. Речь идет только о бессмертной индивидуальной душе. Такое «решение» проблемы смысла жизни, разделяемое в целом почти всеми религиями, характеризуется и тем, что реальные ценности бытия ставятся в зависимость от ценностей высших, божественных. Происходит умаление, принижение значения деятельности, полезной людям. Хотя, современные священнослужители, привлекая молодежь, стараются не слишком осуждать прелести земной жизни и делают акцент на ее скоротечности: ни одна минута на земле не должна быть прожита напрасно.

Представители атеистических концепций в своей критике религии отмечают следующее: такой подход к смыслу жизни не ориентирует людей на деятельность, направленную на усовершенствование природных и социальных условий их жизни. Он обрекает их на одиночество, так как каждый «спасается» в одиночку, умаляет достоинство человека, ибо видит в нем не самоценность, а лишь средство к достижению внешних по отношению к нему и неисповедимых божественных целей. К. Маркс писал, что, утверждая завершение человеческого рода в Христе, христианство приписывает истории мнимую конечную цель, тем самым обрывая историю человечества посреди ее течения.

Придавая значение индивидуальной душе, а не человечеству, религия разрывает связь между целями общества и целями жизни индивидуума, между объективным и субъективным критерием оценки личности и ее поведения. Атеизм вообще и философский материализм в частности придают исключительное значение ценностям земного существования человека, не концентрируя внимание на смерти.

Высшей ценностью, с которой связывается человек в материалистическом понимании смысла жизни, является человечество, его прогрессирующее существование. С точки зрения научного мировоззрения нет никаких иллюзий насчет личного бессмертия, тем самым полностью опровергается трансцендентное определение цели жизни человека. Именно люди, как наиболее сложно организованные существа, сознательно прилагают усилия, чтобы сохранить и совершенствовать внешние условия, обеспечивающие их существование. Следовательно, смысл жизни человечества состоит в умножении усилий к сохранению своего существования и содействии его прогрессу. Этим должен определяться и смысл жизни каждого конкретного человека, а тем самым и объективная ценность его жизни.

Что касается бессмертия, то хотя материалисты и не признают его в прямом смысле, они не отрицают его в другом, а именно в связи с существованием человеческого рода. Степенью участия личности, ее вкладом, внесенным в прогрессивное развитие всего человечества, определяется ее ценность. А ее бессмертие, с одной стороны, проявляется в потомках, в родственных чувствах; с другой - в сделанных предметах, произведениях искусства, литературы и т.д.

Бессмертие людей относительно: одни забываются сразу после смерти, другие живут в памяти и делах многих поколений, в зависимости от ценности того вклада, который они сделали в прогрессивное развитие общества и человечества. А этот вклад, в свою очередь, зависит от того, в чем человек видел смысл, т.е. главную ценность своей жизни. От его субъективного определения этого смысла зависит и выбор целей движения, и направленность интересов. Одни тратят жизнь на удовольствия и развлечения, другие - на свое материальное обеспечение, третьи посвящают жизнь кому-то или чему-то. Однако потребительское пользование ценностями, созданными другими, создает лишь иллюзию наполненности существования. Ценность человеческой жизни измеряется тем, что он сделал сам. Кроме того, вклад человека зависит от тех объективных исторических и социальных условий, в которых он живет и, одновременно, от его субъективных качеств, способностей, профессиональных навыков. Таковы основные положения различных атеистических концепций.

И все-таки, как самостоятельная проблема смысл человеческого бытия получил свое развитие в конце XIX - начале XX века с появлением таких современных западных философских направлений, как философская антропология, философия жизни, экзистенциализм, а также русской философии этого же периода, центральной проблемой которых является человек и его бытие. Однако следует отметить, что большинство положений и религиозного подхода, и атеистического были в значительной степени восприняты указанными концепциями.

Особенно много внимания уделяется вопросу смысла жизни в философии экзистенциализма, который возникает в период мировых войн не случайно. Это философское отражение драматизма эпохи XX века и человека, поставленного между жизнью и смертью, бытием и небытием. Главная его проблема - отчуждение индивида от общества - не могла не повлиять на постановку проблемы смысла жизни.

Для религиозного экзистенциализма вопрос смысла человеческого существования превращается в вопрос о Боге, который решается эсхатологически, т.е. жизнь продолжается в потустороннем мире, где происходит свободное творчество души, не обремененной телом. Таким способом преодолевается конфликт духовного и телесного в человеке. Структура бытия, включающая Бога, дает человеку надежду на спасение - этот тезис отстаивают Г. Марсель и К. Ясперс.

В атеистическом экзистенциализме Бога нет и быть не может, поэтому жизнь превращается в абсурд. Именно это утверждали в своих произведениях А. Камю и Ж.-П. Сартр. Камю в своем «Мифе о Сизифе» показывает всю бесполезность труда

Сизифа, доведенную до абсурда. Единственная правда в жизни - непокорность. Тот же Сизиф превращает свой тяжкий труд в обвинение богам: своим вызовом в бессмыслицу он внес смысл.

Общий принцип экзистенциализма о том, что «существование предшествует сущности», характеризует человеческое существование как бессмысленное, так как только на пороге смерти человек может осознать смысл бытия. Поэтому следует неутешительный вывод Сартра: «Абсурдно, что мы рождаемся, и абсурдно, что мы умираем». Человек - это ничто, бесполезная страсть.

Вопрос о смысле человеческой жизни ставился бесчисленное количество раз, и на него никогда не было дано удовлетворительного ответа. Может быть, прежде чем искать смысл жизни, необходимо дать определение самому понятию «смысл» и производному от него «смыслу жизни». В этой связи можно проанализировать некоторые положения теории А.И. Введенского, изложенные в его публичной лекции «Условие позволительности веры в смысл жизни». Общепринятое значение термина «смысл» применительно к любой вещи приблизительно следующее: смыслом вещи называется ее истинное предназначение, а именно ее действительная, а не кажущаяся пригодность служить средством для той цели, для достижения которой она предназначена. Например, если отдельно взятое слово выражает какое-нибудь понятие, т.е. если оно назначено и в то же время действительно пригодно для выражения мысли, для передачи ее другому лицу, то оно имеет смысл. Не всякая цель способна придать смысл вещи. Надо, чтобы цель сама была более или менее ценной в глазах людей, чтобы ее следовало достигать. Таким образом, под смыслом данной вещи всегда подразумевается ее назначение и действительная пригодность для достижения такой цели, которая является абсолютно ценной. Отсюда и вывод понятия «смысл человеческой жизни»: он состоит в том, чтобы жизнь человека была назначена и служила действительным средством для достижения абсолютно ценной цели, т.е. такой цели, преследование которой было бы обязательно не ради других целей, для которых она служила бы средством, а ради нее самой.

Другой подход к понятию «смысл жизни», ценностный, предлагает Е.Н. Трубецкой. Для него смысл вообще - это безусловное значение чего-либо, которое не зависит от субъективного усмотрения и произвола. Под «смыслом» всегда подразумевается общезначимая мысль о чем-либо, и в этом значении смыслом обладает все, что может быть выражено в мысли. Но кроме этого общего значения общезначимой мысли, слово «смысл» имеет и другое, специфическое значение - положительной и общезначимой ценности, и именно в этом значении оно понимается применительно к смыслу жизни. Тут речь идет, очевидно, о том, стоит ли жить, обладает ли жизнь положительной ценностью, притом ценностью всеобщей и безусловной.

Итак, в чем же заключается смысл жизни? Важность и необходимость решения этой проблемы не менее важны для человека, чем поиск ответов на другие вечные вопросы. И все-таки, дать логически обоснованный, системно выстроенный ответ об абсолютном и высшем смысле жизни человека и человечества в целом - невозможно, и, может быть, это потому, что философия стремится к целостному, наиболее общему объяснению этого феномена, его теоретическому обоснованию. Ответы на этот вопрос также многообразны, как и сама жизнь.

Найти абсолютное, всех устраивающее решение — значит исчерпать саму жизнь, которая беспредельна в своем существовании и иногда не помещается в рамки рационального объяснения. Чтобы ответить на вопрос «для чего мы живем?», видимо, нужно познать и смысл смерти тоже, и ответить на вопрос «для чего мы умираем?». Но такой подход изначально лишен смысла. Однако не следует также впадать в крайность,

утверждая, что проблема смысла жизни сама по себе абсурдна. Применительно к жизни отдельного человека ее реальное значение трудно переоценить. Имея в виду именно реальный, а не абсолютный смысл жизни, можно согласиться с И. Кантом в том, что существование человека имеет в себе самом высшую цель, которой, насколько это в его силах, он может подчинить всю природу. Вечно живут в нашей жизни великие ученые, композиторы, писатели, поэты, борцы за свободу и счастье человека. Память о них вечна. Но память о себе оставляет не только великие люди. Все хорошее, доброе, нравственное, что создал человек, остается с близкими, не пропадает. Мы продолжаем жить в наших детях, внуках, правнуках. Человек как личность, реализуя в своих деяниях свой творческий потенциал, продолжает жить в жизни человечества.

Библиографический список

1. Буачидзе, Т.А. О назначении человека. Специфика философского рассмотрения проблемы назначения человека / Перспективы человека в глобализующемся мире / Под ред. Парцевания В.В. - СПб.: Санкт-Петербургское философское общество, 2003.

2. Лисовский, В.Т. Ценности жизни и культуры современной молодежи (социологическое исследование) / Тугариновские чтения. Материалы научной сессии. Серия «Мыслители», выпуск 1. - СПб.: Санкт-Петербургское философское общество, 2000.

3. Человек: Мыслители прошлого и настоящего о его жизни, смерти и бессмертии. Древний мир - эпоха Просвещения / Ред. кол.: И.Т. Фролов и др.; Сост. П.С. Гуревич. - М: Политиздат, 1991.

УДК 331:45

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ КАК НОВАЯ ФОРМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА И ПРИРОДЫ

Калачева О.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье рассмотрены этапы развития проблем окружающей человека среды.

Ключевые слова: промышленное производство, сокращение антропогенной нагрузки, использование природных ресурсов, совершенствование технологии.

Abstract. The article considers the stages of development of problems of the human environment.

Keywords: industrial production, reduction of anthropogenic load, use of natural resources, technology improvement.

Загрязнение природной среды вредными для человека отходами, истощение природных ресурсов и угроза разрушения экологических связей в природе породили новую форму взаимодействия общества и природной среды, которая называется охрана природы. Эта форма - реакция на разрушительную деятельность человека в окружающей среде. В отличие от потребления, это осознанная форма общественной и государственной деятельности, направленная на сохранение и воспроизводство природных ресурсов.

Идея охраны природы возникла еще в XIX в. и рассматривалась как защита памятников природы, ее реликтовых и достопримечательных объектов от разрушения или повреждения человеком.

Постепенно идея консервативной охраны природной среды перерастала в другие формы природоохранительной деятельности. Будучи вторичной формой взаимодействия общества и природы, охрана природы возникает и совершенствуется по мере роста потребления и использования природной среды. Разумеется, нет надобности охранять природу, если ей никто и ничто не угрожает повреждением или уничтожением. Охрана появляется и совершенствуется там, где возникает угроза уничтожения природной среды, где возникает и развивается потребление природы. Исторически подтверждается, что охрана природы как форма природоохранительной деятельности государства, как его функция развивалась и совершенствовалась по мере роста производительных сил, увеличения масштабов производства, усиления экономического пресса над природной средой [2].

Отсюда наряду с консервативной охраной природной среды в XX в. развивается вторая форма охраны окружающей среды, которая получила название рационального использования природных ресурсов. В понятие «рационального» вкладывается не только экономическое, но и экологическое содержание. Иначе говоря, рациональное - это экономное, бережное использование источников природного сырья, природных ресурсов с учетом требований охраны окружающей среды. Поэтому нельзя считать рациональным такое бережное, экономное, эффективное использование природных ресурсов, которое оставляет глубокий отрицательный след на состоянии окружающей среды.

В середине XX в. (50-60-е гг.) проблема рационального использования природных ресурсов как форма охраны природы перерастает в защиту, оздоровление окружающей человека среды. В отличие от предшествующих форм, где непосредственным объектом охраны являлись природные объекты и их ресурсы, здесь защита окружающей природной среды выдвигает в качестве непосредственного объекта охраны самого человека, его жизнь, здоровье и его генетическое будущее.

Постепенно эта форма защиты становится главной и определяющей. В глобальном отношении проблема охраны и оздоровления окружающей человека среды прошла три этапа.

Постановочный этап (50-60-е гг. XX века), когда учеными и специалистами, общественными объединениями были обнародованы те глобальные негативные последствия, которые наступают в результате игнорирования требований охраны природной среды.

Второй этап - программный (60-70-е гг. XX века), когда мир от постановки вопроса об оздоровлении окружающей среды, от обнародования отрицательных последствий хозяйственной деятельности для здоровья человека, окружающей среды переходит к разработке программы по спасению человечества, построению моделей экологического переустройства мира.

Третий этап - реализации программы, т.е. конкретные действия, направленные на охрану окружающей среды. Его современный мир переживает сейчас. Очень точно специфика этого этапа отразилась в названии международной конференции в Рио-де-Жанейро, которая проходила в июне 1992 года под названием «Окружающая среда и устойчивое развитие».

Надо отметить, что ряду развитых капиталистических стран в результате принятых мер по охране окружающей среды удалось в определенной степени стабилизировать состояние окружающей среды и реализовать основные направления программы по охране и оздоровлению окружающей природной среды. Еще не все эти

проблемы решены. Литературные источники и другая информация свидетельствуют о том, что и в западных странах многие вопросы охраны природной среды до сих пор не получили правильного разрешения. Но, несмотря на это, можно констатировать определенные успехи в реализации программ действия по обеспечению экологической безопасности в Соединенных Штатах Америки, Франции, Германии, Японии, в нескольких других развитых в экономическом отношении странах.

В итоге можно сказать, что проблема охраны окружающей природной среды во всех ее формах – и консервативного использования, и рационального использования природных ресурсов и оздоровления окружающей человека среды - из региональной постепенно превращается в национальную, а затем и международную проблему, решение которой зависит от совместных усилий всего международного сообщества. Для глобального решения проблемы необходимо обеспечить взаимодействие международной охраны окружающей среды, связанной с выполнением международных обязательств и договоров, с национальной и региональной охраной природы.

Для характеристики современного этапа развития охраны окружающей природной среды отметим такие важные направления, как:

1. Гуманизация охраны окружающей среды. В центре внимания охраны окружающей природной среды становится человек, его жизнь и здоровье, его благосостояние, его генетическая программа. Через призму охраны прежде всего здоровья человека решаются проблемы охраны всей окружающей природной среды (в отличие от охраны природы, когда человек, его здоровье, охранялись как результат защиты всей экологической цепочки, в конце которой находился человек).

2. Экологизация хозяйственной деятельности, а точнее - повсеместная экологизация хозяйственной деятельности. Это означает внедрение требований охраны окружающей среды (экологических требований) во все виды и на всех этапах хозяйственной деятельности человека в его духовной, культурно-бытовой сфере.

В России в связи со спадом промышленного производства в последние годы отмечается некоторое сокращение антропогенной нагрузки на окружающую природную среду. Однако одновременно прослеживается и снижение капитальных вложений в объекты природоохранного назначения.

Интенсивная эксплуатация природных богатств привела к необходимости нового вида природоохранной деятельности - рационального использования природных ресурсов, при котором требования охраны включаются в сам процесс хозяйственной деятельности по использованию природных ресурсов [1].

В настоящее время общество находится на таком этапе антропогенного влияния на биосферу, когда изменения, вызванные человеком, широко затронули всю оболочку планеты и приняли небывалые по масштабам размеры. В целом наблюдается все возрастающее антропогенное воздействие на биосферу и как следствие - резкое ухудшение качества среды обитания человека, состояния биоты и экосистем; одностороннее изменение концентрации биогенов (углерода, азота, фосфора) и нарушение их основных циклов; нарушение экологической стабильности и нормального функционирования основных систем жизнеобеспечения Земли [1].

Экологический кризис не является неизбежным и закономерным порождением научно-технического прогресса, он обусловлен комплексом причин объективного и субъективного характера, среди которых не последнее место занимает потребительское, а нередко и хищническое отношение к природе, пренебрежение фундаментальными экологическими законами. Анализ как экологической, так и социально-экономической обстановки в России позволяет выделить пять основных направлений, по которым Россия должна выходить из экономического кризиса.

Охрана окружающей природной среды - новая форма во взаимодействии человека и природы, рожденная в современных условиях, она представляет собой систему государственных и общественных мер (технологических, экономических, административно-правовых, просветительных, международных), направленных на гармоничное взаимодействие общества и природы, сохранение и воспроизводство действующих экологических сообществ и природных ресурсов во имя живущих и будущих поколений.

В качестве первого направления должно быть названо совершенствование технологии - создание экологически чистой технологии, внедрение безотходных и малоотходных производств, обновление основных фондов и др. Второе направление - развитие и совершенствование экономического механизма охраны окружающей природной среды. Третье направление - применение мер административного пресечения и мер юридической ответственности за экологические правонарушения. Четвертое направление - гармонизация экологического мышления. Пятое направление - гармонизация экологических международных отношений.

Методы административно-правового механизма управления заключаются в разработке и издании правовых и административных актов, регулирующих организацию и управление в сфере природопользования, права и обязанности руководящих работников, должностных лиц и населения страны по экономному использованию и воспроизводству природных ресурсов и обеспечению равновесия в природной среде. Административные акты имеют обязательную силу и непосредственно воздействуют на коллективы предприятий, организаций, отдельных работников и население данного района.

Все вышесказанное позволяет сделать вывод, что основные пути решения экологических проблем могут являться основой для организации охраны ОПС. Вместе с тем, для качественного решения вопросов природоохранной деятельности требуется дальнейшее самостоятельное изучение этой проблемы, применение знаний в области экологии творчески, исходя из специфики решаемых задач.

Библиографический список

1. Прицепова, С. А. Развитие пороговых норм профессионального воздействия /С. А. Прицепова // Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 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. 132-138. – EDN FZDCVY.

2. Калачева, О. А. Современные вопросы экологической безопасности на железнодорожном транспорте / О. А. Калачева, С. А. Прицепова // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2020. – № 2(20). – С. 45-48. – EDN XYSSGV.

УДК 331:45

СПЕЦИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА

Калачева О.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Рассмотрены вопросы условий труда на предприятиях. По результатам специальной оценки организация определяет тариф дополнительного страхового взноса.

Ключевые слова: специальная оценка условий труда, средства индивидуальной защиты, льготы и компенсации работников, опасные условия труда.

Abstract. The issues of changes in working conditions at enterprises are considered. Based on the results of a special assessment, the organization determines the rate of the additional insurance premium.

Keywords: special assessment of working conditions, personal protective equipment, benefits and compensation of employees, dangerous working conditions.

За последние 10 лет сфера охраны труда претерпела серьёзные изменения. Одним из ключевых моментов оптимизации трудового законодательства выступило принятие 28 декабря 2013 года ФЗ № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», согласно которому аттестация рабочих мест по условиям труда (АРМ) была заменена на специальную оценку условий труда (СОУТ).

Условия труда – это совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, которые оказывают влияние на здоровье работающих граждан и их работоспособность [3]. В соответствии со статьей 3 ФЗ № 426-ФЗ, специальная оценка условий труда — это единый комплекс последовательных мероприятий по идентификации вредных или опасных факторов производственной среды и трудового процесса, а также определения уровня их воздействия на работника.

Свое действие данный закон начал с 1 января 2014 года. Важно отметить, что необходимость внесения таких изменений назревала давно. Во многом соответствующие изменения были связаны с вступлением Российской Федерации в ВТО, вследствие этого большая часть установленных стандартов в различных отраслях претерпела серьезные изменения ввиду установления новых международных требований. Важно учитывать тот факт, что в международной практике не существует понятия «оценка условий труда», а используется в основном «оценка риска».

Поэтому можно твердо сказать, что вышеупомянутый Федеральный закон сделал достаточно уверенный шаг к принятию международных стандартов управления охраной труда.

Специальная оценка условий труда выполняет ту же функцию, что и аттестация рабочих мест по условиям труда, т.е. выявление фактических условий труда на рабочих местах, разработка мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда, а также предоставление различных гарантий и компенсаций тем работникам, у которых на рабочих местах были выявлены вредные или опасные условия труда. Однако сама сущность соответствующей процедуры претерпела ряд изменений, касающихся введения таких новых понятий, как «Идентификация вредных и опасных факторов», «Декларирование условий труда».

Проведение специальной оценки условий труда за счет средств работодателя выступает одной из главных отличительных особенностей СОУТ [1]. Важно упомянуть и о сроке проведения специальной оценки, так как в соответствие со статьей 8 ФЗ №426-ФЗ оценка может проводиться не реже, чем один раз в пять лет. Особое внимание заслуживает и статья 17 Закона № 426-ФЗ, содержащая основания для проведения проверки внепланового характера, однако ее проведение возможно не позднее полугода с момента его создания (что также регламентировано в статье 17 Закона №426-ФЗ) и создание рабочих мест, в отношении которых не была проведена аттестация.

Правильному и объективному проведению специальной оценки условий труда способствует, несомненно, создание комиссии по специальной оценке условий труда. Комиссия создается самой компанией, данное правило устанавливается нормой,

содержащейся в статье 9 Закона № 426-ФЗ. Число членов комиссии должно быть нечетным, во избежание возникновения спорных ситуаций, при которых голоса могут разделиться. Как правило, в состав комиссии включаются: представители работодателя, представитель выборного органа первичной профсоюзной организации или иного представительного органа работников. Во-вторых, необходимо определить количество рабочих мест, в отношении которых будет проводиться специальная оценка. Невозможно в данном случае не сказать о том, что на сегодняшний день ограничений по проведению нет, однако ранее существовал список рабочих мест, в отношении которых необходимо было проводить аттестацию.

Наверное, одним из самых значимых этапов выступает этап выбора компании, которая будет осуществлять специальную оценку условий труда. Требования к таким компаниям устанавливаются статьей 19 Закона № 426-ФЗ. После проведения всех выше обозначенных мероприятий, остается только проведение самой оценки.

В ходе специальной оценки соответствующие эксперты проверяют рабочие места. Сущность проверки заключается в поиске наличия или же отсутствия вредных или опасных производственных факторов. В случае их выявления соответствующие места подвергаются процедурам испытаний и измерений. Далее каждому рабочему месту присваивается индивидуальный класс условий труда.

Закон выделяет четыре таких класса: оптимальный, допустимый, вредный и опасный. В случае же если вредных и опасных условий труда выявлено не было, то такие места заносятся в декларацию, которая после этого представляется в трудовую инспекцию (статья 11 Закона № 426-ФЗ). После проведения оценки комиссией составляется итоговый отчет, форма которого утверждается приказом Минтруда России от 24.01.2014 № 33н и прикладывается заключение, вынесенное экспертом.

Срок процедуры ознакомления с соответствующими проведенными исследованиями равен тридцати дням. Работодатель же будет обязан разместить на официальном сайте своего предприятия ведомость результатов специальной оценки и перечень мероприятий по улучшению условий труда [4]. По результатам специальной оценки организация определяет тариф дополнительного страхового взноса. Такие тарифы различаются в зависимости от класса условий труда в соответствие с письмом ПФР от 12.02.2014 № НП-30-26/1707. Так, максимальный тариф составляет 8% — для опасных условий труда (4-й подкласс условий труда). Для работников, которые заняты во вредных условиях труда, тариф составляет от 2 до 7% (в зависимости от подкласса). Если условия труда признаны допустимыми или оптимальными (1-й и 2-й подклассы), то тариф дополнительных взносов равен нулю.

В тоже время исключено понятие «Оценка травмоопасности на рабочем месте» (в данном случае существовавший параметр больше оценке не подлежит). Таким образом, СОУТ – это единственная процедура, которая позволяет решить: предоставлять ли работникам гарантии и компенсации за условия труда и какой определять размер страховых взносов [2].

В настоящее время крупные компании осознают свою ответственность перед обществом и будущими поколениями за сохранение благоприятной экологической среды, а также сохранение жизни и здоровья работников, обеспечение их безопасности. Именно вследствие этого вопросы охраны труда и промышленной безопасности на предприятиях рассматриваются как основополагающие компоненты работы [5].

Специальная оценка условий труда включает гигиеническую оценку существующих условий и характера труда, оценку травмобезопасности рабочих мест и обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты [1]. Спецоценку проводят для сертификации объектов на соответствие требованиям охраны труда, предоставления льгот и компенсаций работникам, занятым на тяжелых, вредных и

опасных для здоровья работах, установления диагноза профессионального заболевания и его предупреждения. Кроме того, результаты спецоценки используются для планирования мероприятий по охране труда и информирования работников об условиях труда на предприятии (в том числе и при заключении трудового договора), для статистических органов при составлении отчета о состоянии условий труда, льготах и компенсациях за работу с вредными и опасными условиями труда по форме № 1-Т (условия труда), для применения административно-экономических мер воздействия к виновным в нарушении законодательства об охране труда должностным лицам [2].

Специальная оценка по условиям труда в широких масштабах осуществляется во всех субъектах РФ. Её ход регулярно освещается на страницах печати, по всей стране развернута система обучения и подготовки соответствующих кадров. И все же многие работодатели, руководители и специалисты служб охраны труда не видят или не понимают конечной цели аттестации. Особенно это проявляется на малых и средних предприятиях, в учреждениях и организациях непроизводственной сферы, в бюджетных организациях [4]. Зачастую у руководителей таких организаций вопросы охраны труда стоят на втором плане, а аттестация рабочих мест предоставляется им как дорогостоящее затратное мероприятие, не имеющее определенных целей [5].

Однако для лиц, профессионально работающих в области охраны труда, для работодателей и руководителей тех организаций, где уделяется серьезное внимание защите жизни и здоровья работающих, все более очевидным становится тот факт, что одним из направлений государственной политики в области охраны труда является создание для организаций всех организационно-правовых форм и форм собственности законодательно обоснованных экономических предпосылок для проведения мероприятий, обеспечивающих работающим оптимальные условия труда [7].

На протяжении трех последних лет в России принят и введен в действие ряд основополагающих законов по охране труда, а также правительственных постановлений, требующих безусловного проведения работодателями профилактических мероприятий, направленных на устранение, минимизацию или компенсацию воздействия вредных и опасных факторов производственной среды на здоровье работающего.

Идеология принятых нормативных актов заключается в том, что работодателю предоставляются такие возможности, при которых экономически выгоднее вложить материальные средства в создание оптимальных условий труда на рабочих местах, чем расходовать те же или намного большие средства на выплату различного рода компенсаций, связанных с возмещением ущерба, причиненного здоровью работника неблагоприятными условиями труда или несчастными случаями на производстве [3].

Принятые Правительством РФ нормативные акты свидетельствуют о стремлении федеральных ведомств к экономическому стимулированию проведения профилактических мероприятий в сфере охраны труда. В частности, страхователям предоставляются льготы, обеспечивающие возможность получения скидок в размере до 40 % к страховому тарифу по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в случае проведения профилактических мероприятий (медицинские осмотры, спецоценка по условиям труда) и при соблюдении организацией ряда других требований по охране труда (постановление Правительства РФ от 06.09.2021 № 652) [6].

Таким образом, можно сделать вывод, что технологическая разноплановость предприятий, учреждений и организаций различных отраслей экономики требует применения единого подхода при оценке состояния охраны труда в каждой

организации как со стороны самих хозяйствующих субъектов, так и со стороны органов государственного надзора и контроля.

Библиографический список

1. Прицепова, С. А. Профессиональные риски и охрана труда / С. А. Прицепова // Естественные и технические науки. – 2014. – № 11-12(78). – С. 459-460. – EDN TJVVWR.

2. Прицепова, С. А. Эффективные методы отбора проб / С. А. Прицепова //Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 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. 153-158. – EDN TXSWPS.

3. Прицепова, С. А. Развитие пороговых норм профессионального воздействия /С. А. Прицепова // Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 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. 132-138. – EDN FZDCVY.

4. Прицепова, С. А. Активные и пассивные методы взятия проб загрязняющих веществ / С. А. Прицепова // Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 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. 111-114. – EDN QYRPFW.

5. Прицепова, С. А. Принципы и методы, используемые при принятии допустимых норм / С. А. Прицепова // Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 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. 148-152. – EDN RXJUAP.

6. Прицепова, С. А. Актуальность вопросов изучения профессиональных рисков в России / С. А. Прицепова // Естественные и технические науки. – 2014. – № 11-12(78). – С. 456-458. – EDN TJVVWH.

УДК 331:45

ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Калачева О.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В данной статье рассматриваются проблемы экологической безопасности транспортной инфраструктуры. В качестве примера проведена расчетная оценка величины выбросов магистральных тепловозов серии ТЭП-70.

Ключевые слова: природоохранительное законодательство, экологические правонарушения, экология, транспортная инфраструктура.

Annotation. The paper deals with the problems of environmental safety of transport infrastructure. As an example, a calculated assessment of the emission value of mainline diesel locomotives of TEP-70 series is made.

Keywords: environmental legislation, environmental offences, ecology, transport infrastructure.

Экологическая безопасность инфраструктуры каждого вида транспорта в современном мире является одним из основных конкурентных преимуществ. Решение о развитии транспортной инфраструктуры федеральные и региональные власти принимают, все больше ориентируясь на их экологические последствия. При этом проблемы обеспечения экологической безопасности полезно рассматривать в контексте общей безопасности транспортной инфраструктуры [2].

В настоящее время в Российской Федерации на долю железнодорожного транспорта приходится 75% грузооборота и 40% пассажирооборота транспорта общего пользования. Такие объемы работ связаны с большим потреблением природных ресурсов и, соответственно, выбросами загрязняющих веществ в биосферу.

Снижение масштабов воздействия железнодорожного транспорта на окружающую среду объясняется следующими основными причинами:

- низкий удельный расход 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);
- широкое применение электрической тяги (в этом случае выбросы загрязняющих веществ от подвижного состава отсутствуют);
- меньшее отчуждение земель под железные дороги по сравнению с автодорогами.

Основными техническими проблемами экологической безопасности на железнодорожной инфраструктуре являются: охрана воздушной среды – путем защиты от шума и вибраций (а также вредных выбросов в атмосферу от продуктов горения тепловозов) и водной – с помощью очистительных сооружений.

Источниками загрязнения воздушной среды шумом и вибрацией при использовании тягового подвижного состава являются: маневровая работа на станции, громкоговорящая связь, звуковые сигналы тепловозов, двигатели тепловозов, вентиляторы, охлаждающие двигатели, передвижения локомотивов и составов по стыковым путям и стрелочным переводам, соединение подвижных единиц, перевод стрелок, опробование тормозной магистрали пассажирских составов, работа вагономоечной машины. Хотя территории, прилегающие к станциям, чаще всего страдают от шума, исходящего от подвижного состава, это также действует на людей, живущих и работающих в непосредственной близости от таких станций. Станционная работа, как правило, производится тепловозами: маневровая работа – тепловозом серии «ЧМЭ-3» и поездная работа – тепловозом серии «ТЭП-70».

Источниками загрязнения воздушной среды вредными выбросами в атмосферу служат маневровые и поездные тепловозы, продукты горения от котельных, обслуживающие здания и сооружения на станции.

Источниками загрязнения водной среды являются технологические процессы, связанные с подготовкой пассажирских составов в рейс: внутренняя мойка и наружная обмывка вагонов, влажная уборка бытовых и служебных помещений, обслуживание санузлов с использованием химических средств; заправка вагонов водой, при этом неизбежен пролив воды на железнодорожное полотно, загрязненное мазутом и

примесями; слив использованной воды из систем отопления и водоснабжения пассажирских вагонов [4].

Кроме того, технологические процессы, связанные с перевозкой пассажиров (переформирование составов пассажирских поездов, мойка составов на вагономоечной машине, проба тормозов), и само движение поездов являются источниками интенсивного транспортного шума, который оказывает отрицательное воздействие на здоровье железнодорожников, пассажиров, провожающих и жителей районов, прилегающих к железной дороге.

На железнодорожном транспорте меры борьбы с шумом от локомотивов включают в себя акустическое совершенствование конструкций подвижного состава. Важнейшими составляющими шума от локомотивов являются шум в окружающем пространстве от его движения и шум, возникающий внутри самого локомотива. Борьба с первой составляющей шума предполагает замену стыкового пути на бесстыковой, применение резиновых подрельсовых прокладок, совершенствование тормозной системы транспортных средств, ограничение скоростей движения в районах городской застройки, применение глушителей шума на тепловозных силовых установках, запрет мощных звуковых сигналов. Для снижения шума внутри локомотива (в кабинах машинистов локомотивов) проводятся конструкторские мероприятия, связанные с установкой шумоизоляции в обшивку, с совершенствованием тормозных и сцепных устройств, улучшением систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Важным моментом является защита окружающей среды от вредных выбросов в атмосферу от продуктов горения тепловозов. Если рассматривать транспорт вообще, то доля железнодорожного транспорта относительно степени загрязнения окружающей природной среды достаточно мала (она составляет менее 10% от всех используемых видов транспорта). Если сравнивать весь подвижной состав, то значительный «вклад» в загрязнение атмосферного воздуха вносят именно автономные локомотивы – тепловозы. Тепловозы выполняют по 100% маневровой и 5% поездной работы.

По своей природе отработавшие газы дизелей представляют собой сложную многокомпонентную смесь газов, паров, капель жидкостей и дисперсных твердых частиц. Отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания содержат около 280 компонентов разной степени токсичности. При использовании в дизелях углеводородных топлив нефтяного происхождения и атмосферного воздуха в качестве окислителя отработавшие газы дизеля на 99% состоят из нетоксичных компонентов – продуктов полного сгорания (диоксида углерода CO_2 и водяного пара H_2O), а также азота и кислорода воздуха [3; 5].

Токсичность отработавших газов дизелей определяется, следовательно, оставшимся одним процентом объема отработавших газов, в который входят: оксиды азота, оксид углерода, несгоревшие углеводороды, дисперсные твердые частицы (основным компонентом которых является сажа). Среди всех потребителей топлива локомотивного хозяйства, тепловозные дизели являются главными источниками вредных выбросов в окружающую среду. На их долю приходится 30% выбросов оксида углерода, 41,5% выбросов оксидов азота, около 16% выбросов диоксида серы и 21% сажи [1; 6]. Таким образом, основное количество выбросов вредных веществ приходится на оксиды азота.

Расчет выбросов в атмосферу пассажирских и маневровых тепловозов производится в зависимости от режимов работы двигателя по мощности и по относительному времени его эксплуатации. Наибольшая продолжительность работы двигателя была отмечена на холостом режиме, а наименьшая – при режиме максимальной мощности работы двигателя. Предположим, что нужно рассчитать величину выбросов загрязняющих веществ с отработанными газами магистральных

тепловозов серии ТЭП-70 и серии ЧМЭ-3 в сутки. Общая масса каждого вещества, выброшенного двигателем таких магистральных тепловозов при работе в определенном режиме, рассчитывается по формуле:

$$C_{ij} = \sum_{N=1}^{n} (g_{ijk} \cdot \tau_k \cdot T \cdot K_f \cdot K_t), \quad (1)$$

где g_{ijk} - удельный вес каждого загрязняющего вещества при работе двигателя в определенном режиме, кг/час;

τ_k - доля времени работы двигателя в определенном режиме, %;

T - суммарное время работы тепловоза, час;

K_f - коэффициент влияния технического состояния тепловозов.

Срок эксплуатации тепловозов серии ТЭП-40 – 15 лет, серии ЧМЭ-3 – 20 лет, тогда $K_f = 1{,}2$;

K_t - коэффициент влияния климатических условий на работу тепловозов, $K_e = 1{,}0$;

n - количество режимов работы двигателя.

Нормативные значения удельных выбросов загрязняющих веществ с отработанными газами дизельных двигателей указаны в таблице 1.

Таблица 1 - Распределение времени работы тепловозов на станции в долях

Серия тепловоза	Режим работы двигателя				
	холостой ход	25%	50%	75%	полная мощность
1	2	3	4	5	6
ЧМЭ-3	0,34	0,39	0,12	0,1	0,05
ТЭП-70	0,73	0,22	0,05	-	-

Для магистральных тепловозов содержание загрязняющих веществ в отработанных газах определяется для четырех компонентов, а для маневровых – для трех компонентов. Расчет выбросов продуктов горения на станции для магистральных тепловозов в пассажирском движении произведен в трех режимах работы двигателя:

- режим холостого хода – во время стоянки пассажирского поезда на станции;
- режим использования мощности двигателя на 25% - во время прибытия поезда на станцию, а также во время подачи и уборки под состав пассажирского поезда своего формирования;
- режим использования мощности двигателя на 75% - во время отправления поезда со станции.

Таким образом, можно сделать вывод, что рассмотренные экологические последствия влияния железнодорожного транспорта на окружающую среду не являются исчерпывающими и могут иметь другие проявления в конкретных ситуациях.

Библиографический список

1. Прицепова, С. А. Развитие пороговых норм профессионального воздействия /С. А. Прицепова // Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 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. 132-138. – EDN FZDCVY.

2. Прицепова, С. А. Актуальность вопросов изучения профессиональных рисков в России / С. А. Прицепова // Естественные и технические науки. – 2014. – № 11-12(78). – С. 456-458. – EDN TJVVWH.

3. Прицепова, С. А. Эффективные методы отбора проб / С. А. Прицепова //Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 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. 153-158. – EDN TXSWPS.

4. Прицепова, С. А. Профессиональные риски и охрана труда / С. А. Прицепова // Естественные и технические науки. – 2014. – № 11-12(78). – С. 459-460. – EDN TJVVWR.

5. Прицепова, С. А. Активные и пассивные методы взятия проб загрязняющих веществ / С. А. Прицепова // Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 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. 111-114. – EDN QYRPFW.

6. Прицепова, С. А. Принципы и методы, используемые при принятии допустимых норм / С. А. Прицепова // Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 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. 148-152. – EDN RXJUAP.

УДК 331:45

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА В РАБОЧИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Калачева О.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье рассматривается зависимость здоровья и работоспособности человека от значений параметров микроклимата, когда изменяется класс условий труда по степени вредности и опасности. Приведены классы условий труда по показателям температуры воздуха.

Ключевые слова: тяжесть выполняемых работ, зона производственных помещений, теплоизбыток, здоровье человека.

Abstract. The article considers the dependence of human health and working capacity on the values of microclimate parameters when the class of working conditions changes according to the degree of harmfulness and danger. Classes of working conditions according to air temperature are given.

Keywords: severity of work performed, industrial premises area, heat surplus, human health.

Для поддержания здоровья и работоспособности человека в нормальных пределах разработаны санитарные нормы (СН) микроклимата в производственных помещениях на температуру, влажность и скорость движения воздуха с учетом тепловой радиации (избытков явного тепла). Атмосферное давление мало влияет на

здоровье человека и требует больших затрат на его регулирование в помещениях. Поэтому оно не нормируется. Санитарные нормы и ГОСТ 12.1.015 ограничивают параметры микроклимата в зависимости от периода года (теплый – выше +10°С или переходный и холодный – ниже +10°С), тяжести выполняемых работ, характера теплоизбытков в помещении (нормы подразделяются на оптимальные и допустимые [1], и оптимальные нормы представлены в таблице 1).

Таблица 1 - Оптимальные нормы температуры, влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений с незначительными избытками явного тепла (извлечения из ГОСТ 12.1.015)

Сезон года	Категория работ	Температура, °С	Скорость движения воздуха, м/с, не более	Влажность, %
Холодный и переходный	I	20 – 23	0,2	40 – 60
	IIа	18 –20	0,2	40 – 60
	IIб	17 – 19	0,3	40 – 60
	III	16 – 18	0,3	40 – 60
Тёплый	I	22 – 25	0,2	40 – 60
	IIа	21 – 23	0,3	40 – 60
	IIб	20 – 22	0,4	40 – 60
	III	18 – 21	0,5	40 – 60

Работы по тяжести подразделяются на следующие категории в соответствии с ГОСТ 12.1.015 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»: легкая – I, средней тяжести – II, тяжелая – III. Категория работ определяется затратами человеком энергии:

- к I категории относят работы, производимые сидя, стоя или при ходьбе, не требующие систематического напряжения или поднятия и переноски тяжестей;
- к категории II – работы, сопровождающиеся постоянной ходьбой или выполняемые стоя, сидя, связанные с переноской тяжестей до 10 кг;
- к категории III относят работы по переноске тяжестей свыше 10 кг, работы в стесненных условиях с напряжением зрения, слуха, дыхания и др. [3]. Примерные энергозатраты по классу условий труда представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Классы условий труда по показателю ТНС-индекса, °С, для открытых территорий в теплый период года и производственных помещений с нагревающим микроклиматом независимо от периода года

Категория работ*	Общие энергозатраты, (пределы), Вт/м^2*	Класс условий труда						
		оптимальный – 1	допустимый – 2	вредный – 3				опасный – 4
				3.1	3.2	3.3	3.4	
Ia	68 (58 – 77)	22,2 – 26,4		25,5 – 26,6	26,7 – 27,4	27,5 – 28,6	28,7 – 31,0	>31,0
Iб	88 (78 – 97)	21,5 – 25,8		25,9 – 26,1	26,2 – 26,9	27,0 – 27,9	28,0 – 30,3	>30,3
IIa	113 (98 – 129)	20,5 – 25,1		25,2 – 25,5	25,6 – 26,2	26,3 – 27,3	27,4 – 29,9	>29,9
IIб	145 (130 – 160)	19,5 – 23,9		24,0 – 24,2	24,3 – 25,0	25,1 – 26,4	26,5 – 29,1	>29,1
III	177 (161 – 193)	18,0 – 21,8		21,9 –22,2	22,3 –23,4	23,5 – 26,4	25,8 – 27,9	>27,9

Примечание: *в соответствии с приложением 1 к СанПиН 2:2.4.548-16 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»

В зависимости от значений параметров микроклимата изменяется класс условий труда по степени вредности и опасности (пример приведен в табл.3).

Таблица 3 - Классы условий труда по показателям микроклимата для производственных помещений и открытых территорий в теплый период года

Показатель	Класс условий труда						
	оптимальный – 1	допустимый – 2	вредный – 3				опасный – 4
			3.1	3.2	3.3	3.4	
Тепловое излучение, Вт/м^2**	*	*	1001 – 1500	1501 – 2000	2001 – 2500	2501 – 2800	>2800
Температура воздуха, °С	*	*	по показателю ТНС-индекса (см. табл. 2), по температуре воздуха для помещений с охлаждающим микроклиматом (см. табл. 4)				
Скорость движения воздуха	*	*	учтена в показателе ТНС-индекса (см. табл. 2) при оценке охлаждающего микроклимата учитывается в качестве температурной поправки (см. табл. 4)				
Влажность воздуха, %	*	*	по показателю ТНС-индекса (см. табл. 2)				
			14 – 10	< 10	–	–	
ТНС-индекс, °С	по табл. 2						

Примечание: 1) *в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-16 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;

**в диапазоне теплового излучения 141-1000 Вт/м^2 нагревающий микроклимат оценивают по ТНС-индексу.

2) Значения ТНС-индекса приведены применительно к человеку, одетому в комплект легкой летней одежды с теплоизоляцией 0,5-0,8 кло.

Микроклимат разделяют на нагревающий и охлаждающий [1]. Нагревающий (или охлаждающий) микроклимат – это такое сочетание температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения, которое приводит к нарушению теплообмена человека с окружающей средой, выражающееся в накоплении в организме тепла выше верхней границы оптимальной величины 0,87 кДж/кг (или к появлению такого же дефицита тепла) [4]. Класс условий труда от нагревающего микроклимата оценивается по таблицам 2 и 3, от охлаждающего – 4 и 5.

Таблица 4 - Классы условий труда по показателю температуры воздуха (°С, нижняя граница) для открытых территорий в холодный период года и в холодных (не отапливаемых) помещениях

Климатическая зона*	Теплоизоляция одежды, кло	Класс условий труда					
		2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
IA	0,71	– 30	– 36	– 38,5	– 40,8	– 60	> – 60
IБ	0,82	– 38	– 46,2	– 48,9	– 54,4	– 70	> – 70
II	0,61	– 23	– 29,4	– 31,5	– 35,7	– 48	> – 48
III	0,51	– 15,9	– 21,3	– 23	– 26	– 37	> – 37

Примечание: *в соответствии с приложением 14 руководства Р2.2.755-99 «Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса» [5].

Класс условий труда при работе в помещениях с охлаждающим микроклиматом представлен в таблице 5 применительно к работникам, одетым в комплект одежды с теплоизоляцией 1 кло. При наличии теплового облучения от 141 до 1000 Вт/м^2 оценка условий труда проводится на основе определения конкретной термической нагрузки на оператора, при облучении > 1000 Вт/м^2 класс условий труда устанавливается по показателю «тепловое облучение» в таблице 2.

Таблица 5 - Классы условий труда по температуре воздуха (°С, нижняя граница) при работе в производственных помещениях с охлаждающим микроклиматом

Категория работ*	Общие энергозатраты, (пределы), Вт/м^2*	Класс условий труда				
		оптимальный – 1 и допустимый – 2	вредный – 3			
			3.1	3.2	3.3	3.4
Iа	68 (58 – 77)	*	18	16	14	12
Iб	88 (78 – 97)	*	17	15	13	11
IIа	113 (98 – 129)	*	14	12	10	8
IIб	145 (130 – 160)	*	13	11	9	7
III	177 (161 – 193)	*	12	10	8	6

Примечание: *по СанПиН 2.2.4.548-16 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» соответственно для оптимальных и допустимых параметров микроклимата;

- при увеличении скорости движения воздуха на 0,1 м/с от оптимальной по СанПиН 2.2.4.548-96 температура воздуха должна быть увеличена на 0,2 °С.

Градация условий труда в рассмотренных таблицах приведена для относительно монотонного микроклимата. Нагревающий микроклимат оценивается по интегральному показателю «тепловая нагрузка среды» (ТНС-индексу) [6]. ТНС-индекс отражает совокупное влияние температуры, скорости и влажности воздуха, а также теплового излучения на теплообмен человека с окружающей средой и выражается в °С.

Оптимальные и допустимые условия труда (то есть условия труда, соответствующие 1 и 2 классу) можно оценивать как по ТНС-индексу, так и по санитарным нормам. В таблице 2 и 3 делается оценка труда при тепловом облучении человека ≤ 1000 Вт/м^2 (облучении $\leq 25\%$ поверхности его тела), одетого в комплект легкой летней одежды с теплоизоляцией 0,5-0,8 кло (1кло = 0,155°С·м^2/Вт). При использовании специальной теплозащитной одежды оценка условий труда должна выполняться по физиологическим показателям теплового состояния человека в соответствии с методическими рекомендациями № 5168-90 «Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания». Облучение, превышающее 1000 Вт/м^2, характеризует условия труда как вредные и опасные, если даже ТНС-индекс имеет допустимые параметры. При этом класс условий труда определяется по наихудшему показателю: ТНС-индексу или тепловому облучению [7].

Класс условий труда при работах на открытой территории в холодный период года и в неотапливаемых помещениях определяется по таблице 4 при условии, что человек одет в одежду с соответствующей теплоизоляцией (ГОСТ 29338-92 и ГОСТ 29335-92), выполняет работу средней тяжести с соблюдением времени непрерывного пребывания в охлаждающей среде (не более 2 ч) и защитой органов дыхания при температуре воздуха – 40°С и ниже. Указана температура относительно спокойного воздуха; при ветре температура должна быть повышена на 2,2 °С на каждый 1 м/с увеличения его скорости.

ТНС-индекс рассчитывается по показаниям влажного $t_{вл}$, сухого $t_с$ и шарового $t_ш$ термометров.

Если параметры (или хотя бы один из них), определяющие ТНС-индекс, непостоянны во времени, то определяется их среднесменная величина и среднесменное значение ТНС-индекса. Допускается для быстрого определения ТНС-индекса делать одно измерение в точке с максимальным тепловым воздействием.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что класс вредности и опасности условий труда определяется по наиболее выраженному показателю: ТНС-индексу или тепловому излучению. При воздействии на работающих двух и более факторов, определяющих одну степень условий труда, их переводят в следующую степень вредности. Для обеспечения среднесменного термического напряжения работающих на допустимом уровне суммарная продолжительность их работы в течение смены должна составлять не более 7, 5, 3 и 1 ч соответственно для 1, 2, 3, 4-й степени вредности 3-го класса. Если это время больше, то условия труда переводят в следующую степень вредности. Применение спецодежды не исключает соблюдения должной регламентации времени работы в неблагоприятной среде.

Библиографический список

1. Прицепова, С. А. Профессиональные риски и охрана труда / С. А. Прицепова // Естественные и технические науки. – 2014. – № 11-12(78). – С. 459-460. – EDN TJVVWR.

2. Прицепова, С. А. Эффективные методы отбора проб / С. А. Прицепова //Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 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. 153-158. – EDN TXSWPS.

3. Прицепова, С. А. Развитие пороговых норм профессионального воздействия /С. А. Прицепова // Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 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. 132-138. – EDN FZDCVY.

4. Прицепова, С. А. Активные и пассивные методы взятия проб загрязняющих веществ / С. А. Прицепова // Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 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. 111-114. – EDN QYRPFW.

5. Прицепова, С. А. Принципы и методы, используемые при принятии допустимых норм / С. А. Прицепова // Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 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. 148-152. – EDN RXJUAP.

6. Прицепова, С. А. Актуальность вопросов изучения профессиональных рисков в России / С. А. Прицепова // Естественные и технические науки. – 2014. – № 11-12(78). – С. 456-458. – EDN TJVVWH.

7. Прицепова, С. А. Ионизирующее излучение как биологическое воздействие /С. А. Прицепова // 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.53-55. – EDN WJIIVW.

УДК 331:45

ОХРАНА ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Калачева О.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье рассмотрены проекты экологической безопасности на железнодорожных объектах.

Ключевые слова: отрицательное воздействие, бережное отношение, политика государства, железнодорожные объекты.

Annotation. The article deals with environmental safety projects at railway facilities.

Key words: negative impact, careful attitude, state policy, railway facilities.

Железнодорожный транспорт - один из наиболее экологически чистых видов транспорта. Его перевод с паровой тяги на электрическую и тепловозную, которыми в настоящее время выполняется практически вся поездная работа, способствовал улучшению экологической обстановки: исключено влияние угольной пыли и вредных выбросов паровозов в атмосферу [5].

Дальнейшая электрификация железных дорог, т.е. замена тепловозов электровозами, позволяет исключить загрязнение воздуха отработавшими газами дизельных двигателей. Основной путь снижения выбросов токсичных веществ тепловозами заключается в уменьшении их образования в цилиндрах двигателей. Важное значение имеют обезвреживание отработавших газов и правильная эксплуатация тепловозов.

Для защиты окружающей природной среды необходимо наряду с ограничением дыма бороться с искрами, источниками которых являются газоотводные устройства тепловозов, а также чугунные тормозные колодки локомотивов и вагонов. Искры могут быть причиной пожаров на территориях, примыкающих к железным дорогам. Ограничить искровыделение из газоотводных устройств, свидетельствующих о неполном сгорании топлива, можно осуществлением мероприятий, направленных на улучшение теплотехнического состояния тепловозов, а также установкой искрогасителей. Применение тормозных колодок из синтетических и композиционных материалов устраняет искрение [1].

Для защиты от шума при проектировании железных дорог необходимо предусматривать в городах обходные линии для пропуска транзитных грузовых поездов без захода в город, размещать сортировочные станции за пределами населенных пунктов, а технические станции и парки резервного подвижного состава - за пределами селитебной территории. Вне этой территории должны проходить железнодорожные линии для грузовых перевозок и подъездные пути.

Остается острой проблема отходов производства и потребления. В целях сокращения объемов образующихся промышленных отходов большое внимание

уделяется вопросам внедрения малоотходных технологий. Так, освоен и успешно применяется безотходный технологический процесс обмывки внутренних поверхностей железнодорожных цистерн и мойки колесных пар и других деталей с помощью моющего препарата «УБОН» (универсальный безотходный отмыватель нефтепродуктов) [1].

Основными направлениями деятельности по охране и рациональному использованию водных ресурсов являются сокращение потребления воды питьевого качества на производственные нужды, снижение сброса загрязненных сточных вод от существующих локальных и узловых очистных сооружений, перевод сточных вод железнодорожных предприятий в территориальные системы канализации, применение менее водоемких технологических процессов, внедрение систем оборотного и повторного водоснабжения, сокращение утечек и потерь воды [3].

Предприятия железнодорожного транспорта используют все возможные способы обезвреживания отходов, включая и биологический. Так, при проведении санации замазученных грунтов применяют бактериальные препараты «Олеоварин», «Путидойл», «Термнефтехим», «Сойлекс» и др.

Экологическая безопасность - состояние защищенности личности, общества, государства от потенциальных или реальных угроз, создаваемых последствиями вредного воздействия на окружающую среду, вызываемых повседневным загрязнением среды обитания в связи с хозяйственной деятельностью человека, функционированием производственных объектов, а также в результате стихийных бедствий и катастроф [2]. В рамках соблюдения экологической безопасности на ОАО «РЖД» проводятся несколько программ и проектов.

Так, в ОАО «РЖД» с целью выполнения основных экологических обязательств реализуется инвестиционный проект «Обеспечение экологической безопасности», в рамках которого осуществляются строительство и реконструкция очистных сооружений, приобретение установок и оборудования природоохранного назначения, оснащение экологических лабораторий, закупка оборудования для ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов. В 2020 году на эти цели израсходовано 322,6 млн. руб. капитальных вложений. В рамках проекта «Обеспечение экологической безопасности» в 2021 году построено, реконструировано и введено в эксплуатацию 9 природоохранных объектов; внедрено 3 единицы оборудования по очистке выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, доочистке сточных вод; поставлено: 4 передвижные экологических лаборатории на базе автомобиля «Газель», 29 комплектов аналитических приборов и лабораторного оборудования и 24 прибора для пунктов экологического контроля выбросов от тепловозов; приобретено более 160 технических средств для ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов.

Техническое перевооружение ОАО «РЖД», проводимое по замене подвижного состава, реконструкции инфраструктуры, обеспечивает снижение техногенного воздействия на окружающую среду. При капитальном ремонте тепловозов осуществляется замена устаревших двигателей на современные, более экологичные двигатели отечественного производства, которые повышают топливную экономичность отремонтированных тепловозов на 15 %, улучшают экологические показатели на 30 %. В полосе отвода железных дорог ежегодно создаются новые защитные лесонасаждения. При капитальном ремонте пути заменяются деревянные шпалы, пропитанные антисептиками, на экологически чистые железобетонные шпалы. С 2021 года ведутся работы по оснащению пассажирского подвижного состава экологически чистыми туалетами закрытого типа с баками-сборниками (ЭЧТ), которые исключают бактериальное загрязнение железнодорожного полотна и прилегающих территорий.

В рамках программы ресурсосбережения выполняются следующие проекты: электрификация железных дорог; реконструкция и строительство объектов технологического и коммунального назначения, в том числе обновление объектов стационарной теплоэнергетики, водоснабжения и водоотведения. Внедряемые по Программе ресурсосбережения технические средства и технологии позволяют снизить расход топлива в тяговой и стационарной энергетике.

Эти проекты имеют прямое влияние на снижение негативного воздействия ОАО «РЖД» на окружающую среду.

Кроме того, ОАО «РЖД» активно ведет работы по внедрению новых экономичных, экологически чистых отопительных систем: газовых инфракрасных излучателей, систем инфракрасного электрического обогрева, тепловых насосов и др. экологически чистых технических средств для обогрева помещений.

Равновесие в природной среде обеспечивается поддержанием энергетического, водного, биологического, биогеохимического балансов и их изменением в определенный промежуток времени. Обеспечить равновесие в природе можно с помощью правовых, социально-экономических, организационных, технических, санитарно-гигиенических, биологических и других методов. Правовые методы регламентируют нормы и порядок природопользования исходя из условия сохранения относительного равновесия в окружающей среде. Социальные методы основаны на ответственности всех слоев общества за состояние охраны окружающей среды. Экономические методы предусматривают определенные виды затрат на сохранение равновесия окружающей среды, рациональную плату за ресурсы, возмещение ущерба. Организационные методы основаны на научной организации природопользования и выполнении административных и правоохранных мер по предотвращению вредного воздействия на окружающую среду. Технические методы основаны на создании новых технологий и производственного оборудования, уменьшающих вредное воздействие на природную среду, внедрение эффективных средств очистки выбросов в атмосферу и сбросов в водоемы. Санитарно-гигиенические методы предусматривают обязательный контроль за состоянием окружающей среды с целью своевременного принятия мер по предотвращению вредного влияния загрязнений на людей и природу.

Сохранение ОПС достигается проведением целого ряда мероприятий, которые организуются и осуществляются в процессе выполнения задач, стоящих перед железнодорожными объектами и представляют из себя комплекс воспитательных, организационно-плановых, научно-технических, материально-технических, эксплуатационных, правовых и финансовых мероприятий.

Воспитательные мероприятия имеют своей целью разъяснение личному составу политики государства в области охраны ОПС природоохранного законодательства России, воспитания железнодорожников в духе бережного отношения к ОПС. При проведении этих мероприятий необходимо добиваться понимания и глубокого осмысления каждым железнодорожником необходимости бережного отношения к природе, механизмов воздействия человека на природные экосистемы; возможных последствий и форм проявления этого отрицательного воздействия; необходимости и возможности принятия конкретных мер по охране природы даже, на первый взгляд, обыденных и ничем не примечательных (например: не ходить по газонам, не выливать отработанный ГСМ на грунт или в ливневую систему и т.д.) [1].

Организационно-плановые мероприятия заключаются в управлении всеми видами деятельности в железнодорожном объекте по охране ОПС и включают:

- разработку экологического паспорта с материалами по инвентаризации источников загрязнения, а также согласование с местными органами Министерства

природных ресурсов России лимитов на выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, сбросы сточных вод и размещение твердых оптовых отходов;

- разработку раздела «Охрана окружающей природной среды и рациональное использование природных ресурсов в годовом хозяйственном плане» (а где такой план не составляется, то разработку годовых природоохранных мероприятий);

- разработку перспективного плана мероприятий по охране ОПС и рациональному использованию природных ресурсов;

- оформление документов на право землепользования;

- оформление документов по водопотреблению (разрешение на спецводопользование, журналы учета потребления и др.);

- разработку руководящих и методических документов железнодорожного объекта по организации учебы и повседневной деятельности железнодорожного транспорта с учётом природоохранных норм и правил (например, в периоды высиживания птенцов птицами или нереста рыбы в водоемах природоохранные органы запрещают проведение стрельб, форсирование водоемов и т.п.);

- включение в годовые планы по развитию и совершенствованию учебной материально-технической базы отдельных разделов или пунктов по вопросам охраны ОПС;

- ведение постоянного учета источников загрязнения ОПС;

- организация взаимодействия с местными природоохранными органами по выполнению их предписаний и рекомендаций;

- выполнение других мероприятии по обеспечению охраны ОПС, исходя из специфики конкретного железнодорожного объекта.

Материально-технические мероприятия включают:

- строительство и реконструкцию систем канализации и очистных сооружений;

- обеспечение железнодорожного объекта оборудованием для сбора и обезвреживания отходов, для контроля степени загрязнения ОПС, качества очистки сточных вод и химического состава газов, выбрасываемом в атмосферу;

- своевременное проведение профилактических осмотров и ремонта техники, оборудования систем очистки и обезвреживания отходов [3].

Научно-технические мероприятия имеют целью приведение уровня эксплуатации и технического обслуживания транспортных средств к определенным стандартам. Эта группа включает в себя проведение мероприятий по сокращению поступлений загрязняющих веществ в ОПС путем установки газоочистных установок, герметизации оборудования, изготовления приспособлений для сбора технологических отходов, их временного хранения и последующей утилизации. При принятии решения на строительство или реконструкцию объектов, на разработку агрегатов и других технических устройств по сокращению отрицательного воздействия на ОПС, внимание обращается только на те, что имеют максимальную эффективность [2].

Эксплуатационные мероприятия имеют своей задачей снижение уровня загрязнения окружающей природной среды путем повышения культуры эксплуатации транспорта и различных технических систем и устройств. Эти мероприятия включают:

- осуществление охраны атмосферного воздуха путем организации регулярного контроля состава отходящих газов от котельных, токсичности выхлопных газов двигателей техники (по основным загрязняющим веществам, перечень которых согласовывается с местными природоохранными органами);

- организацию рационального водопользования, включающего в себя проведение мероприятий по экономии воды, надлежащему содержанию санитарно-охранных зон водозаборных сооружений, регулярному проведению лабораторных исследований качества воды, поддержанию в исправном состоянии систем

водоснабжения (и прежде всего запорной арматуры и водомерных устройств), получению разрешительной документации на спецводопользование, а также применение систем оборотного (повторного) водоснабжения;

- осуществление канализования сточных вод, включающее в себя организацию правильной эксплуатации систем канализации и очистных сооружений, своевременное проведение профилактических и ремонтных работ на них, проведение лабораторного контроля за качеством сточных вод, а при наличии в железнодорожных объектах туалетов выгребного типа, организацию регулярной проверки их санитарного состояния и периодической очистки;

- оборудование складов, парков техники, котельных на жидком топливе средствами сбора и утилизации нефтепродуктов и замазученных вод;

- оборудование пунктов предварительной очистки и пунктов чистки и мойки техники системами оборотного водоснабжения (категорически запрещено использовать в этих целях питьевую воду и воду из системы отопления) [4];

- строгое соблюдение ветеринарно-санитарных норм и правил содержания подсобных хозяйств;

- поддержание санитарного порядка на закрепленной территории, своевременный вывоз бытового мусора.

К числу правовых мероприятий относится доведение и разъяснение природоохранительного законодательства России, выявление всех без исключения случаев нарушения природоохранного законодательства и других нормативных документов, установление виновных в этом должностных лиц, отдельных железнодорожников и привлечение их к установленной законодательством ответственности. При определении ответственности должностных лиц необходимо учитывать, что к ответственности привлекаются как лица, непосредственно допустившие загрязнение ОПС своими действиями, так и те, кто способствовал этому своим бездействием [5].

Финансово-экономические мероприятия обеспечивают реализацию природоохранных мероприятий, требующих капиталовложений, а также экономическое обоснование, принимаемых решений [6].

В результате проведенной работы можно сделать вывод, что особенностью охраны природных систем на железнодорожных объектах является необходимость постоянного и комплексного осуществления всех мероприятий, направленных на снижение отрицательного воздействия железнодорожного объекта на атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, а также почву.

Библиографический список

1. Прицепова, С. А. Развитие пороговых норм профессионального воздействия /С. А. Прицепова // Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 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. 132-138. – EDN FZDCVY.

2. Прицепова, С. А. Эффективные методы отбора проб / С. А. Прицепова //Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 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. 153-158. – EDN TXSWPS.

3. Прицепова, С. А. Актуальность вопросов изучения профессиональных рисков в России / С. А. Прицепова // Естественные и технические науки. – 2014. – № 11-12(78). – С. 456-458. – EDN TJVVWH.

4. Прицепова, С. А. Профессиональные риски и охрана труда / С. А. Прицепова // Естественные и технические науки. – 2014. – № 11-12(78). – С. 459-460. – EDN TJVVWR.

5. Прицепова, С. А. Активные и пассивные методы взятия проб загрязняющих веществ / С. А. Прицепова // Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 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. 111-114. – EDN QYRPFW.

6. Прицепова, С. А. Принципы и методы, используемые при принятии допустимых норм / С. А. Прицепова // Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 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. 148-152. – EDN RXJUAP.

УДК 656.075

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ВЫЧИСЛЕНИЯ ПЕРЕСТАНОВКИ ПО ЕЕ НОМЕРУ

Кожевников А.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Предлагается модифицированный алгоритм вычисления перестановки по ее номеру в лексикографическом порядке. Приводится максимально возможная для печатной публикации визуализация этого алгоритма в виде схем и программы в LabVIEW.

Ключевые слова: алгоритм перестановки, визуализация, LabVIEW.

Abstract. A modified algorithm for calculating a permutation by its number in lexicographic order is proposed. The maximum possible visualization of this algorithm in the form of a diagram and a program in LabVIEW is given for a printed publication.

Keywords: permutation algorithm, visualization, LabVIEW.

В одной из работ по курсу программирования были приведены несколько типовых алгоритмов для работы с перестановкой элементов некоторой последовательности [1]. Так, С.М. Окуловым в ряду таких задач рассматривается вычисление перестановки по ее номеру в лексикографическом порядке. Если разобраться, то данный алгоритм оказывается достаточно простым, однако, на наш взгляд, были допущены несколько неточностей. Целью данной публикации является попытка более наглядного представления задачи вычисления перестановки по ее номеру в лексикографическом порядке.

В качестве основы возьмем тот же пример, который используется С.М.Окуловым [1], но несколько изменим исходный алгоритм. Пусть количество элементов, подвергающихся перестановке, N=8. Номер перестановки L=37021. Вначале определим исходный порядок элементов, обозначив их цифрами M={1,2,3,4,5,6,7,8}. Общее количество вариантов перестановок определяется как $N!$ и в данном примере

составляет 40320, поэтому номер L приемлем, т.к. $L< N!$. На первом этапе алгоритма необходимо получить массив индексов, вычисление которых опирается на две функции: DIV - целая часть от деления, и MOD - целый остаток от деления. Делители определяются как $(N-1)!$, $(N-2)!$ ... 1!, следовательно их количество, в данном случае, есть $N-1=7$, а их значения: $P=\{5040,720,120,24,6,2,1\}$. Процесс вычисления массива индексов итерационный, в котором целый остаток от деления на i-том шаге является исходной информацией для $(i+1)$-го шага. Как и у автора курса [1], проиллюстрируем данный аспект в виде таблицы 1. Набор значений, полученных как целая часть от деления (L DIV P), и определяет искомый массив индексов.

Таблица 1 - Вычисление массива индексов

i	L	P	L MOD P	L DIV P
1	37021	5040	1741	7
2	1741	720	301	2
3	301	120	61	2
4	61	24	13	2
5	13	6	1	2
6	1	2	1	0
7	1	1	0	1

Теперь рассмотрим, как реализуется перестановка, исходя из полученного результата (рис.1).

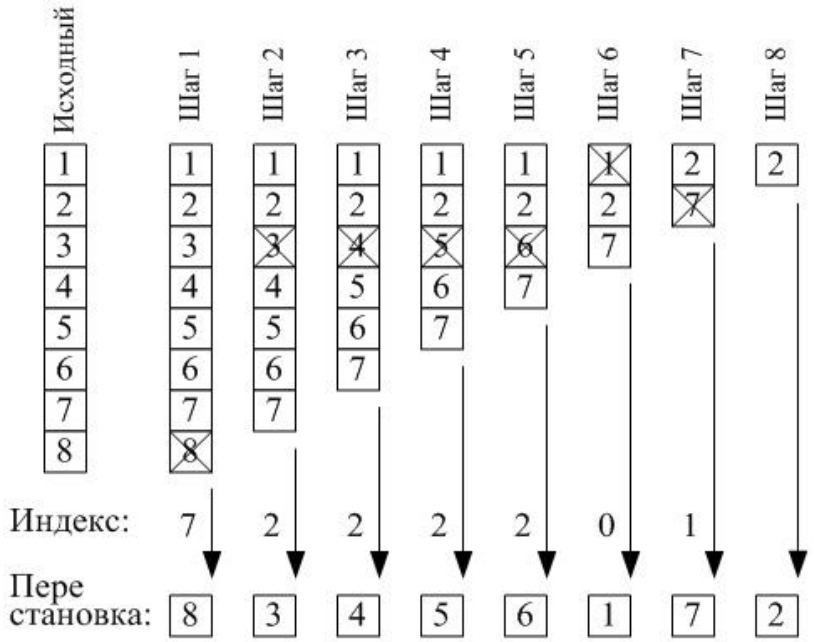
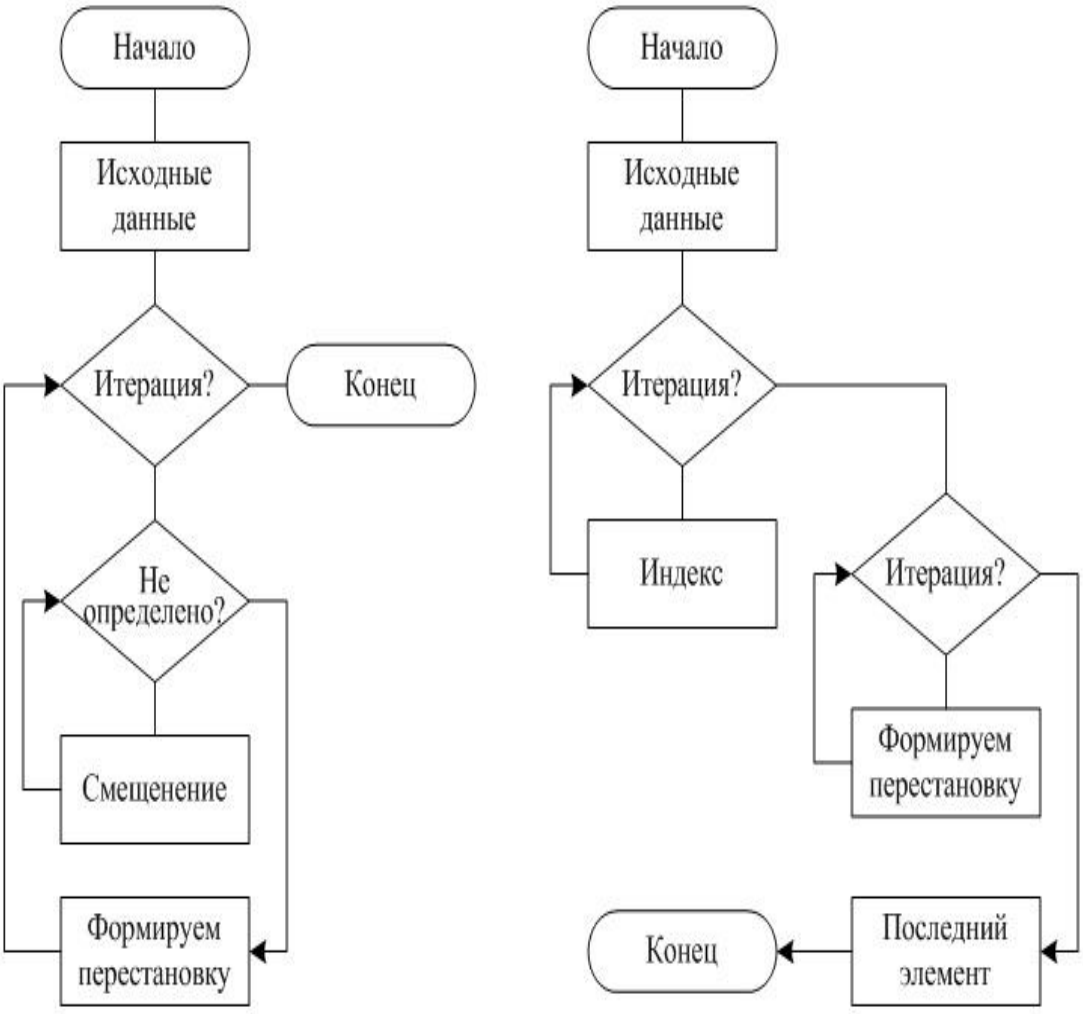


Рис. 1 - Визуализация алгоритма перестановки

Как видно из рис. 1, в соответствии со значением индекса (начиная с нуля), в рамках первых семи шагов происходит вырезание элемента и добавление его к последовательности перестановки. Оставшийся к восьмому шагу элемент просто добавляется в конце последовательности.

Полученную последовательность на рис. 1 можно применить как шаблон индексов (начиная с единицы) к любому массиву из восьми элементов с целью перестановки в соответствии с заданным номером (L=37021) и лексикографическим порядком (см. рис.2).



(а) (б)

Рис. 2 - Алгоритмы: а) исходный, б) модифицированный

Приведенный рисунок 2 наглядно демонстрирует, что основное различие исходного (как у С.М. Окулова, [1]) и представленного в данной публикации алгоритмов заключается в подходе к формированию перестановки на основе циклов. Первый опирается на вложенные циклы, что приводит к колебанию времени вычисления примерно пропорционально коэффициенту от N до N^2 в зависимости от номера перестановки. Здесь внешний цикл определяется конечным числом из N итераций, а внутренний вычисляет смещение в исходном массиве элементов, после чего осуществляется переход во внешний, где и происходит формирование перестановки.

Второй алгоритм (рис. 2, б) содержит два последовательно выполняемых цикла с конечным числом итераций, что приводит к одинаковому времени вычисления в зависимости от номера перестановки, примерно пропорционального $2(N\text{-}1)+1$. Здесь первый цикл вычисляет массив индексов, по которому во втором цикле формируется перестановка без последнего элемента, добавляемого отдельно перед завершением программы.

Для большей наглядности полученный алгоритм был реализован нами средствами графического языка программирования [2-4] в среде LabVIEW (рис. 3).

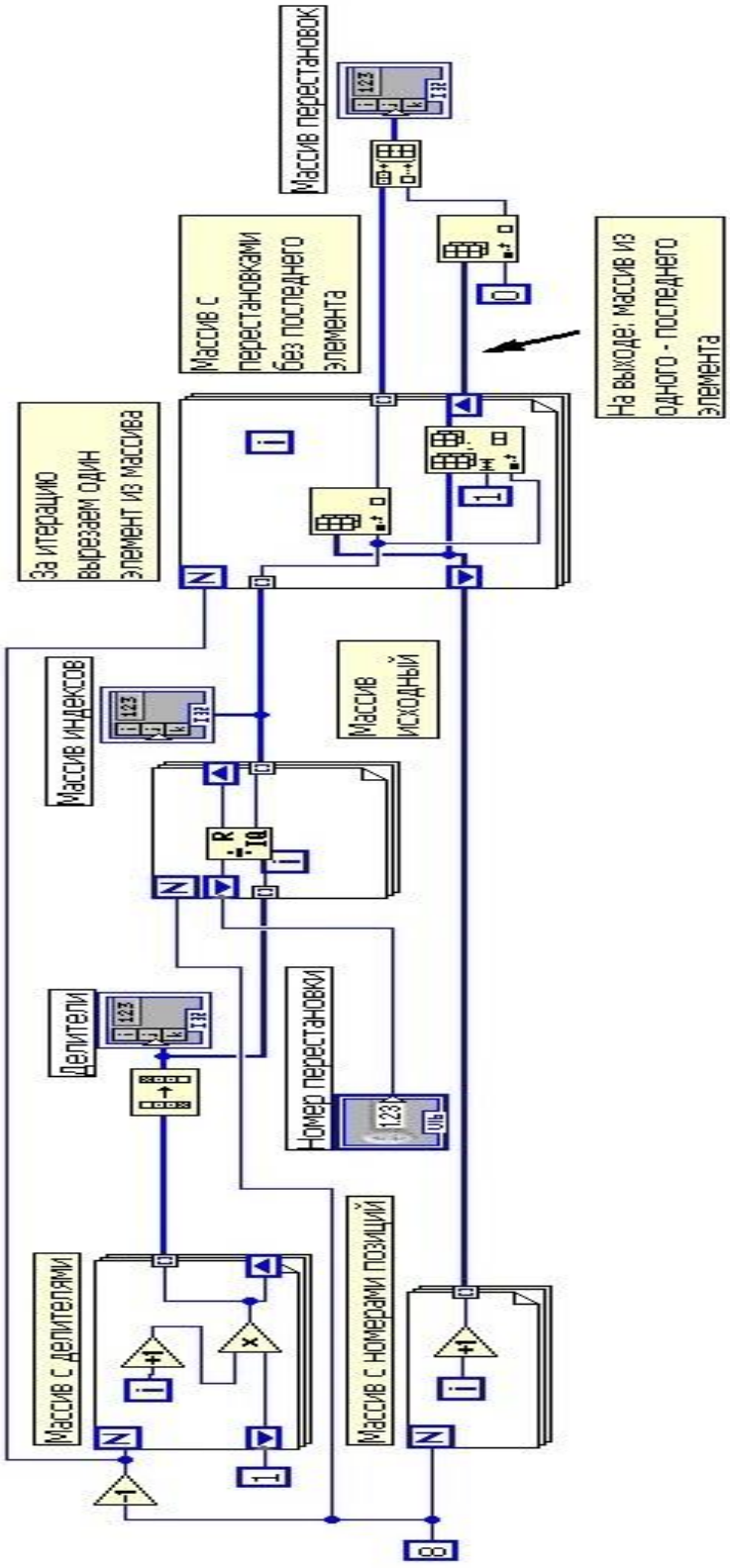


Рис. 3 - Реализация модифицированного алгоритма в LabVIEW

Кроме того, на основе перестановок реализуется ряд задач кодирования [5-7] и шифрования информации.

Библиографический список

1. Окулов, С. М. Программирование в алгоритмах / С. М. Окулов. – Москва : ООО "Издательство "БИНОМ. Лаборатория знаний", 2002. – 341 с. – EDN XWWXSB.

2. Кожевников, А. А. Математическое обследование конвейерных АЦП в системе остаточных классов / А. А. Кожевников // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2017. – № 7(60). – С. 27-34. – EDN MADQNF.

3. Кожевников, А. А. Синтез тональных устройств для умножения по модулю /А.А. Кожевников // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2019. – № 3(76). – С. 65- 70. – EDN JYOINK.

4. Кожевников, А. А. Некоторые математические аспекты преобразования сигналов в конвейерных модулярных АЦП / А. А. Кожевников // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022») : ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 110-112. – EDN BXUVBK.

5. Кожевников, А. А. Ряды Фурье как основа синтеза модулярных ЦАП / А. А. Кожевников // Атуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России ("ТрансПромЭк - 2019") : Труды международной Научно-практической конференции, Воронеж, 24 октября 2019 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г.Воронеж, 2019. – С. 20-23. – EDN TYNSEF.

6. Кожевников, А. А. Транспорт и вычислительная техника / А. А. Кожевников //Авиакосмические технологии (АКТ-2015) : Труды XVI Международной научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов, Воронеж, 14–16 октября 2015 года. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2015. – С. 309-317. – EDN YTONWS.

7. Кожевников, А. А. Аналого-цифровые преобразователи в системе остаточных классов / А. А. Кожевников // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2010. – №9. – С. 26-28. – EDN OOUQVT.

УДК 656.257

ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА «УЧЕБНЫЙ СТЕНД МПЦ И АБ»

Кожевников А.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Предлагается обучающая система в виде совокупности методической, программной и аппаратной составляющих как наиболее оптимальная форма инструментального обеспечения дисциплин технической области знаний по направлению «Автоматика и телемеханика на ж/д транспорте».

Ключевые слова: обучающая система, учебный стенд.

Abstract. A training system is proposed in the form of a set of methodological, software and hardware components as the most optimal form of instrumental support for disciplines in the technical field of knowledge in the direction of Automation and telemechanics in railway transport.

Keywords: training system, training stand.

В филиале РГУПС в г. Воронеж ведется планомерная работа по развитию лабораторной и методической основы учебного процесса. В рамках данной тенденции осуществляется формирование обучающей системы, включающей разработку стенда микропроцессорной централизации и автоблокировки, ранее уже упоминаемого нами в статьях [1-3]. В данной публикации мы постараемся кратко описать обучающую систему и реализуемую благодаря ему концепцию.

Характер заочного образования, а также ряд мероприятий, связанных с ограничениями в пандемийный период, предъявляют определенные требования к доступности инструментов обучения в особенности по техническим специальностям. Необходимость работы студента не только с методическими материалами, но и с реальными аппаратными средствами, в данном случае, является залогом качественного усвоения тематических дисциплин. На все это накладывается тенденция государственной политики по тотальной цифровизации информационной среды человека [4]. Таким образом, реализация задач преподавания дисциплин в рамках обозначенной концепции в первую очередь требует анализа форм подачи знаний [5]. Современный подход к решению задачи преподавания дисциплин заключается в объединении комплекса педагогических инструментов в виде обучающей системы на основе цифровых платформ. В качестве последних на передний план выдвигаются методическая, программная и аппаратная составляющие [6]. Инструменты в рамках данных платформ должны обеспечивать достаточную глубину предоставляемого для изучения материала, а также возможность удаленного доступа.

Как показала многолетняя практика, хорошее качество методического материала показывают электронные учебники, представляющие собой выполненные в HTML-формате комплексы (рис. 1).

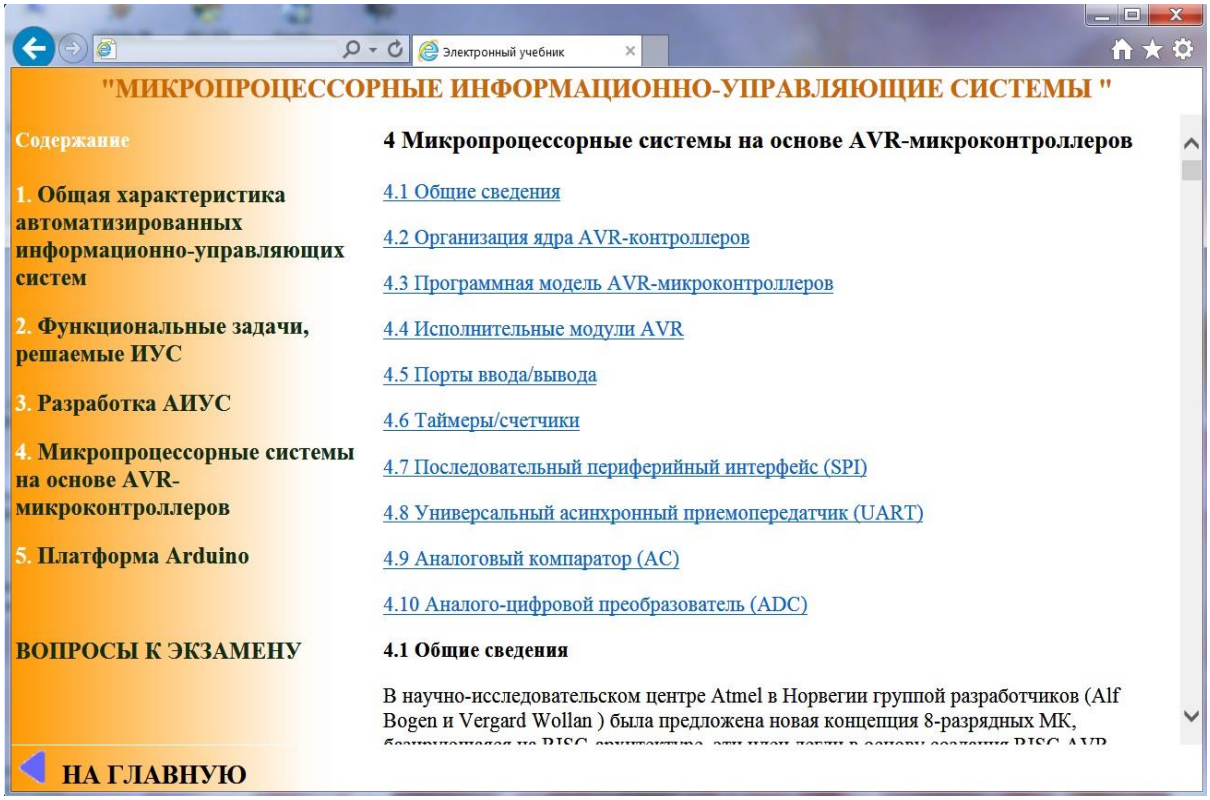


Рис. 1 - Пример лекционной части электронного учебника

Такие средства можно распространять как отдельно, так и интегрировать их в тематические web-ресурсы. Безусловно, учебные материалы можно распространять и в

любом другом электронном виде, но именно электронный учебник имеет ряд преимуществ. Для сравнения рассмотрим электронные книги, например, с расширением PDF или DJVU, а также видеофайлы. Электронные книги, как и текст в HTML-формате, обладает свойством компактности, малого объема. Конечно видео нагляднее, и порой лучше для обучения, но действительно качественный продукт требует гораздо больше времени на разработку и более серьезных технических средств, в противном случае студент скорее заснет в процессе ознакомления, нежели чем что-либо усвоит. Электронный учебник, в отличие от других рассмотренных форматов, позволяет организовать интерактивное взаимодействие за счет применяемых технологий.

Самым простым элементом, регулярно реализуемым нами в процессе разработки, является система самотестирования, которая строится посредством языка программирования JavaScript. И это только малая толика возможностей, которые заложены в технологию создания web-страниц. Еще одним плюсом использования электронных учебников является web-браузер, который всегда есть в операционной системе Windows, что позволяет работать с материалами, даже если студент является малограмотным в компьютерной технике или отсутствует сеть Интернет, что не позволяет скачать нужное приложение в данный момент.

Программное обеспечение (ПО) обучающей системы «Учебный стенд МПЦ и АБ» - это набор приложений, позволяющих в полной мере обеспечить потребности определенного круга дисциплин. Как следует из названия, в первую очередь это касается изучения станционный и перегонных систем ж/д транспорта с точки зрения подходов высшего образования. Вопросы проектирования оборудования раскрываются в тематических САПР. Каждая из присутствующих на российском рынке фирм-производителей систем централизации обладает соответствующим набором собственных приложений, посредством которых решается задача объединения пользовательского интерфейса и разрабатываемой ими аппаратной платформы исключительно на коммерческой основе. В таких условиях естественно, что для учебных целей можно приобрести лишь вариант конечного продукта типа электротехнического стенда для изучения стрелочного привода и т.п. или освоения навыков диспетчера конкретной станции, что является предметом среднего профессионального образования. Для высшего звена необходимы те САПР и другие программы, которые и позволяют спроектировать станцию, перегон или оборудование для них с учетом любых применяемых на дороге аппаратных платформ. Современные средства разработки ПО дают широкий выбор в реализации конечного продукта с точки зрения степени его интеграции в интернет-ресурс. Можно сделать ПО полностью независимым, или же разместить на удаленном ресурсе базу данных, а студенту предоставить лишь программную оболочку, или даже и пользовательский интерфейс реализовать в виде web-страницы. В любом случае удаленный доступ может быть обеспечен. В качестве базового набора видится совокупность приложений, обеспечивающих сквозное проектирование, а также автоматическую проверку конечного результата на базе типовых дорожных ситуаций: САПР станций и перегонов, САПР мнемосхем, эмулятор АРМ ДНЦ. Первое приложение должно обеспечить формирование схем станций и перегонов с размещением устройств автоматики и телемеханики, а также разработку схем необходимого оборудования (рис.2).

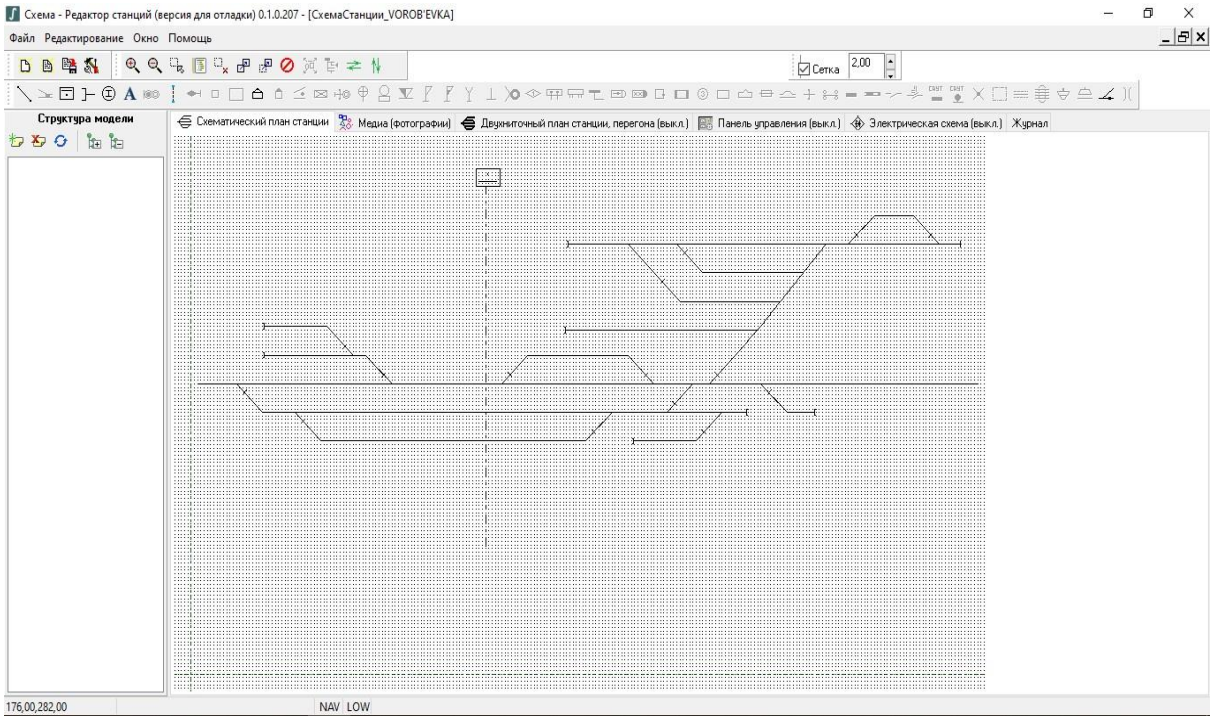


Рис. 2 - Схематический план в САПР станций и перегонов

Второе приложение предназначено для формирования изображений путевого развития станций или перегонов как их видит на мониторе диспетчер (мнемосхем), в идеале, в зависимости от выбранного названия централизации или блокировки, при этом подразумевается полная или частичная генерация мнемосхемы на основе результатов работы первого САПР (сквозное проектирование).

Третье приложение (эмулятор АРМ ДНЦ), используя полученные мнемосхемы, должно моделировать типовые поездные ситуации с целью выявления ошибок проектирования, а также для получения студентом компетенций в части влияния станционных и перегонных систем автоматики и телемеханики на движение поездов. В дополнение к вышеизложенному эмулятору необходимо взаимодействие с аппаратной составляющей обучающей системы: учебным стендом МПЦ и АБ. Изучение принципов управления в рамках стенда как совокупности блоков аппаратной платформы также нуждается в соответствующем программном интерфейсе для студента (рис. 3).

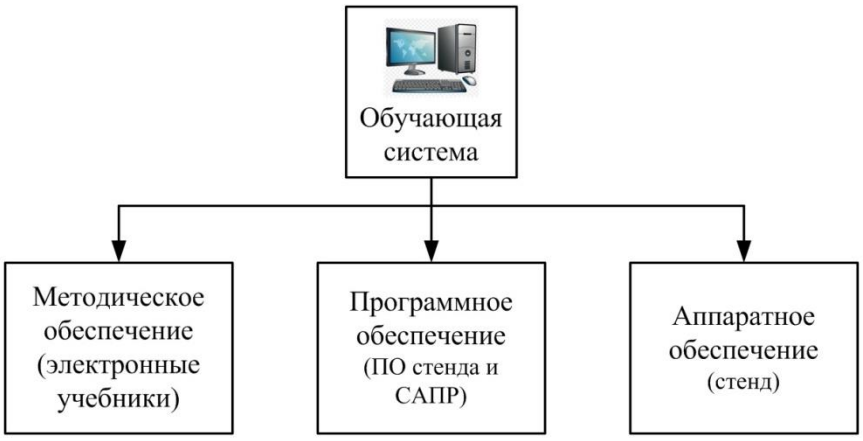


Рис. 3 - Концепция обучающей системы

Удаленный доступ к аппаратной составляющей обучающей системы «Учебный стенд МПЦ и АБ», в первом приближении, видится как обеспечение видеотрансляции работы электромеханических элементов, а также web-интерфейс к программированию расположенных в лаборатории контроллеров, что является в принципе осуществимой, но требующей серьезной квалификации задачей [7; 8]. Более простой вариант опирается на такой состав узлов стенда, функционирование которых в учебных задачах может быть сведено к использованию компонентов широко распространенных и недорогих микроконтроллерных платформ. В качестве таковой нами был выбран электронный конструктор «Ардуино». Студент в ходе лабораторных занятий знакомится с платформой «Ардуино», а далее, при решении задач контрольной или курсовой работы, переносит полученные навыки на плоскость функционирования станционных и перегонных систем автоматики и телемеханики. Поскольку и сам учебный стенд МПЦ и АБ в части управления реализуется на той же компонентной базе, то верификацию освоения соответствующих элементов ряда дисциплин можно свести к простой формуле: «работает - не работает».

Таким образом, концепция обучающей системы «Учебный стенд микропроцессорной централизации и автоблокировки» определяется методическим обеспечением на основе электронных учебников, программным обеспечением, включающим ПО стенда и САПР, и аппаратным обеспечением стенда, содержащим узлы на основе компонентов доступных микроконтроллерных платформ.

Библиографический список

1. Кожевников, А. А. Проектирование первичных элементов учебного стенда МПЦ и АБ / А. А. Кожевников, А. А. Артамонова // Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019") : труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта», Воронеж, 23 января – 23 2019 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2019. – С. 55-58. – EDN CHOTTE.

2. Кожевников, А. А. Проектирование контроллера управления напольным оборудованием подсистем учебного стенда МПЦ и АБ / А. А. Кожевников, Д. В. Пыльнев // Авиакосмические технологии (АКТ-2020) : Труды XXI Международной научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов. II Тур, Воронеж, 22–23 октября 2020 года. – Воронеж: ООО Фирма «Элист», 2020. – С.344-350. – EDN HUEHXH.

3. Кожевников, А. А. Конструкции цифровых интерфейсов напольного оборудования учебного стенда / А. А. Кожевников // Перспективы транспортной отрасли : Труды 1-й международной научно-практической конференции, Воронеж, 10 июня 2021 года. – Воронеж: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2021. – С. 40-43. – EDN IXMCPZ.

4. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы».

5. Ekaterina Gordienko, Snezhana Gosteva, Olga Kalacheva, Alexey Kozhevnikov, Natalia Kustova, Svetlana Pritsepova, Boris Sveshnik. Features of modern education in branch university / IJAEDU-International E-Journal of Advances in Education, Vol. VI, Issue 16, April, 2020. pp. 78–81.

6. Кондратьев, А. Е. Концепция обучающей системы «учебный стенд МПЦ И АБ» / А. Е. Кондратьев // Современные технологии обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте : Сборник статей II международной студенческой

конференции, Воронеж, 17 марта 2020 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2020. – С.18-21. – EDN GXYYZI.

7. Кожевников, А. А. Транспорт и вычислительная техника / А. А. Кожевников //Авиакосмические технологии (АКТ-2015) : Труды XVI Международной научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов, Воронеж, 14–16 октября 2015 года. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2015. – С. 309-317. – EDN YTONWS.

8. Кожевников, А. А. Аналого-цифровые преобразователи в системе остаточных классов / А. А. Кожевников // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2010. – №9. – С. 26-28. – EDN OOUQVT.

УДК 625.745.64

К ВОПРОСУ О НОРМАТИВНО-ПРАВОВОМ РЕГУЛИРОВАНИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОХРАННОСТИ ОПОРНО-МЕЖЕВЫХ ЗНАКОВ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Колбнева Е.Ю.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Статья посвящена анализу современного состояния нормативно-правовой базы, регулирующей производство геодезических работ, осуществляемых на базе государственных геодезических сетей. Особое внимание уделено вопросам их сохранности, а именно рассмотрен комплекс мероприятий, осуществляемых в рамках надзорной деятельности за сохранностью пунктов геодезических сетей.

Ключевые слова: геодезические работы, нормативно-правовой акт, опорная геодезическая сеть, межевой знак, Росреестр.

Abstract. The article is devoted to the analysis of the current state of the regulatory framework regulating the implementation of geodetic work carried out on the basis of state geodetic networks. Special attention is paid to the issues of their safety, namely, a set of measures carried out within the framework of supervision over the safety of geodetic network points is considered.

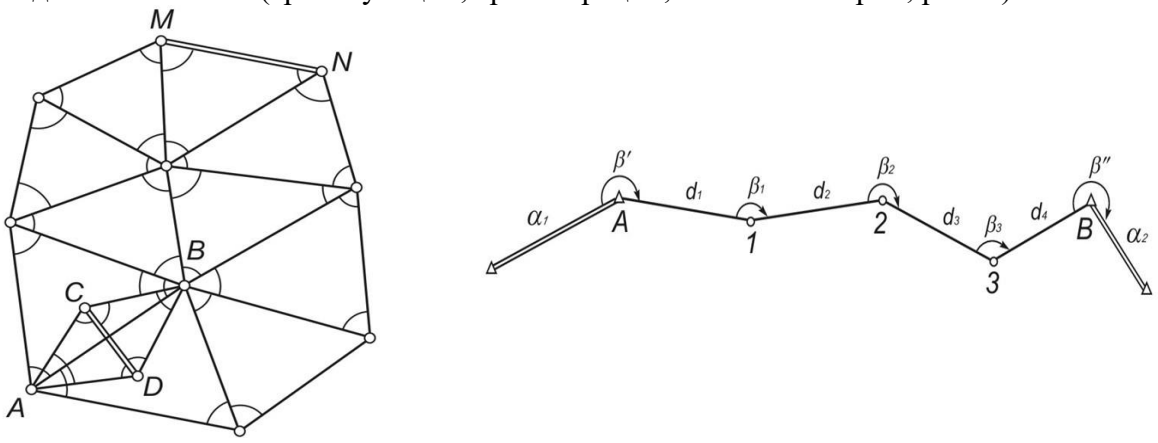
Keywords: geodetic works, regulatory legal act, control geodetic network, boundary sign, Rosreestr.

На территории нашего государства производство геодезических работ осуществляется на основе целого ряда нормативно-правовых актов, направленных на регулирование геодезической деятельности.

Основное понятие «геодезических работ» закреплено в ст. 5 Федерального закона № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». В соответствии с данным нормативным документом, при осуществлении геодезической деятельности выполняются геодезические работы по определению координат и (или) высот точек земной поверхности, пространственных объектов, изменений во времени указанных координат и высот, по определению параметров фигуры Земли, ее гравитационного поля в этих целях, а также по созданию геодезических сетей (в том числе геодезических сетей специального назначения), государственных нивелирных сетей и

государственных гравиметрических сетей [2].

Основой для проведения геодезических работ служат государственные геодезические сети (триангуляции, трилатерации, полигонометрии, рис. 1).



а **б**

Рис. 1 – Опорные геодезические сети триангуляции (а) и полигонометрии (б)

Государственные геодезические сети различаются между собой по принципу построения, но преследуют общую цель – закрепление прямоугольных координат и высот опорных пунктов на местности. Так, для обеспечения геодезических и картографических работ создаются государственные геодезическая, нивелирная и гравиметрическая сети.

Геодезические пункты, созданные в рамках данных сетей, являются собственностью государства и охраняются им. Опорные геодезические пункты служат основой для определения координат точек на местности. Ни один из видов геодезических работ, в первую очередь выполняемых в рамках решения прикладных задач, невозможно представить вне обмена данными с государственными геодезическими сетями [6; 7].

Носителями координат пунктов являются подземные центры, закрепляемые на местности. Закладка подземных центров сопровождается возведением наружных знаков. В геодезической практике различают пирамиды, сигналы и т.д. (рис. 2).

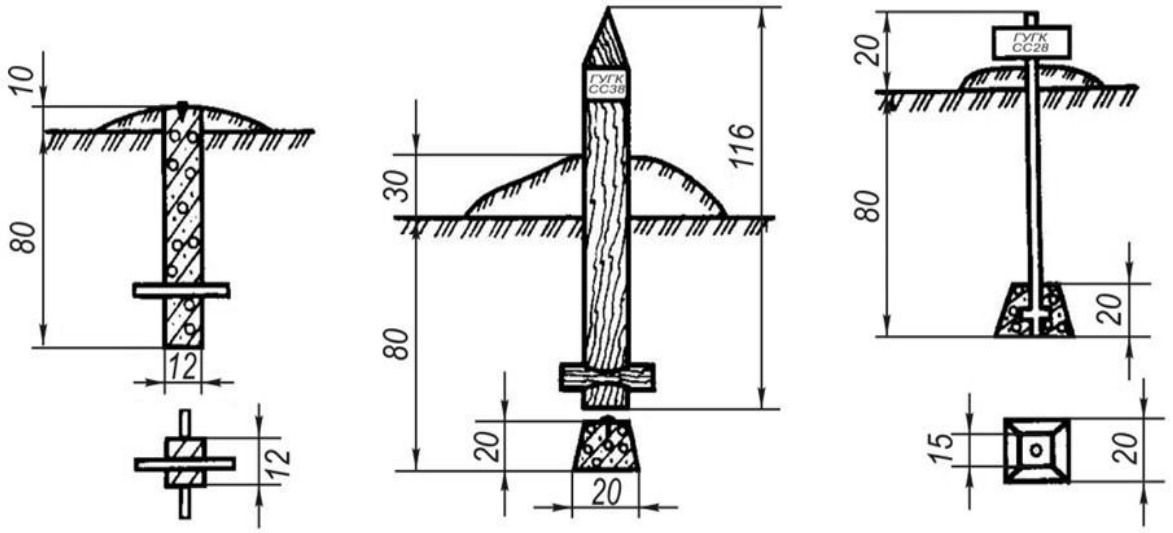


Рис. 2 – Способы закрепления центров долговременных пунктов съемочного обоснования (размеры на рисунке даны в сантиметрах)

Опорные пункты геодезических сетей можно встретить по всей стране, однако, последние годы все чаще возникает вопрос их сохранности. На данный момент много из них считаются утерянными: демонтированы собственниками земельных участков по незнанию, «закатаны» в асфальт дорожно-ремонтными службами, погребены под клумбами в процессе осуществления благоустройства городов и других населенных пунктов. И это несмотря на то, что с точки зрения нормативно-правового обеспечения геодезических работ правообладатели объектов недвижимости, на которых размещены пункты вышеуказанных сетей, обязаны обеспечивать их сохранность и уведомлять уполномоченный орган обо всех случаях их повреждения или уничтожения. Кроме того, они должны предоставлять возможность подъезда (подхода) к ним для геодезических и картографических работ, а также при проведении ремонта и восстановления пунктов [2; 5].

Мероприятия, осуществляемые в рамках надзорной деятельности за сохранностью пунктов геодезических сетей, проводятся в соответствии с положениям об охранных зонах пунктов государственной геодезической сети, государственной нивелирной сети и государственной гравиметрической сети, утвержденным постановлением Правительства РФ от 21.08.2019 № 1080 [3], и инструкцией об охране геодезических пунктов, утвержденной Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР 02.08.1984 и Министерством обороны 22.08.1984. Сведения о пунктах геодезических сетей внесены в фонд пространственных данных и исключение их из фонда, равно как и добавление, возможно по инициативе Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии РФ (Росреестр), а также ее территориальными органами на местах. Сведения об охранных зонах пунктов данных геодезических сетей вносятся в базу данных ЕГРН, которая содержит в себе также сведения об объектах недвижимости, территориальных зонах и т.д., расположенных в границах РФ. Внутри охранных зон действует особый режим использования земельных участков, а именно: не допускается их хозяйственное или иное использование, которое может нанести вред их сохранности [9; 10].

Действующее законодательство предусматривает административную ответственность за сохранность межевых, геодезических и других специальных пунктов. В соответствии со ст. 7.2 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях:

– за неуведомление об изменениях состояния пункта или отказ в предоставлении возможности проезда к нему – предупреждение или наложение административного штрафа в размере от 1000 до 5000 рублей (ч. 4 ст. 7.2 КоАП РФ);

– за уничтожение, повреждение или снос пунктов государственных геодезических сетей – наложение административного штрафа на граждан в размере от 5000 до 10 000 рублей; на должностных лиц – от 10 000 до 50 000 рублей; на юридических лиц – от 50 000 до 200 000 рублей (ч. 3 ст. 7.2 КоАП РФ) [1; 8].

Специалисты территориальных органов Росреестра осуществляют мониторинг за сохранностью пунктов государственной геодезической сети.

Одним из актуальных направлений деятельности Росреестра на данный момент является восстановление опорных геодезических сетей, которые являются фундаментом выполнения геодезических работ и изысканий. Создание этих сетей возможно с использованием высокоточного современного оборудования [4; 6].

Библиографический список

1. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях: федеральный закон от 30.12.2001 г. №195 – ФЗ // Собр. законодательства РФ. 2002. № 1 (часть I). Ст. 1.

2. О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный Закон №431-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 2016. № 1 (часть I). С. 51.

3. Об охранных зонах пунктов государственной геодезической сети, государственной нивелирной сети и государственной гравиметрической сети : Постановление Правительства РФ от 21 августа 2019 г. № 1080 // Собрание законодательства Российской Федерации. 2019. № 34. С. 4909.

4. Анненков, Н. С. Особенности создания съемочных геодезических сетей одночастотными спутниковыми приёмниками Trimble R3 / Н. С. Анненков, М. В. Ванеева // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). 2015. №1. - С. 55-58. - EDN VKQRJL.

5. Ванеев, С. Р. О проблеме сохранности геодезических пунктов на территории Воронежской области / С. Р. Ванеев, М. В. Ванеева // Молодежный вектор развития аграрной науки : материалы 69-й студенческой научной конференции, Воронеж, 12–22 марта 2018 года. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2018. - С. 409-414. - EDN RULGCD.

6. Ванеева, М. В. К вопросу о изменении государственной системы координат /М.В. Ванеева // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства : Материалы I международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ, Воронеж, 30 апреля 2019 года. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. - С. 64-70. - EDN ATJJQT.

7. Долгих, Н. Ю. Правовое регулирование предоставления земельных участков для строительства и иных целей / Н. Ю. Долгих, Е. Ю. Колбнева, Э. А. Садыгов // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства : Материалы III международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ, Воронеж, 30 апреля 2021 года. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2021. - С. 211-217. - EDN VQKIUU.

8. Земельный контроль : Учебное пособие для вузов / Е. Ю. Колбнева, С. С. Викин, А. А. Харитонов [и др.]. - Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2016. - 207 с. - EDN WDADHT.

9. Правовое обеспечение землеустройства и кадастров : Учебное пособие / С. С. Викин, А. А. Харитонов, Н. В. Ершова [и др.] ; Под общей редакцией С.С. Викина. - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2016. - 247 с. - EDN XGMQHF.

10. Яньшин, А. С. Анализ современной нормативной документации, регулирующей проведение геодезических работ при межевании / А. С. Яньшин, М. В. Ванеева // Теория и практика инновационных технологий в землеустройстве и кадастрах: материалы IV национальной научно-практической конференции, Воронеж, 30 сентября 2021 года. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2021. - С. 219-224. - EDN ATJSOP.

УДК 656.212.5

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ ПОЛИГОНА НА ЭТАПАХ РЕКОНСТРУКЦИИ

Куныгина Л.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В данной статье рассмотрен процесс организации работы технических станций полигона на этапах реконструкции. Названы причины реконструкции технических станций. Описаны варианты технологических решений и возможные проблемы при реконструкции технических станций полигона.

Ключевые слова: переустройство станций, техническая станция, реконструкция, поездопоток, полигон.

Abstract. This article considers the process of organizing the work of the technical stations of the polygon during the stages of reconstruction. The reasons for the reconstruction of technical stations are named. The variants of technological solutions and possible problems during the reconstruction of technical stations of the polygon are described.

Keywords: reorganization of stations, technical station, reconstruction, train flow, polygon.

Реконструкция крупных технических станций в общем комплексе задач повышения технической оснащенности железнодорожного транспорта занимает значительное место. В частности, изменение структуры и направления следования основных грузопотоков на сети поставило перед ОАО «РЖД» ряд проблем, связанных с пересмотром технологии и технического оснащения станций, участвующих в пропуске и переработке поездов. Многие сортировочные и участковые станции были ориентированы на значительно меньший поездопоток и нуждаются в серьезных реконструктивных мероприятиях.

Реконструкция крупных железнодорожных объектов требует больших инвестиций и должна решаться поэтапно. В период реконструкции на крупной распорядительной станции сети возможно возникновение ряда технологических проблем. Основной проблемой является организация работ полигона в период, занятый реконструкцией путевого развития технических станций.

Одной из особенностей работ по реконструкции путевого развития технических станций полигона является выполнения их в условиях эксплуатационной работы. Реконструкция существенно затрудняет эксплуатационную работу. Процесс осложняется тем, что «закрыть» станцию полностью для пропуска поездопотоков и переработки вагонопотоков невозможно. В связи с чем возникает потребность в разработке четкой системы по организации работы станции в период реконструкции. Это необходимо для эффективного решения задач по реконструкции и эксплуатации.

К основным причинным факторам реконструкции технических станций относятся:

1. Переустройство, связанное с общей реконструкцией линии, на которой расположена станция.

2. Увеличение размеров и изменения характера работы данного раздельного пункта или рационализация схемы его путевого развития.

Важно отметить, что от выбора того или иного способа реконструкции будет зависеть, как повлияют строительно-монтажные работы на станциях на порядок пропуска поездов в границах участков. Например, чтобы процесс проходил менее

проблематично, нужно изменить план формирования поездов, переключив части транзитного поездопотока на другие станции. При реконструкции станций приходится иметь дело с перекладкой горловин, с разборкой станционных путей и других устройств. Все эти мероприятия нарушают ритм эксплуатационной работы, а также мешает соблюдать этапность выполнения реконструктивных мероприятий. Выполнение работ на технических станциях ограничивает пропуск поездопотоков на ближайших участках, возникает потребность отклонять транзитные поездопотоки от реконструируемых объектов на кружные и параллельные хода, и в итоге все это приводит к изменениям плана формирования поездов.

Подчеркнем, что при изменении плана формирования поездов необходимо сохранить связность сети назначений, если в результате реконструкции исключается станция полигона. При исключении станции из работы должны быть введены обязательных назначения между соседними техническими станциями.

Для местных вагонопотоков, следующих в адрес рекомендуемой станции и на инцидентные ей участки, порядок следования вагонов в участковых и сборных поездах сохраняется (рис. 1).

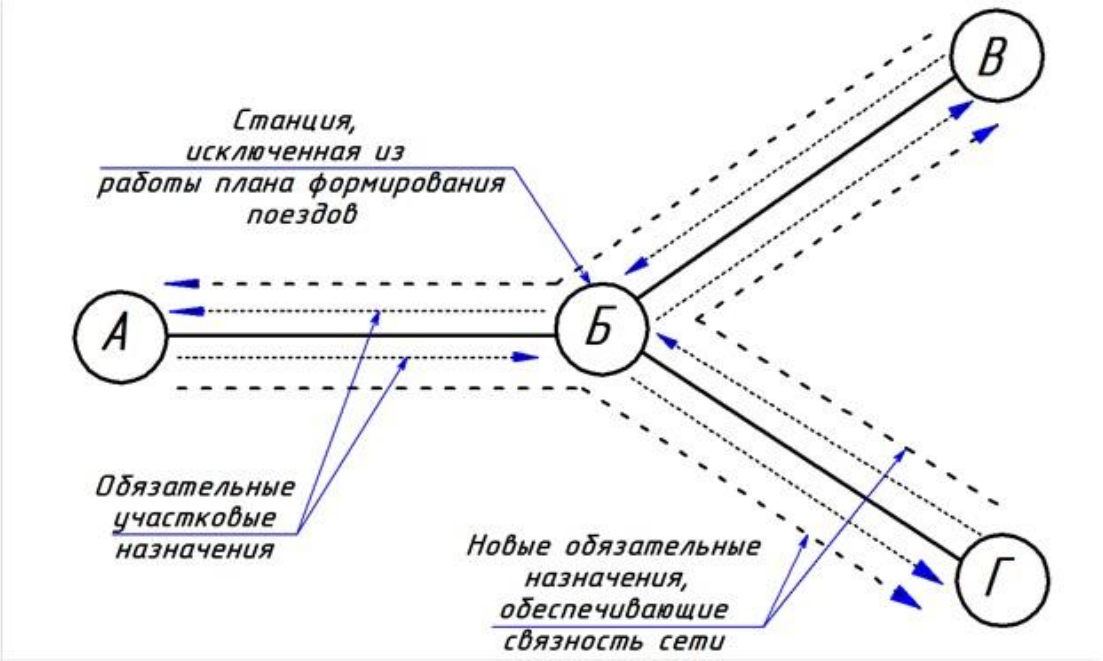


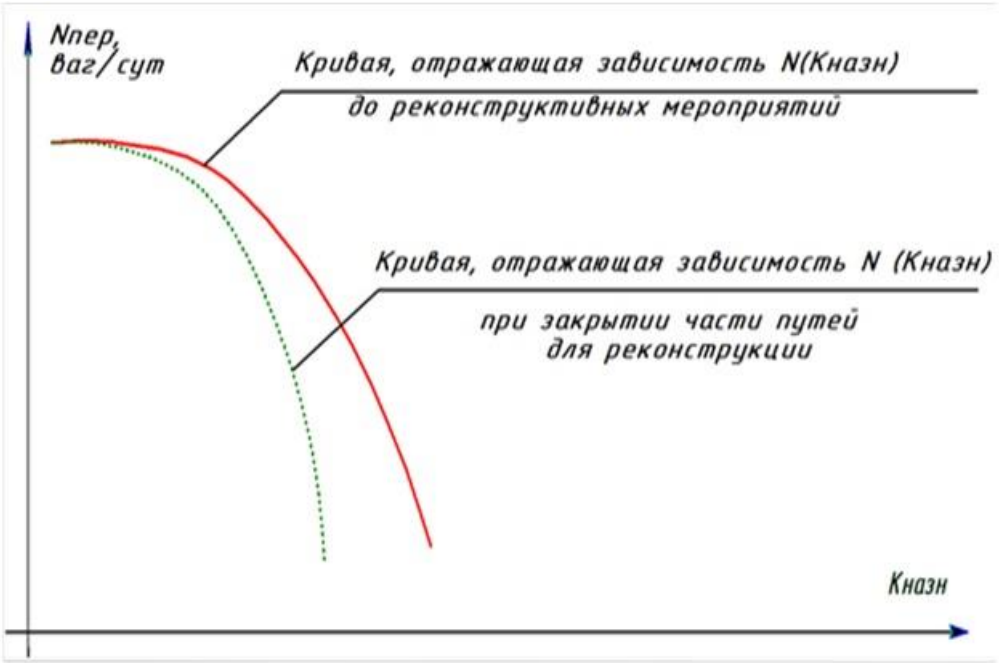
Рис.1 - Варианты сети назначений при исключении реконструируемой станции из работы

Параллельно с сохранением связи сети назначений обеспечивается связность сети участков обращения локомотивов и участков работы бригад.

При отклонении части транзитного потока на кружные хода и организации его переработки на новых попутных технических станциях необходимо соблюдать принцип древовидности плана формирования для исключения дробления исходных струй вагонопотоков.

При закрытии части путей сортировочного парка необходимо учитывать снижение перерабатывающей способности от числа формируемых назначений [5; 6].

Кривые зависимостей количества формируемых назначений от перерабатывающей способности станции отображены на рис. 2.



Условные обозначения:

$K_{назн}$ - число формируемых назначений поездов;

$N_{пер}$ - допустимый объем переработки вагонов в сутки.

Рис.2 - Кривые зависимостей количества формируемых назначений от перерабатывающей способности станции

Отсюда следует вывод, что при малом количестве формируемых назначений перерабатывающая способность практически не зависит от количества формируемых назначений, при их росте наблюдается увеличение повторной переработки из-за «запусков», подформирование.

При реконструкции станции с закрытием части сортировочных путей обычно вводятся ограничения по количеству формируемых назначений. Количество формируемых назначений зависит от числа путей в сортировочном парке, не задействованных в реконструкции. Поэтому при уменьшении перерабатывающей способности станции нужно отклонить часть вагонопотока. В итоге из общего вагонопотока выделяют транзитный поток без переработки, который следует через реконструируемую станцию. В этом случае план формирования не изменяется. При этом существующий местный поездопоток должен быть погашен либо на реконструируемой станции, либо на смежных участках.

Если увеличится емкость путей приемо-отправочного парка, то на части путей можно осуществлять прием и сквозной пропуск поездов. В подобном случае может возникнуть ряд проблем: сгущение подвода поездов, увеличение простоя поездов на предыдущих станциях в ожидании приема, рост числа брошенных поездов. Решение данной проблемы - отклонение вагонопотока на параллельные хода.

Если реконструкция проходит в парке отправления, то возникают проблемы с выводкой поездов из сортировочного парка и отправлением их на линию. Решение этой проблемы - часть путей сортировочного парка переориентировать как сортировочно-отправочные. Подобное решение сократит количество и продолжительность маневровых операций по перестановке составов, возвращению локомотива в парк и позволит высвободить маневровые средства. Минус ситуации в том, что такое решение

ухудшит условия работы бригад ПТО и снизит перерабатывающую способность сортировочной горки [7-10].

При корректировке плана формирования поездов во время реконструкции необходимо:

- сохранить связность сети назначений (при исключении станции должны быть введены обязательные назначения между соседними техническими станциями);
- сохранить порядок следования вагонов в участковых и сборных поездах;
- обеспечить связность сети участков обращения локомотивов и участков работы бригад;
- при отклонении части транзитного потока на кружные хода и организации его переработки на новых попутных технических станциях исключить дробление исходных струй вагонопотоков;
- при закрытии части путей нужно учитывать уменьшение перерабатывающей способности от числа формируемых назначений [1].

При проведении реконструкции часто возникают задержки поездов на подходах к станциям и узлам. Для оценки их продолжительности и количества существуют гибридные модели. В гибридных моделях очередность пропуска или обработки заявки определяется имитационной моделью на основе ее срочности. А время занятия базисных, промежуточных элементов маршрутов определяется исходя из тяговых расчетов с учетом длины, веса поездов и маневровых составов или одиночных локомотивов. При этом учет энергетических расходов должен быть выполнен по фактически совершенной маневровой работе [2; 3].

Оценка затрат на корректировку плана формирования поездов выполняется на оптимизационных сетевых потоковых моделях. Задача заключается в установлении границ полигона влияния, где ощутимо воздействие изменения плана формирования поездов по станции, подвергающейся реконструкции. Для решения подобных задач рекомендованы модели, основанные на генетических алгоритмах [4].

Таким образом, решающий вариант организации работ по реконструкции станций должен оцениваться по критерию:

- этапность работ;
- приведенные затраты, связанные со сквозным пропуском;
- расходы, связанные с отклонением поездопотоков по кружным ходам;
- расходы, связанные с задержками поездов по неприему;
- приведенные расходы, связанные со строительством и эксплуатацией временных обходов и съездов;
- приведенные расходы, связанные с демонтажом временных обходов.

При окончательном выборе варианта нужно учитывать время следования вагонов, расход топлива, электроэнергии, использование пропускной способности линий и перерабатывающей способности станций.

Оптимальным является вариант плана, который имеет наименьшие затраты приведенных вагоно-часов на накопление и переработку вагонов.

Учет временного фактора при оценке стоимости проекта организации работ позволит качественно по-новому оценить сметную стоимость работ, рациональным образом организовывать движение поездов, не превышая допустимых уровней загрузки инфраструктуры, и, как следствие, не осложняя работу полигона.

Библиографический список

1. Иванков, А.Н. Организация пропуска поездопотоков по полигону при реконструкции железнодорожных станций / А.Н. Иванков, Л.Н. Иванкова, Л.В.

Куныгина // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2015. №2(46). С.165-169.

2. Иванкова, Л.Н. Учет задержек длинносоставных поездов под обгонами при выборе оптимальной этапности удлинения станционных путей / Л.Н. Иванкова, А.Н. Иванков, М.В. Фуфачева //Железнодорожный транспорт. 2008. №2. С.24-26.

3. Иванкова, Л.Н. Планирование эксперимента при исследовании работы грузовых специализированных станций / Л.Н. Иванкова, С.И. Дарманский // Наука и техника транспорта. 2012. №1. С.63-67.

4. Гозбенко, В.Е. Автоматизация расчетов внутридорожного плана формирования поездов / В.Е. Гозбенко, А.Н. Иванков // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2011. №4. С.127-134.

5. Инструктивные указания по организации вагонопотоков на железных дорогах ОАО «РЖД». Москва : ТЕХИНФОРМ, 2007.

6. Иванкова, Л. Н. Совершенствование схем и технологии работы решающих технических и грузовых станций Восточного полигона / Л. Н. Иванкова, А. Н. Иванков, Л. В. Куныгина // Современные подходы к управлению на транспорте и в логистике: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 10–11 февраля 2016 года. – Москва: Московский государственный университет путей сообщения, 2016. – С. 52-56. – EDN XVZXOX.

7. Куныгина, Л. В. Отечественный опыт по реконструкции технических станций / Л. В. Куныгина, Е. А. Тарасов // Актуальные вопросы науки и техники : Студенческая международная научно-практическая конференция, Воронеж, 18 июня 2014 года / под ред. А.А. Платонова, О.А. Калачевой, С.А. Прицеповой. – Воронеж: Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2014. – С. 326-335. – EDN WFWJKL.

8. Акулиничев, В. М. Железнодорожные станции и узлы / В. М. Акулиничев, Н. В. Правдин, В. Я. Болотный, И. Е. Савченко. Москва: Транспорт, 1992. 480 с.

9. Апатцев, В. И. Железнодорожные станции и узлы. В 2 частях. Часть 1 : Учебное пособие / В. И. Апатцев, Л. Н. Иванкова, А. Н. Иванков. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 161 с. – ISBN 9785449705778(ч.1),9785449705761. – EDN MVWWLB.

10. Положение о железнодорожной станции (с изменениями на 5 марта 2020 года): утверждено Распоряжением ОАО "РЖД" от 31.05.2011 г. № 1186-р.

УДК 656.212

РЕКОНСТРУКЦИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО УЗЛА КАК ЗВЕНО В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

Куныгина Л.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В данной статье рассмотрено предложение реконструкции действующего железнодорожного узла с целью оптимизации эксплуатационной работы станции и организации оптимального пропуска длинносоставных поездов. Приведено технико-экономическое обоснование рассматриваемого предложения. Предложение позволит обеспечить необходимую пропускную способность железнодорожной инфраструктуры транспортного узла.

Ключевые слова: участковая станция, транспортный узел, длинносоставные поезда, реконструкция железнодорожной инфраструктуры, технико-экономическое обоснование.

Abstract. This article considers a proposal for the reconstruction of an existing railway junction in order to optimize the operational operation of the station and organize the optimal passage of long-distance trains. The feasibility study of the proposal under consideration is given. The proposal will provide the necessary capacity of the railway infrastructure of the transport hub.

Keywords: precinct station, transport hub, long-distance trains, reconstruction of railway infrastructure, feasibility study.

Месторасположение исследуемой узловой станции «П» на пересечении двухпутной электрифицированной на переменном токе линии и однопутной линии на тепловозной тяге. Сложности в эксплуатационной работе станции «П» возникают в связи с малой длиной приёма-отправочных путей [1-7]. Вместимость прямо-отправочных путей станции составляет в главном парке от 45 до 66 условных вагонов, а в грузовом парке 11 путей, специализированных для приёма отправлений грузовых поездов, только два пути имеют вместимость 67 и 68 условных вагонов.

Нормативным графиком движения заложен пропуск по станции 9 длинносоставных поездов: длиной 85 условных вагонов - 7 поездов и длиной 100 условных вагонов - 2 поезда. В среднем количество таких поездов в настоящее время составляет до 10% от общего количества поездов, следующих через станцию. По итогам прошедшего года, среднесуточное количество прибывающих длинносоставных поездов со сменой локомотивных бригад на станции составляет:

– прибывающих со стороны станций Пост 391км - 8 поездов;

– прибывающих со стороны станции Пост 383 - 4 поезда;

– прибывающих со стороны промежуточной станции «Д» - 2 поезда.

Такая станция, как «П», расположена в зоне городской застройки, физическая и географическая возможность удлинения приём-отправочных путей Главного и Грузового парка отсутствует. В связи с этим, оптимизация эксплуатационной работы станции «П» возможна за счёт изменения технологии эксплуатационной работы узла.

Целесообразно организовать пропуск транзитных длинносоставных поездов по станции «П» на ходу с проведением смены локомотивных бригад на станциях Путевой пост 391км и пост 383, входящий в узел «П». Обе промежуточные станции находятся на расстоянии 4-х километров от станции «П».

Средняя длина отправленного поезда составила 64 вагона (для транзита - 66 вагонов), затем увеличилась до 67 вагонов (для транзита – 70).

В связи с превышением длины поезда над вместимостью приёма-отправочных путей, при приёме поезда часть состава, не поместившаяся в пределах полезной длины прямо-отправочного пути приёма, занимает горловину парка и не даёт возможности приёма поездов на соседний путь по сигналам светофора. Приём и отправление длинносоставных поездов при занятой горловине на станции производится по регистрируемым приказам и запрещающим показаниям светофора.

Вопрос сокращения количества случаев приёма и отправления поездов при запрещающем показании светофора возможно решить, установив групповой светофор.

Для снижения временных потерь при приёме/отправлении длинносоставных поездов на пути грузового парка станции, сокращения элемента времени в ожидании отправления, а также для обеспечения безопасности движения, исключением отправления длинносоставных поездов по регистрируемым приказам, передаваемых по

радиосвязи машинистов поездов, предлагается установить групповой сигнал Н27-31Г на ординате существующего маршрутного указателя Н27-31У для приёма/отправления поездов с 27 по 31 путь Грузового парка по сигналам.

Для оценки обоснования реконструкции инфраструктуры железнодорожного узла необходимо просчитать ряд факторов, связанных с экономической эффективностью предложения, а именно:

- установки группового светофора Н 27-31Г на станции «П»;
- организации тупикового пути в чётной горловине на участке пути № 49а;
- восстановления устройств инфраструктуры на станциях путевой пост 391км, путевой пост 383км, промежуточной станции «Д».
- ликвидации непроизводительных потерь по причине задержки поездов со стороны станции «П».

Обоснуем каждый из вышеперечисленных факторов.

1. Экономическую эффективность от установки группового светофора Н27-31Г на станции «П».

1.1. Затраты времени, связанные с приёмом поезда.

За 2 месяца текущего года на станцию «П» по регистрируемым приказам ДСП принято 126 поездов (2,1 поезд в среднем в сутки).

Расстояние следования от входного сигнала литер «Н» до пути приёма 27-37 составляет 0,56 км, скорость следования составляет 25 км/ч, при этом время следования от сигнала «Н» до пути приёма составляет 1,34 минуты.

Время следования по пути приёма Грузового парка составляет 7 минут, скорость следования составляет за 400-500 метров до выходного светофора не более 20 км/ч, за 100 м от выходного до выходного светофора не более 3,5 км/ч, за 50 м до светофора – остановка. Если поезд не помещается в пределах полезной длины пути приёма, то машинист локомотива ТЧМ по команде дежурного по станции ДСП производят протягивание состава. Время протягивания составляет 4 минуты (выполнение «Минутной готовности», движение со скоростью 3-5 км/ч).

Итого: 1,34 + 7 + 4 = 12, 34 минуты при протягивании состава.

Время следования по пути приёма при открытом выходном сигнале до группового сигнала Н27-31Г составляет 8 минут. Скорость следования составляет: за 400-500 м до выходного светофора не более 20 км/ч, за 100 м до выходного светофора не более 3,5 км/ч, за 50 м до светофора – остановка.

Итого: 1,34 + 8 = 9,34 минуты.

Разница составляет: 12,34 – 9,34=3 минуты или 0,05 часа.

Таким образом, время, затрачиваемое на протягивание длины составного поезда при запрещающем показании выходного сигнала, на 3 минуты больше, чем при протягивании при разрешающем показании светофора до группового сигнала.

Среднесуточный экономический эффект от сокращения времени протягивания 2,1 поездов составит:

$$Э_{сут.приб.} = 0{,}05 \times 2{,}1 \times 12448{,}58 = 1307{,}10 руб.$$

где 12448,58 – стоимость 1 поездо/часа в грузовом движении;

2,1 - количество поездов, принятых по регистрируемым приказам ДСП в среднем за сутки.

Годовой экономический эффект от сокращения времени на прибытие составит:

$$Э_{год.приб.} = 1307{,}10 \times 365 = 477{,}092 тыс.руб.$$

1.2. Затраты времени, связанные с отправлением поезда.

При следовании поезда по сигналам со скоростью 25 км/ч, при длине в горловины 0,64 км, время составляет 1,53 минуты.

При отправлении по регистрируемому приказу скорость снижается до 15 км/ч. Время, затрачиваемое на проследование горловины, составляет 6 минут плюс 1 минута на передачу и восприятие регистрируемого приказа ТЧМ.

Итого: 6 + 1,0 = 7 минут,

7 – 1, 53 = 5, 47 минут.

Таким образом, времени на проследование горловины при отправлении при запрещающем показании выходного светофора сигнала по регистрируемому приказу ДСП, переданному по радиосвязи ТЧМ, затрачивается на 5, 47 минуты или 0,09 час больше, чем при отправлении по разрешающему показанию светофора.

За 2 месяца текущего года со станции «П» по регистрируемым приказам ДСП отправлено 438 поездов (7,4 поезда в среднем сутки).

Среднесуточный экономический эффект от сокращения времени отправления:

$$Э_{сут.отправления} = 0,09 \times 7,4 \times 12448,58 = 8290,76 руб.$$

где 12448,58 - стоимость 1 поезда-часа в грузовом движении.

7,4 - количество поездов, отправленных по регистрируемым приказам ДСП в среднем за сутки.

Годовой экономический эффект от сокращения времени на отправление составит:

$$Э_{год.отправления} = 8290,76 \times 365 = 3026,126 тыс.руб.$$

Общий годовой экономический эффект от приёма/отправления поездов на станции «П» по сигналам светофора составит:

$$Э_{год.общ.} = 477,092 + 3026,126 = 3503,218 тыс.руб/год.$$

2. Экономический эффект от организации тупикового пути в чётной горловине на участке пути № 49а.

Для сокращения времени на перестановку поездных локомотивов из парков в парк под поезда необходимо произвести ремонт закрытого для движения участков пути №49а (100 м от светофора М12 по направлению сигнала ЧН) для организации тупика с дальнейшей его электрификацией.

На станции в среднем за сутки отцепляется 4 локомотива, которые в настоящее время ожидают прицепки к поезду в нечётной горловине станции, за сигналами М101, М103, при этом указанные локомотивы после отцепки в чётной горловине станции переезжают в нечётную горловину, затем возвращаются под поезд обратно.

Расстояние следования локомотивов в одну сторону:

300 +750 = 1050 м, что составляет 7 минут, в обе стороны 14 минут или 0,23 часа.

Потери по причине выполнения непроизводительного пробега локомотивов:

$$Э = 2024,28 \times 0,23 \times 4 = 1962,3 руб.$$

где 2024,28 - стоимость 1 локомотиво-часа маневровой работы, согласно укрупнённым расходным ставкам дороги в рублях.

Годовой экономический эффект от восстановления участка пути чётной горловины на участке пути ЧН и М12 составит:

$$Э_{год} = 1862,3 \times 365 = 679,75 тыс.руб.$$

3. Экономическая эффективность от восстановления устройств инфраструктуры на станциях пост 391 км, путевой пост 383 км, станции «Д».

По причине невозможности приём на станцию «П», на соседних станциях простаивали в среднем за сутки:

- со стороны поста станции 391 км – 2 поезда, среднее время простоя - 15 минут или 0,25 часа;

- со стороны станции путевой пост 383 км – 1 поезд, среднее время простоя - 12мин или 0,2 часа;

- со стороны «Д» - 1 поезд, среднее время простоя 10 минут или 0,17 часа.

Предлагается, в целях исключения простоя поездов:

- на станции пост 391 км произвести восстановление пути №12 (условная длина 78 вагонов) с демонтажем стрелочного перевода №39, что позволит удлинить 12 путь станции до 81 условного вагона и производить смену локомотивных бригад чётных поездов по станции пост 391 км;

- на станции путевой пост 383 км - восстановление и удлинение пути №3 до вместимости 75 условных вагонов для приёма нечётных транзитных поездов со сменой локомотивных бригад по станции путевой пост 383 км с переносом стрелочного перевода №10, в сторону станции близлежащей станции «К»;

- на станции «Д» – восстановление пути №4 для скрещения поездов на станции, для приёма нечётных транзитных поездов со сменой локомотивных бригад по станции «Д» и безостановочного проследования данных поездов по узловой станции «П».

Экономический эффект от восстановления приёмо-отправочных путей, длительное время закрытых для движения, заключается в исключении непроизводительных потерь времени по неприёму поездов соседних станций.

4. Экономический эффект от ликвидации непроизводительных потерь по причине задержки поездов со стороны станции «П».

4.1. Пост 391 км:

$$Э_{поезд} = 2325,24 \times 0,25 \times 2 = 1162,62\ руб.$$

где 2325,4руб. - средняя стоимость поездо-часа простоя, согласно укрупненным расходным ставкам на дороге, в руб.;

2 - количество поездов, простаивающих в среднем в сутки на соседних станциях участка из-за невозможности приема на станцию;

0,25 - среднее время простоя, час.

Годовой экономический эффект составит:

$$Э_{год1} = 1162,25 \times 365 = 424,356\ тыс.руб.$$

4.2. Путевой пост 383 км:

$$Э_{поезд} = 2325,24 \times 0,2 \times 1 = 465,048\ руб.$$

где 2325,24 – средняя стоимость 1 поездо-часа простоя, согласно расходным ставкам дороги, руб.;

1 - количество поездов, простаивающих в среднем в сутки на станциях участка из-за невозможности приёма на станцию;

0,2 - среднее время простоя, час.

Годовой экономический эффект составит:

$$Э_{год2} = 465,048 \times 365 = 169,743\ тыс.руб.$$

4.3. Промежуточная станция «Д»:

$$Э_{поезд} = 3291,14 \times 0,17 \times 1 = 559,49\ руб.$$

где 3291,14 - стоимость 1 поездо-часа простоя (теплотяга), согласно укрупнённым расходным ставкам на дороге, руб.;

1 - количество поездов, простаивающих в среднем в сутки на соседних станциях участка из-за невозможности приёма на станцию «П»;

0,17 - среднее время простоя, час.

Годовой экономический эффект составит:

$$Э_{год3} = 559,49 \times 364 = 204,2 тыс.руб.$$

Общий годовой экономический эффект от восстановления приемо-отправочных путей, длительное время закрытых для движения:

$$Э_{год1,год2,год3} = 424,356 + 169,743 + 204,2 = 808,299 тыс.руб.$$

Общий экономический эффект от предлагаемых технических мероприятий по реконструкции исследуемой станции «П» составит:

$$Э_{общ.} = 3503,218 + 679,75 + 808,299 = 4991,267 тыс.руб.$$

По итогам технико-экономического расчета сделан вывод о необходимости реконструкционных мероприятий транспортного узла и организации работы с длинносоставными поездами.

Использования имитационного моделирования при проработке данного предложения позволит полноценно исследовать эксплуатационную работу железнодорожного узла. Применение компьютерных моделей позволит существенно сократить затраты инженерно-технического труда при выполнении технико-экономических расчетов и проверить условия работы станции узла не при одном, а при многих вариантах технологических и технических оснащений, и получить более общий и более надежный результат [8-10].

Данное предложение, с обоснованием поставленных задач, позволит:

- обеспечить необходимую пропускную способность железнодорожной инфраструктуры транспортного узла;
- обеспечить беспрепятственный пропуск при приёме/отправлении длинносоставных поездов благодаря предложенным реконструктивным мероприятиям и вследствие изменения технологии эксплуатационной работы узла;
- открыть новые возможности для освоения перспективного грузооборота по рассматриваемой узловой станции.

Следовательно, предложение способствует как увеличению прибыли компании ОАО «РЖД», так и совершенствованию технологии грузовых перевозок.

Библиографический список

1. Иванкова, Л. Н. Развитие методов оптимизации технических и технологических параметров железнодорожных станций / Л. Н. Иванкова, А. Н. Иванков, С. С. Котельников. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 107 с.

2. Акулиничев, В. М. Железнодорожные станции и узлы / В. М. Акулиничев, Н. В. Правдин, В. Я. Болотный, И. Е. Савченко. - Москва: Транспорт, 1992. - 480 с.

3. Апатцев, В. И. Железнодорожные станции и узлы. В 2 частях. Часть 1 : Учебное пособие / В. И. Апатцев, Л. Н. Иванкова, А. Н. Иванков. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 161 с. – EDN MVWWLB.

4. Положение о железнодорожной станции (с изменениями на 5 марта 2020 года): утверждено Распоряжением ОАО "РЖД" от 31.05.2011 г. № 1186-р.

5. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации, утвержденные Приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 21.12.2010 № 286.

6. Железнодорожные станции и узлы: транспортные средства, эксплуатация железных дорог: учебник для студентов, обучающихся по специальности 190401.65 «Эксплуатация железных дорог» и направлению подготовки 190700.62 «Технология транспортных процессов» ВПО / В.И. Апатцев [и др.]; под ред. В.И. Апатцева и Ю.И. Ефименко. - Москва: Учеб.-методический центр по образованию на ж.-д. трансп., 2014. - 854 с.

7. Куныгина, Л. В. Современные информационные технологии в управлении железнодорожным транспортом / Л. В. Куныгина // Транспорт: наука, образование, производство (транспорт-2021) : Труды международной научно-практической конференции, Воронеж, 19–21 апреля 2021года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С.111-115. – EDN WFPOME.

8. Иванков, А. Н. Организация пропуска поездопотоков по полигону при реконструкции железнодорожных станций / А. Н. Иванков, Л. Н. Иванкова, Л. В. Куныгина // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2015. – №2(46). – С. 165-169. – EDN TQULSF.

9. Фуфачева, М. В. Основные принципы реконструкции железнодорожных станций / М. В. Фуфачева // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2017. – № 3-4. – С. 55-58. – EDN YNOXHR.

10. Котельников, С. С. Имитационное моделирование работы станции / С. С. Котельников, А. Н. Иванков // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2011. – Т. 1. – № 1. – С. 82-86. – EDN PASGCD.

УДК 539.213

МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПРИ БОРИРОВАНИИ

Лукин А.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Исследовано влияние постоянного и реверсированного токов на фазовый состав стали. В работе исследуется сталь 45 при электролизном борировании. Показано, что причиной высокой хрупкости боридных слоев и трещинообразования помимо самой природы соединений является совместное действие макро- и микронапряжений, неоднородность боридных слоев и резкое различие удельных объемов и коэффициентов теплового расширения боридных фаз железа.

Ключевые слова: морфология, борирование, электролиз, окалиностойкость, диффузионный слой, рентгенограмма, плотность тока, износостойкость, фаза, трещинообразование.

Abstract. The influence of direct and reversed currents on the phase composition of steel is investigated. The paper examines steel 45 during electrolysis boriding. It is shown that the cause of high brittleness of boride layers and cracking in addition to the nature of the compounds themselves is the joint action of macro- and microstresses, heterogeneity of boride layers and the sharp difference in the specific volumes and thermal expansion coefficients of boride iron phases.

Keywords: morphology, boriding, electrolysis, scale resistance, diffusion layer, X-ray diffraction, current density, wear resistance, phase, cracking.

Борирование наиболее часто применяют для повышения износостойкости изделий из металлов и сплавов. Для борированных слоев характерны высокая коррозионная стойкость в ряде агрессивных сред, повышенная окалиностойкость, сохранение высокой твердости при нагреве. Это позволяет использовать борированные изделия из сталей и сплавов в особо жестких условиях эксплуатации: трение скольжения без смазки, абразивное изнашивание, изнашивание в вакууме, при повышенных и высоких температурах, в агрессивных средах. Борированию можно подвергать любые стали, что не маловажно. Борированный слой имеет игольчатое строение и состоит из боридов FeB (на поверхности) и Fe_2B.

Оптимальный режим электролизного борирования реверсированным током наблюдался для периодов реверсирования

$$T_р = \tau_а + \tau_к \quad (1)$$

$T_р$ лежит в пределе 1,2 – 1,9 с. Здесь $\tau_а$ – анодный промежуток (полупериод), т.е. время прохождения обратного тока после переключения полярности, $\tau_к$ – катодный промежуток (полупериод), т.е. время прохождения тока в прямом направлении. Для оптимального, т.е. наиболее интенсивного борирования, $\tau_а$ равна 0,4 – 0,5 с, $\tau_к$ равна 0,8 – 1,4 с. Плотность тока в прямом направлении равна 2000-4000 А/м^2, в обратном – 2000 А/м^2. В слое толщиной в 25 мкм присутствует 88 % FeB и 12 % Fe_2B. Феррит отсутствует на поверхности борированной стали.

С увеличением глубины количество FeB уменьшается, а F_2B увеличивается. Количество FeB превышает количество Fe_2B даже на глубине 75 мкм. В борированном слое практически нет зон, где сосуществовали бы три фазы: Fe, Fe_2B и FeB. Феррит сосуществует только совместно с Fe_2B, очевидно там, где иглы борида Fe_2B проникают вглубь металлической матрицы стали. На глубине 125 мкм от поверхности FeB полностью исчезает и появляются следы феррита. Полностью борид железа Fe_2B исчезает на глубине 160-175 мкм. На этой глубине обнаруживается только феррит.

Полученные данные хорошо согласуются с изменением микротвердости по глубине диффузионных слоев (рис. 1).

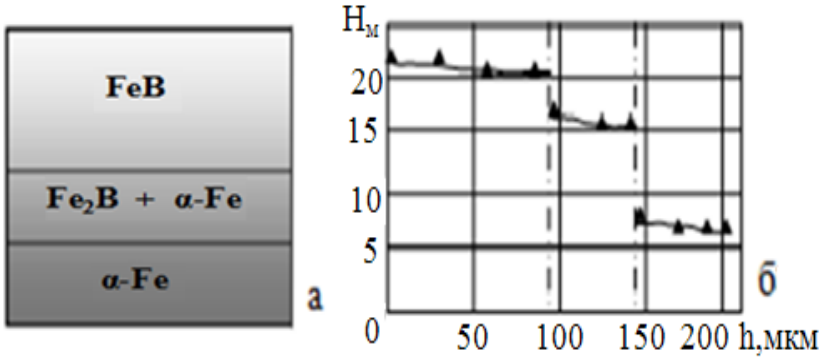


Рис. 1 - Распределение фаз (а) и изменение микротвердости (б) по глубине диффузионного слоя борированной стали

Так как борид FeB имеет максимальную твердость (21000 МПа), то наиболее твердыми оказываются слои от 0 до 80-90 мкм. Слои на глубине от 100 до 140 мкм имеют твердость 17000-16000 МПа, что близко к твердости борида Fe_2B. На глубине 160 и более микрон микротвердость равна микротвердости нормализованной стали 45. На графике $H_м = f(h)$, где h – толщина (глубина) слоя, а $H_м$ – значение микротвердости, имеются резко выраженные спады микротвердости на глубине 90 мкм и 140 мкм, что соответствует исчезновению в диффузионном слое борида сначала FeB, а затем и Fe_2B.

С увеличением глубины от поверхности образца количество Fe_2Ta уменьшается до нуля, что и приводит к росту микротвердости по мере удаления от поверхности, так как микротвердость фазы Fe_2Ta меньше, чем боридов. Уменьшение микротвердости на глубине большей 40 мкм обусловлено уменьшением количества FeB и увеличением количества борида Fe_2B. На глубине 60 мкм борид FeB исчезает. Следы феррита появляются на глубине 80 мкм. Борид Fe_2B исчезает полностью на глубине 110 мкм. Глубже 110 мкм рентгенографически обнаруживается только одна фаза – феррит [1].

На рис. 2 представлено количественное изменение боридов Fe_2B, FeB и феррита по глубине диффузионного слоя, полученного насыщением постоянным током при температуре 1173 К. Плотность тока менялась ступенчато в диапазоне 1000-6000 А/м^2, а длительность насыщения – в пределах 1-3 часа.

Анализ приведенных кривых показывает, что при повышении плотности тока в слое увеличивается содержание FeB как при использовании постоянного тока, так и реверсированного. При этом зона сплошности борида Fe_2B сужается. И наоборот, понижение плотности тока ведет к уменьшению количественного содержания борида FeB и расширению зоны сплошности борида Fe_2B. Применение реверсированного тока по сравнению с постоянным приводит к увеличению в диффузионном слое доли фазы FeB [2].

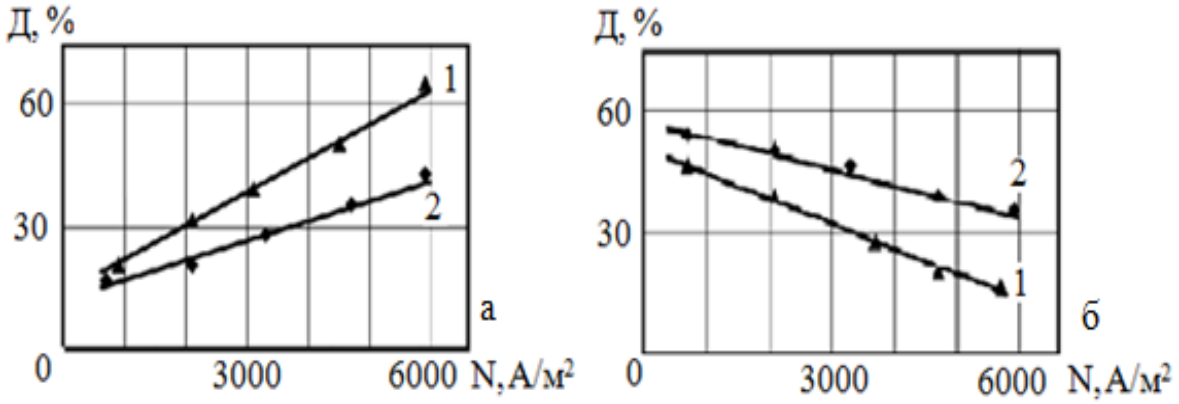


Рис. 2 - Количественное изменение боридов FeB (а) и Fe_2B (б) по глубине диффузионного слоя в зависимости от величины насыщающего реверсивным (1) и постоянным (2) токами

Исследования в настоящей работе показали, что применение реверсированного тока при всех видах насыщения стали из расплавов не влияет на качественный фазовый состав диффузионных слоев. Однако рентгенограммы, снятые с образцов, полученных электролизным способом при применении реверсированного тока, отличаются от таковых для слоев, полученных с помощью постоянного тока. Линии на рентгенограмме, снятой с борированного при постоянном токе образца, выглядят более размытыми, чем на снимках с образцов, борированных реверсированным током (рис. 3).

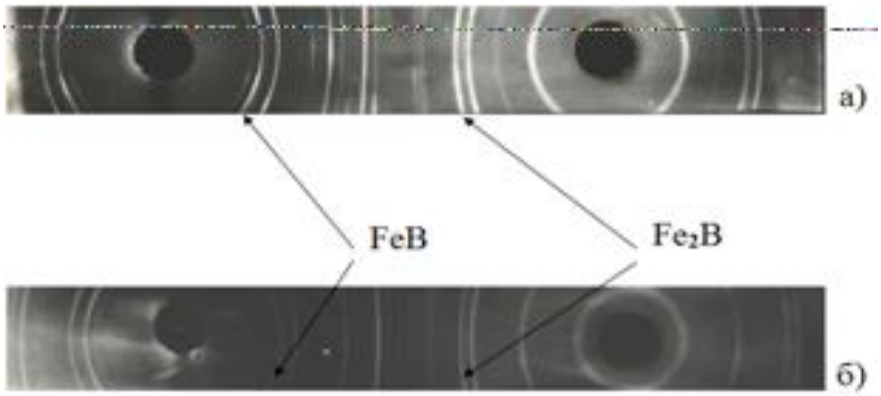


Рис. 3. Рентгенограммы, снятые с образцов,
борированных постоянным током (а) и реверсированным током (б)

Сравнение рентгенограмм свидетельствует о более напряженном состоянии структур в образцах, подвергнутых диффузионному насыщению постоянным током. Напряжения, возникающие в слое за счет структурного образования, неравномерного распределения концентрации элементов вдоль поверхности в микрообъемах слоя и вызывают искажения решетки. Применение реверсированного тока создает условия в анодный полупериод для частичной релаксации внутренних напряжений за счет более однородного распределения элементов, в частности бора, в слое, рассасывания границ смыкания боридных игл [3-5].

Таким образом, исследования борированных слоев позволяют прийти к заключению, что причиной высокой хрупкости боридных слоев и трещинообразования помимо самой природы соединений является совместное действие макро- и микронапряжений, неоднородность боридных слоев и резкое различие удельных объемов и коэффициентов теплового расширения боридных фаз железа.

Библиографический список

1. Борсяков, А.С. Морфология и нелинейная самоорганизация боридных фаз в армко-железе. / А.С. Борсяков, В.А. Юрьев, А.П. Котов - Курск, 1999. 6-8 с.

2. Борсяков, А.С. Исследование свойств и закономерностей формирования боридных покрытий на металлах и сплавах подгруппы железа/ Борсяков А.С. - Воронеж: ВПИ, 1974, 27 с.

3. Горелик, С.С. Рентгенографический и электронно-оптический анализ / С.С. Горелик, Л.Н. Расторгуев, Ю.А. Скаков - М.: Металлургия, 1970. - 368 с.

4. Теоретическое обоснование кинетики формирования диффузионных боридных покрытий на железе / А. М. Беликов, А. С. Борсяков, О. А. Лукин, А. А. Лукин // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2001. – № 1-9. – С. 60-62. – EDN YYCNJZ.

5. Термодинамические и кинетические основы теории кристаллизации при формировании борсодержащих покрытий / А. М. Беликов, А. С. Борсяков, О. А. Лукин [и др.] // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2001. – № 1-10. – С. 62-68. – EDN YRZVFY.

УДК 539.87

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА СВОЙСТВА МАЛОУГЛЕРОДИСТЫХ И НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

Лукин А.А., Лукин О.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В работе проводится анализ возможного влияния легирующих элементов на свойства сталей. Рассматриваются малоуглеродистые и низколегированные стали. Показано положительное и отрицательное влияние легирующих элементов на механические и технологические свойства сталей.

Ключевые слова: легирующие элементы, механические свойства, технологические свойства, феррит, упрочнение.

Abstract. The paper analyzes the possible influence of alloying elements on the properties of steels. The low-carbon and low-alloy steels are considered. The positive and negative influence of alloying elements on mechanical and technological properties of steels is shown.

Keywords: alloying elements, mechanical properties, technological properties, ferrite, hardening.

Легированные стали в зависимости от структуры, получаемой после нагрева до 900° С и охлаждения на воздухе (т.е. после нормализации), подразделяются на пять классов: перлитный, мартенситный, аустенитный, ферритный, карбидный.

В зависимости от содержания легирующих элементов и углерода при заданной скорости охлаждения (на воздухе) можно получить разную структуру.

Стали перлитного класса характеризуются небольшим содержанием легирующих элементов (менее 5...7 %). Для них, как и для углеродистых сталей, кривая скорости охлаждения при нормализации будет пересекать С-кривые перлитного распада [1]. Следовательно, будут получаться структуры перлитного типа: перлит, сорбит, тростит.

Стали мартенситного класса содержат большее количество легирующих элементов (обычно 7... 15 %) [2]. В присутствии никеля, даже при общем количестве легирующих элементов около 5 %, сталь может относиться к мартенситному классу. Содержание углерода в сталях мартенситного класса обычно не превышает 0,55 %. Область перлитного распада в этих сталях сдвинута вправо, поэтому охлаждение на воздухе приводит к переохлаждению аустенита до температур мартенситного превращения, где и происходит образование мартенсита [3].

Стали аустенитного класса содержат более 15 % легирующих элементов, в том числе не менее 8 % никеля или около 13 % марганца. В большинстве этих сталей содержание углерода не превышает 0,2 %. Легирующие элементы (особенно никель), растворяясь в аустените, очень сильно повышают его устойчивость. При этом не только сдвигается вправо область перлитного распада, но и точка начала мартенситного превращения снижается в область отрицательных температур. В результате сталь, охлажденная на воздухе до комнатной температуры, сохраняет аустенитную структуру.

Стали ферритного класса содержат от 17 до 30 % хрома или не менее 2,5 % кремния. Это малоуглеродистые стали, в которых процент углерода не превышает 0,2. Растворяясь в феррите, хром очень сильно повышает его устойчивость. Такие стали практически не имеют фазовых превращений при нагреве вплоть до плавления, то есть сохраняют ферритную структуру во всех интервалах температур.

К сталям карбидного (ледебуритного) класса относятся высокоуглеродистые (более 0,7 % С), легированные большим количеством карбидообразующих элементов, преимущественно вольфрамом, ванадием, молибденом, хромом. Легирующие элементы образуют с углеродом большое количество специальных карбидов. Уже в процессе кристаллизации стали образуются карбиды, входящие в состав эвтектики, напоминающей ледебурит. При охлаждении в сталях карбидного класса, подобно сталям мартенситного класса, основа структуры получается мартенситной.

Легированной называется сталь, в которой, кроме обычных примесей, содержатся специально вводимые в определенных сочетаниях легирующие элементы (*Cr, Ni, Mo, Wo, V, A1, B, Ti* и др.), а также *Mn* и *Si* в количествах, превышающих их обычное содержание как технологических примесей (1 % и выше). Как правило, лучшие свойства обеспечивает комплексное легирование.

Легирование сталей и сплавов используют для улучшения их технологических свойств. Легированием можно повысить предел текучести, ударную вязкость, относительное сужение и прокаливаемость, а также существенно снизить скорость закалки, порог хладноломкости, деформируемость изделий и возможность образования трещин [4]. В изделиях крупных сечений (диаметром свыше 15...20 мм) механические свойства легированных сталей значительно выше, чем механические свойства углеродистых сталей.

Все легирующие элементы, за исключением никеля, при содержании их в растворе выше определенного предела снижают ударную вязкость, трещиностойкость и повышают порог хладноломкости.

Легирующие элементы по механизму их воздействия на свойства сталей и сплавов можно разделить на три группы:

- влияние на полиморфные (альфа-Fe -> гамма-Fe) превращения;
- образование с углеродом карбидов $(Cr,Fe)_7C_3$; $(Cr,Pe)_{23}C_6$; Mo_2C и др.;
- образование интерметаллидов (интерметаллических соединений) с железом - Fe_7Mo_6; Fe_3Nb и др.

По характеру влияния на полиморфные превращения легирующие элементы можно разделить на две группы:

- элементы (*Cr, W, Mo, V, Si, Al* и др.), достаточное содержание которых обеспечивает существование в сталях при всех температурах легированного феррита (ферритные ставы);
- элементы (*Ni, Mn* и др.), стабилизирующие при достаточной концентрации легированный аустенит при всех температурах.

Легирование феррита сопровождается его упрочнением. Наиболее значительно влияют на его прочность *марганец* и *хром*. Причем чем мельче зерно феррита, тем выше его прочность.

Многие легирующие элементы способствуют измельчению зерен феррита и перлита в стали, что значительно увеличивает вязкость стали [5]. Однако все легирующие элементы, за исключением *никеля,* при содержании их в растворе выше определенного предела снижают ударную вязкость, трещиностойкость и повышают порог хладноломкости.

Легирующие элементы (исключение *кобальт*), повышая устойчивость аустенита, снижают критическую скорость закалки и увеличивают прокаливаемость.

Карбидообразующие элементы: *Fe - Mn - Cr - Mo - W - Nb - V - Zr - Ti* (за исключением марганца) препятствуют росту зерна аустенита при нагреве. Сталь, легированная этими элементами, при одинаковой температуре сохраняет более высокую дисперсность карбидных частиц, и соответственно большую прочность.

Интерметаллиды образуются при высоком содержании легирующих элементов между этими элементами или с железом. Примером таких соединений могут служить Fe_7Mo_6, Fe_3Nb_2 и др. Интерметаллиды, как правило, отличают повышенные твердость и хрупкость.

Таким образом, влияние легирующих элементов на свойства стали может быть представлено в обобщенной таблице (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние легирующих элементов на свойства стали

Элемент	Механические свойства						Технологические свойства			
	σ_0	$\sigma_т$	δ	НВ	KCU	σ_{-1}	СВ	КорС	ХЛ	КС
Углерод	++	+	=	++	-	-	-	0	0	0
Марганец	+	+	-	+	-	+	0	+	0	0
Кремний	+	+	-	+	=	0	-	-	0	0
Никель	+	+	0	+	+	0	+	++	0	0
Хром	+	+	-	++	0	0	-	++	0	0
Медь	0	0	0	0	0	0	0	++	0	0
Ниобий	++	++	-	+	0	+	+	0	0	0
Ванадий	+	+	-	+	0	++	+	+	0	0
Нитрид ванадия	++	++	-	+	0	+	0	0	0	0
Молибден	+	+	-	+	0	++	+	+	0	0
Бор	++	++	-	+	-	+	+	0	0	0
Титан	+	+	0	+	-	0	+	0	0	0
Алюминий	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
Сера	-	-	0	-	-	-	=	0	0	++
Фосфор	+	+	=	+	=	0	=	-	=	0
Мышьяк	-	-	-	0	-	-	-	0	0	0
Азот	++	++	=	++	=	-	-	0	0	0
Кислород	=	=	=	+	=	=	=	-	-	+

Примечания:

σ_0 - предел прочности
$\sigma_т$ - предел текучести
δ - относительное удлинение
НВ - твёрдость
KCU - ударная вязкость
σ-1 - усталостная прочность
СВ - свариваемость
КоррС - коррозионная стойкость
ХЛ - хладноломкость
КС - красностойкость

Знаки обозначают: (+) - повышает; (++) - значительно повышает; (-) - снижает; (=) - значительно снижает; (0) - не оказывает заметного влияния.

Библиографический список

1. Материаловедение: Учебник для вузов / Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин и др.; Под общ. ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 648 с.

2. Берсенев Г.А., Вылежнев В.П., Саррак В.И. Металловедение и термическая обработка металлов. 1968. № 6. С. 22.

3. Кардонский В.М., Перкас М.Д. Проблемы металловедения и физики металлов. М., 1968, №9.

4. Металловедение и термическая обработка стали: справ. изд. – 3-е изд., перераб. и доп. В 3-х т. Т. 1. Методы испытаний и исследования / Под ред. Бернштейна М.Л., Рахштадта А.Г. М.: Металлургия, 1983. 352 с.

5. Лукин, А. А. Исследование структуры и механических свойств конструкционной легированной стали 18ХГТ / А. А. Лукин, А. К. Тарханов, О. А. Лукин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. – 2016. – № 2(13). – С. 12-15. – EDN YGBSGT.

УДК 548.52

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕКСТУРЫ ПРИ ФАЗОВОМ ПРЕВРАЩЕНИИ В СПЛАВАХ Fe-Ni

Лукин А.А., Лукин О.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье исследуются аксиальные текстуры в сплавах Fe-30%Ni и их изменение при фазовых превращениях. Установлено, что мартенсит деформации, образовавшийся при обжатии проволоки в γ-состоянии, распределен неравномерно по сечению образца.

Ключевые слова: текстура, мартенсит, превращение, деформация.

Abstract. Axial textures in Fe-30%Ni alloys and their change during phase transformations are investigated in the article. It is established that the deformation martensite, formed during wire compression in γ-state, is distributed unevenly across the cross-section of the sample.

Keywords: texture, martensite, transformation, deformation.

Кристаллографические текстуры во многом определяют анизотропию механических и физических свойств металлов, поэтому их изучению уделяется большое внимание.

В процессе фазовых превращений новые фазы, как правило, образуются в твердом состоянии в кристаллической форме. При этом вновь возникающие кристаллы часто закономерно ориентированы относительно кристаллов старой фазы, и если до превращения наблюдалась преимущественная ориентировка, то, при закономерной ориентационной связи, кристаллы новых фаз ориентируются также закономерно [1].

Если проволоку из железоникелевого сплава деформировать волочением в γ-состоянии, то в ней выявляются обычные текстуры волочения <111> + <100>, причем текстура <100> выражена очень слабо (рис. 1).

При охлаждении проволоки до температуры минус 180ºС протекает мартенситное превращение (рис. 2). Исходное состояние проволоки – двойная аксиальная текстура, а также сложность механизма превращения не позволяет описать возникающую при охлаждении аксиальную текстуру простыми индексами. Однако не вызывает сомнения, что превращение протекает по описанному впервые Нишиямой ориентационному соотношению $(111)_\gamma \parallel (110)_\alpha$ и $[\bar{1}10]_\gamma \parallel [001]_\alpha$.[2].

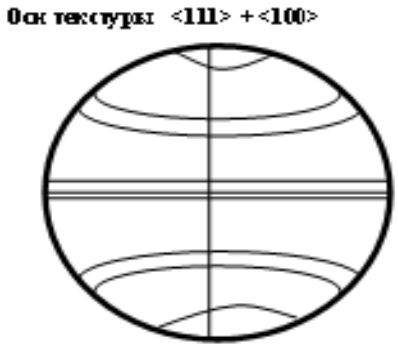


Рис. 1 - Типичная аксиальная текстура с осями <111> и <100>
в сплаве Fe - 30 % Ni, деформированном волочением в γ-состоянии

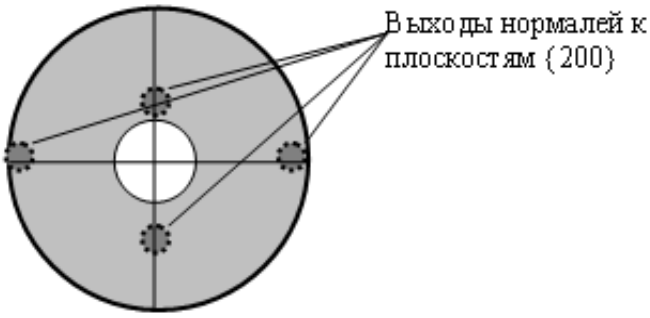


Рис. 2 - Типичная аксиальная текстура с осью, близкой к <210>
в сплаве Fe-30 % Ni, претерпевшем мартенситное превращение.
Ось текстуры перпендикулярна плоскости проекции

Полюсная фигура {200} построена таким образом, что ось текстуры перпендикулярна плоскости проекции. Если же ось текстуры расположить вертикально (в плоскости проекции), то вид полюсной фигуры будет иным (рис. 3).

Рис. 3 - Типичная аксиальная текстура с осью, близкой к <210>
в сплаве Fe-30%Ni, претерпевшем мартенситное превращение.
Ось текстуры лежит в плоскости проекции

Если такую, претерпевшую мартенситное превращение, проволоку отжигом при 600 ºС вновь перевести в γ-состояние, то восстанавливается прежняя текстура волочения <111> + <100> (рис. 4).

В

Рис. 4 - Аксиальная полюсная фигура {200} проволоки после протяжки ε = 65 %, φ – рассеяние текстуры. Ось текстуры лежит в плоскости проекции

зависимости от содержания Ni уже при деформации проволоки в аустенитном состоянии можно получить мартенсит. Было показано, что в проволоке, не имевшей текстуры в исходном состоянии, после деформации возникало около 40% мартенсита деформации с текстурой <110> [3].

При превращении остаточного мартенсита в результате последующего охлаждения возникала обычная текстура <210>, т.е. ориентационная связь не зависит от мартенсита деформации.

Восстановление прежней текстуры растяжения <111> + <100> при обратном переходе в γ-состояние не идет по тому же пути, что и прямое γ→α превращение. В образце, почти не имевшем текстуры, переведенном в α-состояние путем охлаждения, после деформации возникала текстура <110>. Превращение в γ-состояние при нагреве до 450 ºС приводило к появлению четкой текстуры <111> + <100>, причем в значительной степени преобладали кристаллы, ориентированные в направлении пространственной диагонали. Этот процесс оставался заметным и после окончания превращения, вплоть до 500 ºС, когда оставалась только одна ориентировка <111>. Если затем в результате охлаждения опять получали α-состояние, а потом вторично превращали его в γ-состояние, то возникала сложная α-текстура и вновь получалась аксиальная текстура <111>. Следует отметить, что наблюдавшаяся при 500 ºС текстура <111> исчезала при >700 ºС вследствие вторичной рекристаллизации.

Замечено, что температура обратного превращения была не постоянной; она зависела от протекания процесса рекристаллизации. В недеформированной проволоке, оно происходило при температуре порядка 400 ºС. В деформированной проволоке температура обратного превращения сдвигалась к более высоким температурам. Так, например, температура превращения в проволоке, деформированной в α-состоянии, составляла около 450-470 ºС. Была построена зависимость температуры обратного превращения в γ-состояние от степени деформации в α-состоянии (рис. 5).

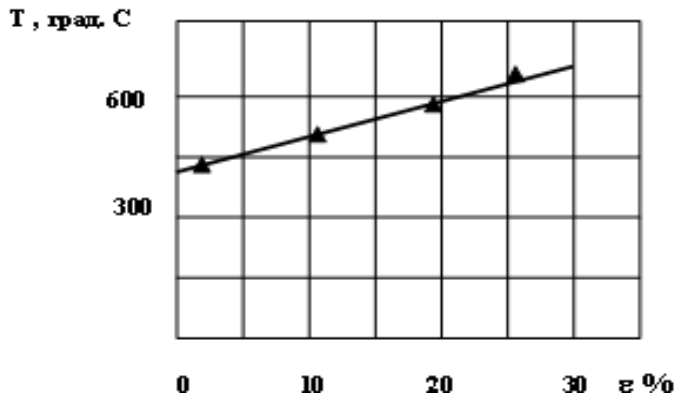


Рис. 5 - Зависимость температуры $\alpha \rightarrow \gamma$ превращения
от степени деформации проволоки в α-состоянии

Изменение температуры обратного $\alpha \rightarrow \gamma$ превращения можно связать с тем, что в деформированном образце превращение может протекать только в том случае, когда служащие зародышами кристаллы аустенита освобождаются от напряжений.

Мартенсит деформации (~15 %), образовавшийся при обжатии проволоки в γ-состоянии, распределен неравномерно по сечению образца. На поверхности проволоки были обнаружены слои непревращенной γ-фазы, а содержание мартенсита увеличивалось к сердцевине образца.

Это можно объяснить влиянием двух факторов. Во-первых, различная текстура внутренних и внешних слоев проволоки провоцирует работу различных систем скольжения в этих областях и тем самым способствует или затрудняет мартенситное превращение при деформации. Во-вторых, технологические отжиги проволоки в атмосфере азота, при ее изготовлении, насыщают поверхностные слои азотом, повышая температуру мартенситного превращения и тем самым затрудняя $\gamma \rightarrow \alpha$ превращение [4].

В результате установлено, что в проволоке из железоникелевого сплава деформированной волочением в γ-состоянии формируются обычные текстуры волочения <111> + <100>, причем текстура <100> выражена очень слабо. Мартенсит деформации, образовавшийся при обжатии проволоки в γ-состоянии, распределен неравномерно по сечению образца. На поверхности проволоки обнаружены слои непревращенной γ - фазы, а содержание мартенсита увеличивалось к сердцевине образца. При обратном превращении мартенсита деформации в аустенит всегда возникает исходная текстура, т.е. <111> + <100>.

Библиографический список

1. Nishiyama, Z. Sci. Rep.Tohoki Imp. Univ.,1984, 1, v. 23, p. 637-664.

2. Matsuda, A. // Trans. JIM. 1978. vol. 19.№9. h.466-474.

3. Гольдштейн, М.И., Литвинов, В.С., Бронфин, Б.М. Металлофизика высокопрочных сплавов. М.: Металлургия, 1986. 312 с.

4. Курдюмов, В.Г., Ермолаев, Г.Н., Коняев, Ю.Л. //ФММ, 1976, Т.42, вып. 2, С.441-444.

УДК 656.21

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ ПОВЫШЕННОЙ МАССЫ И ДЛИНЫ

Назарьев Д.А., Попова Е.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье рассмотрена тенденция развития тяжеловесного движения. Тяжеловесное движение является оптимальным способом повышения провозных способностей загруженных направлений. За счет внедрения такого движения происходит снижение уровня эксплуатационных расходов, а, следовательно, происходит снижение себестоимости перевозки груза, что в свою очередь влияет на рост грузооборота, а, следовательно, и на рост доходов от данного вида деятельности.

Ключевые слова: тяжеловесное движение, перевозочный процесс, пропускная способность, провозная способность.

Abstract. The article considers the trend of the development of heavy-weight movement. Heavy traffic is the optimal way to increase the carrying capacity of loaded destinations. Due to the introduction of such a movement, the level of operating costs is reduced, and, consequently, the cost of cargo transportation is reduced, which in turn affects the growth of cargo turnover, and, consequently, the growth of income from this type of activity.

Keywords: heavy traffic, transportation process, carrying capacity, carrying capacity.

В последние годы ОАО «Российские железные дороги» ведет систематическую работу по повышению эффективности грузовых перевозок, особенно на магистральных линиях железнодорожной сети, за счет увеличения массы и длины грузовых поездов. В настоящее время из-за значительных объемов перевозки сыпучих грузов (уголь, руда, сырая нефть, нефтепродукты, металлы, минеральные и строительные материалы) по международным транспортным коридорам в рамках участия России в международных экономических отношениях они привели к расширению железнодорожных участков с недостаточной пропускной способностью. В последние годы была проведена систематическая работа по обеспечению увеличения грузовых перевозок. Увеличение весовых норм является одним из приоритетных вопросов, позволяющих увеличить пропускную способность, повысить эффективность железных дорог в рыночных условиях [1].

В настоящее время вес маршрутов с погрузочных площадок постоянно увеличивается, поэтому было решено разработать нормативные требования к устройству и обслуживанию объектов инфраструктуры в зонах движения грузовых поездов массой более 6000 тонн, включая разработку методики мониторинга их состояния. На грузонапряженных участках Западно-Сибирской, Свердловской и Южно-Уральской, Приволжской железных дорогах практикуется вождение поездов весом 7000, 8000, 9000 и 12000 тонн и длиной свыше 71 условного вагона. С дальнейшим увеличением перевозок к 2030 году планируемая тенденция движения тяжелых поездов приобретет особое значение и увеличит пропускную способность без капиталоемких затрат на строительство третьего и четвертого основных путей на загруженных участках сети [3].

При нынешней нестабильности экономического развития страны невозможно не учитывать тот факт, что в случае остановки транспорта и из-за повсеместного строительства трубопроводов, а также из-за будущего развития производства

эксплуатация третьего и четвертого путей может оказаться неэффективной, что приведет к их временному неиспользованию. В настоящее время проводятся испытания технических устройств, обеспечивающих безопасное движение тяжеловесных, повышенной длины поездов. В связи с чем проходит испытание технических устройств, обеспечивающих дистанционное управления тягой и торможением поездов [5].

Технико-экономические расчеты и опыт эксплуатации показывают, что при организации непрерывного использования октябрьских грузовых поездов по массе и длине необходимо учитывать увеличение времени простоя вагонов на станциях формирования и прибытия, а также изменения динамики продольного движения поезда и затраты, связанные с появлением дополнительных нагрузок на рельсы и вагоны [2]. Для перспективных условий эксплуатации принципиально важно использовать возможности измерения $Т_{пр}$ при разработке перспективных грузовых вагонов, прежде всего для перевозки угля и руды. Вагоны габаритом $Т_{пр}$ наиболее преимущественны по сравнению с действующими в настоящее время полувагонами. Эффект от применения будет следующим:

- уменьшение количества подвижного состава для перевозки того же объема груза на 20%;
- прирост производительности вагона на 9,2%;
- увеличение провозной способности железных дорог на имеющейся путевой инфраструктуре, развитой под унифицированную длину поездов – до 15%;
- снижение потребности в локомотивах – до 10% (если не они ограничивали массу поезда) и локомотивных бригадах – до 20%;
- сокращение эксплуатационных затрат на транспортировку, в том числе удельного расхода электроэнергии из-за увеличения массы поезда – до 5%.

На участках движения поездов отношение веса более 6000 тонн должны быть «твердые нитки» графика движения поездов, чтобы пропускать грузовые поезда с увеличенным весом. Для организации интенсивного движения необходима надлежащая подготовка инфраструктуры хозяйства и электроснабжения [4]. В настоящее время экспериментально эксплуатируется 301 грузовой вагон габаритов $Т_{пр}$. Хотя протяженность железных дорог, работающих с интенсивным движением, составляет небольшой процент от общей протяженности железных дорог, можно без преувеличения утверждать, что интенсивное движение, а также высокоскоростное движение являются мощным стимулом для инновационного развития во многих секторах, обеспечивающих такую железнодорожную деятельность. Таким образом, это способствует развитию железных дорог на пути к инновационному возрождению.

Важной особенностью организации грузового движения в России являются большие расстояния от мест добычи полезных ископаемых, в частности угля, до морских портов, где происходит их погрузка на морские суда (Кузбасс - Восток, Кузбасс - Северо-Запад), а также сложные условия движения, с крутыми кривыми и большими уклонами, а также тяжелые климатические условия. Второй особенностью является совместное движение грузовых и пассажирских поездов по одним и тем же линиям.

Разработанный комплексный проект программы развития интенсивного движения направлен на достижение необходимой пропускной способности на основных железнодорожных линиях в будущем. В то же время была предусмотрена глубокая модернизация инфраструктуры и тяговых вагонов для интенсивного тяжеловесного движения [2].

Учитывая зарубежный опыт развития интенсивного движения, можно сделать вывод о возможности полной реализации положительных технико-экономических

обоснований специализации железнодорожных путей для перевозки грузов с использованием длинносоставных поездов увеличенной массы. Интенсивное движение тяжеловесов в большинстве стран было вызвано необходимостью обеспечить наиболее экономичный способ транспортировки сыпучих грузов от мест их производства к местам погрузки на суда, на которых товары экспортируются, или к местам потребления. Тенденция эксплуатации и технологии использования таких дорог доказывает их эффективность [9].

Особенности развития тяжеловесного движения на Российских железных дорогах определяются:

- необходимостью повышения массы и длины поездов как наиболее эффективного пути решения проблемы исчерпания резервов пропускной способности на многих направлениях сети железных дорог;

- смешанным (грузовым и пассажирским) характером движения, большими расстояниями от мест добычи полезных ископаемых, сложным планом и профилем пути, тяжелыми климатическими условиями, препятствующими специализации железных дорог.

С учетом этих целей и условий на Российских железных дорогах была принята унифицированная норма массы грузового поезда 6000–6300т при длине в 71 условный вагон, а инфраструктура основных направлений сети подготовлена к пропуску таких поездов. Цель развития тяжеловесного движения в среднесрочной перспективе состоит в подготовке направлений из Кузбасса в места потребления и погрузки угля для вождения поездов массой 9000т и более при увеличении нагрузки на ось до 25 тс/ось (ограничение по нагрузочной способности мостов). При реализации потребуется комплексный подход к усилению инфраструктуры, систем энергоснабжения, СЦБ и связи [10].

Развитие тяжеловесного движения требует решения целого комплекса важнейших проблем.

Во-первых, необходимо подготовить инфраструктуру путевого хозяйства под пропуск тяжеловесных и длинносоставных поездов. Для этого необходимо развитие стрелочных горловин и приемоотправочных путей на станциях, которые станут способны принимать длинносоставный грузовой поезд. Перед введением движения таких поездов на дороге необходимо провести работы по улучшению содержания пути, подвижного состава, устройств СЦБ, повышению квалификации работников, связанных с движением поездов. Требуется провести тщательные тяговые расчеты, а затем опытные поездки с поездами.

Во-вторых, подготовить тяговый подвижной состав для тяжеловесных поездов, соответственно, основные локомотивостроительные предприятия должны быть обеспечены соответствующим заданием.

В-третьих, завершить сертификацию систем, обеспечивающих безопасность движения поездов повышенного веса. Безопасность при обращении поездов повышенного веса и/или длины должна обеспечиваться режимом вождения поезда.

В долгосрочной перспективе для реализации всех преимуществ применения технологий тяжеловесного движения после технико-экономических исследований целесообразно строительство и специализация определенных железных дорог и направлений для тяжеловесного движения с учетом совершенствования автоматизированных интеллектуальных систем в управлении работой станции [7].

Таким образом, важным направлением является организация ускоренной обработки контейнерных поездов специальными вагонами с повышенной осевой нагрузкой. Одним из наиболее важных выводов, полученных в результате обзора развития интенсивного движения в разных странах мира, является необходимость

комплексного, технико-экономического подхода к проблемам интенсивного движения с учетом поставленных целей и характерных особенностей железных дорог. Необходимо постоянно вести системную работу на опережение над основными процессами и техническими решениями в процессе эксплуатации [8].

Результатами этих исследований являются новые конструкции вагонного парка, верхнего строения пути, мощные локомотивы, новые способы управления длинными поездами, электронно-управляемые системы торможения, материалы для рельсов и колес, технологии шлифования рельсов, управления трением в системе колесо-рельс, системы и средства мониторинга состояния экипажей и пути и информационные системы, которые обеспечивают снижение стоимости жизненных циклов железных дорог. Важно совершенствовать технологию вождения грузовых поездов повышенной массы и длины [10]. Необходимо, чтобы продольные сжимающие и растягивающие силы при движении поезда, при трогании с места и торможении не превышали нормативных величин.

Библиографический список

1. Мирончук, В.А., Золкин, А.Л., Куныгина, Л.В., Попова, Е.А. Государственное управление железнодорожным транспортом и его совершенствование /. – Краснодар: Индивидуальный предприниматель Кабанов Виктор Болеславович (Издательство "Новация"), 2022. – 162 с. – EDN UPTHVK.

2. Шатохин, А.А., Попова, Е.А., Буракова, А.В. Повышение эффективности организации порожних вагонопотоков при управлении назначениями порожних вагонов // 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. 173-180. – EDN TUIQAL.

3. Попова, Е. А. Повышение качества обслуживания клиентов в грузовом сообщении в рамках предоставления услуг «Грузовой экспресс» / Е. А. Попова //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. 170-172. – EDN WWODXP.

4. Попова, Е.А., Журавлева, И.В. Целевая модель комплексной транспортной услуги // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022»): Труды международной научно-практической конференции, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 186-191. – EDN OMDCIM.

5. Попова, Е.А. Повышение качества обслуживания клиентов в грузовом сообщении в рамках предоставления услуг «Грузовой экспресс» // 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. 170-172. – EDN WWODXP.

6. Журавлева, И. В. Предложение по увеличению количественных показателей работы станции // Актуальные проблемы железнодорожного транспорта: Сборник статей научной конференции, Воронеж, 01 октября 2018 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2018. – С.8-10. – EDN YLYHSH.

7. Попова, Е.А., Журавлева, И.В. Совершенствование автоматизированных интеллектуальных систем в управлении работой станции / Е. А. Попова, И. В. Журавлева // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022»): Труды международной научно-практической конференции, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 178-182. – EDN NXYSR.

8. Попова, Е.А., Журавлева, И.В. Способы привлечения клиентов к услугам транспортно - логистического процесса / Е. А. Попова, И. В. Журавлева // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022»): Труды международной научно-практической конференции, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 166-169. – EDN NEZNIC.

9. Попова, Е.А., Журавлева, И.В. Целевая модель комплексной транспортной услуги // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022»): Труды международной научно-практической конференции, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 186-191. – EDN OMDCIM.

10. Журавлева, И. В. Железнодорожные станции и узлы: научный подход к проектированию / И. В. Журавлева // Моделирование систем и процессов. – 2016. – Т. 9. – № 2. – С. 31-33. – EDN XVISOP.

УДК 621.313.323

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМАХ ВКЛЮЧЕНИЯ И ОБЛАСТИ ИХ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Орлов В.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье рассмотрены достоинства и недостатки возможных схем включения обмоток двигателей постоянного тока (ДПТ). На основе проведенного анализа сделаны рекомендации о возможности их практического применения при различных условиях эксплуатации.

Ключевые слова: двигатель, возбуждение, схема включения.

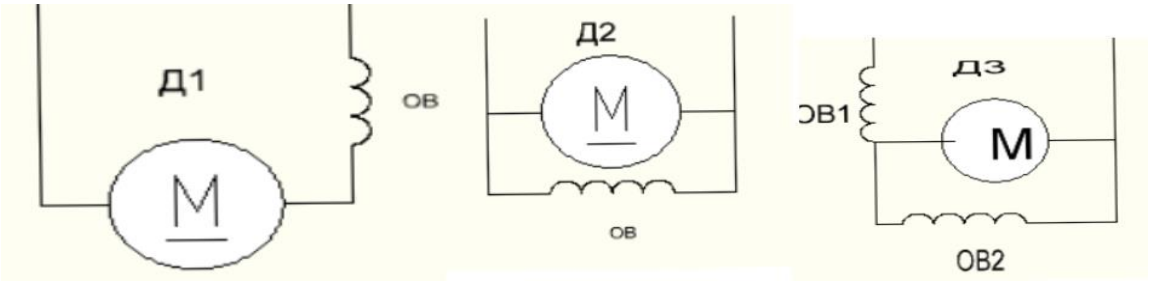
Abstract. The paper considers advantages and disadvantages of possible schemes of winding connection of direct current motors (DCM). On the basis of the analysis

recommendations are made on the possibility of their practical application under various operating conditions.

Keywords: motor, excitation, connection scheme.

В последние годы отмечается повышение требований, предъявляемых к электроприводам, находящим применение в электротранспорте [1]. К этим требованиям можно отнести: возможность плавно и в широких пределах регулировать скорость вращения электропривода, возможность получения высоких пусковых моментов, экономичность в электропотреблении, простота в эксплуатации, низкая стоимость и т.д.

Основой электропривода является электрическая машина. Наряду с машинами переменного тока, в электроприводе, применяемом в электротранспорте, большое место занимают двигатели постоянного тока (ДТП). В настоящее время практическое применение находят ДПТ при параллельном, последовательном и смешанном возбуждениях [2]. Схемы включения приведены на рисунке 1.



а) последовательное б) паралельное в) смешанное

Рис. 1 - Схемы включения ДПТ

Высокая жесткость механической характеристики ДПТ с параллельно включенной обмоткой возбуждения делает их незаменимыми во всех тех случаях, когда требуется возможно большее постоянство скорости вращения. При параллельном возбуждении двигатели допускают простую и экономичную регулировку скорости вращения в широких пределах. Это обстоятельство определяет их широкое применение на практике. К достоинствам также следует отнести плавный и не требующий дополнительных схемных решений процесс перехода от генераторного к двигательному режиму работы.

К недостаткам ДПТ с параллельным возбуждением можно отнести зависимость тока возбуждения, а следовательно, и магнитного потока, от напряжения питающей сети. Последнее обстоятельство затрудняет применение таких машин в установках, где требуется значительный вращающий момент и одновременно возможна нестабильность питающего напряжения.

Двигатель с последовательным возбуждением может развивать большой вращающий момент при перегрузках, что является результатом почти квадратичной зависимости его вращающего момента от тока (в случае слабого насыщения его магнитной цепи), в то время как у двигателя параллельного возбуждения вращающий момент изменяется только в первой степени от тока якоря. Это свойство двигателей с последовательным возбуждением имеет особое значение в тех случаях, когда требуется пуск двигателя под нагрузкой. Другое свойство таких двигателей, а именно снижение скорости вращения с увеличением нагрузки, также является ценным для некоторых приводов. Благодаря ему работа двигателя с последовательным возбуждением в условиях сильно меняющейся нагрузки вызывает меньшие колебания тока в сети.

Наконец, в противоположность двигателям с параллельным возбуждением, понижение напряжения в сети совершенно не отражается на величине вращающего момента двигателя с последовательным возбуждением, оно влияет только на скорость вращения.

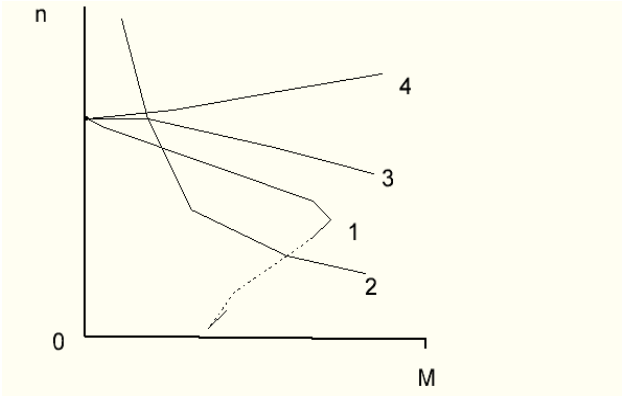
К недостаткам двигателей последовательного возбуждения следует отнести: во-первых, отсутствие экономического способа регулирования скорости вращения в сторону ее понижения от номинальной и, во-вторых, свойство чрезмерно повышать свою скорость вращения при минимальных нагрузках, что делает невозможным их пуск без нагрузки. По этой причине в установках, где применяются двигатели последовательного возбуждения, следует избегать ременной передачи, так как ремень во время пуска может соскочить со шкива. Двигатели с последовательным возбуждением нашли себе преимущественное применение в электрической тяге и в крановых установках, а также в приводах насосов, вентиляторов и т. п., где не требуется регулирование скорости вращения и исключена возможность работы без нагрузки.

Основным недостатком двигателей смешанного возбуждения является наличие двух обмоток возбуждения, расположенных на одном полюсе. Это приводит к увеличению размеров полюса, а следовательно, и габаритов всей машины. Кроме того, усложняется технология их изготовления и, как следствие этого, возрастает стоимость всего электродвигателя.

Двигатели постоянного тока смешанного возбуждения при встречном включении обмоток возбуждения обладают еще большим постоянством скорости вращения при изменении нагрузки, чем двигатели с параллельным возбуждением. Однако они применяются сравнительно редко. Это объясняется тем обстоятельством, что при быстром изменении нагрузки работа двигателей со смешанным возбуждением становится неустойчивой. Неустойчивость работы усиливается при изменении нагрузки в широком диапазоне.

На практике чаще применяют двигатели смешанного возбуждения при согласном включении обмоток возбуждения. Применение таких двигателей оправданно в тех случаях, когда требуется, чтобы двигатель развивал большой вращающий момент и вместе с тем предъявляется требование, чтобы при сбросе нагрузки скорость вращения лежала в допустимых пределах. Согласно включенная последовательная обмотка применяется иногда с целью увеличения начального вращающего момента двигателя, обычно работающего в качестве двигателя параллельного возбуждения (стабилизирующая обмотка).

Примерный вид механических характеристик двигателя постоянного тока при различных схемах возбуждения представлен на рисунке 2 [3].



1 - параллельное возбуждение
2 - последовательное возбуждение
3 - смешанное встречное возбуждение
4 - смешанное согласное возбуждение

Рис. 2 - Механические характеристики двигателя постоянного тока при различных схемах возбуждения

Библиографический список

1. Стоянова, Н. В. Основные этапы стратегического развития железнодорожного транспорта / Н. В. Стоянова // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022»): ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2022. – С. 268-272. – EDN IBXGSQ.

2. Брускин, Д.Э, Зорохович, А. Е. Электрические машины и микромашины. Учебник. М.: Альянс, 2016. 286с.

3. Кацман, М.М. Электрические машины / М.М. Кацман. М.: Высшая школа, 2003. 469 с.

УДК 621.313.323

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА ТЯГОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Орлов В.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Рассмотрены особенности расчёта тяговых трансформаторов, так как к ним предъявляются повышенные требования по механической и электродинамической стойкости.

Ключевые слова: тяговые трансформаторы, ремонт, расчет, техническое обслуживание, обмотки трансформатора.

Abstract. The features of the calculation of traction transformers are considered, since they are subject to increased requirements for mechanical and electrodynamic resistance.

Keywords: traction transformers, repair, calculation, maintenance, transformer windings.

Тяговые электрические машины, применяемые на тяговом подвижном составе, работают в тяжёлых специфических условиях эксплуатации, которые резко отличаются от стационарных условий работы других электрических машин. Технические параметры подвижного состава на всех этапах реализации стратегии будут непрерывно улучшаться [1]. Тяговые трансформаторы входят в состав преобразовательной установки локомотива. Основное назначение их - это снижение напряжения U_c на токоприемнике до значения U_2, которое необходимо для питания тяговых двигателей. Допускается возможность изменения напряжения U_2 для регулирования выпрямленного напряжения $U_в$ и режимов работы двигателей. Кроме того, трансформаторы имеют обмотки, от которых получают питание цепи собственных нужд локомотивов, а иногда и поезда.

При работе тяговый трансформатор испытывает знакопеременные нагрузки по мощности, полутора- двух кратные перегрузки по току, частые включения при прохождении электровозом нейтральных вставок. Напряжение контактной сети может изменяться в пределах от 19 до 32 кВ. Трансформатор в процессе эксплуатации подвергается постоянным механическим воздействиям: повышенной вибрации, ударным и линейным ускорениям. Поэтому к тяговому трансформатору предъявляются повышенные требования по механической и электродинамической стойкости. Также, трансформаторы, устанавливаемые в электровозы, должны иметь минимально

возможные габариты и массу и минимально возможные потери. Рассмотрим особенности расчёта тяговых трансформаторов.

Расчет тяговых трансформаторов не отличается существенно от расчета трансформаторов общетехнического назначения. Площадь поперечного сечения стали стержня, см^2:

$$S_{ст} \cong \sqrt{\frac{P_{ном} \cdot K_м \cdot 10^5}{f_с \cdot B_{ст} \cdot j}} \quad (1.1)$$

где $P_{ном}$ - номинальная мощность трансформатора, кВА;

$K_м = m_м / m_{ст} \approx 0{,}9\text{-}1{,}3$ - отношение массы меди $m_м$ к массе стали $m_{ст}$;

$B_{ст} = 1{,}50\text{-}1{,}55$ Тл - расчетная индукция в стержне;

$j = 2{,}7\text{-}4{,}8$ А/мм^2 - расчетная плотность тока обмоток.

Формы и сечения стержней трансформаторов обычно унифицированы и их подбирают из существующих нормалей по диаметру, см:

$$D_{ст} \cong 7{,}58\sqrt{\frac{u_в}{B_{ст} \cdot k_{зс}}} \quad (1.2)$$

где $u_в$ - напряжение на один виток обмотки трансформатора, В;

$B_{ст}$ - индукция в стержне, Тл;

$k_{зс}$ - коэффициент заполнения сталью сердечника.

Напряжение, приходящееся на один виток, В:

$$u_в \approx 4{,}44 \cdot f_с \cdot \Phi_{ст} \cdot 10^{-4} \approx 4{,}44\, f_с \cdot B_{сп} \cdot S_{ст} \cdot 10^{-4}, \quad (1.3)$$

где $\Phi_{ст}$ - магнитный поток в стержне, Вб.

Сечения боковых стержней:

$$S_б \approx S_ц / 2, \quad (1.4)$$

а по условиям компоновки обмотки отношение:

$$a/b = 0{,}35\text{-}0{,}5. \quad (1.5)$$

С учетом рассеяния и размеров обмоток стержневого трансформатора диаметр (см):

$$D_{ст} \cong \sqrt[4]{\frac{P_{ном} \cdot \beta \cdot \alpha_р \cdot K_р}{2 f_с \cdot u_в \cdot B_{ст}^2 \cdot k_{зс}^2}} \quad (1.6)$$

где $\alpha_р$ - коэффициент приведения ширины канала рассеяния;

$K_р$ - коэффициент Роговского приведения идеального поля рассеяния к реальному.

Напряжение холостого хода каждой обмотки U_{i0} определяет число ее витков:

$\omega_i = U_{i0}/u_в$, а расчетный ток обмотки находится как:

$$I_i = P_{ном\,i} \cdot 10^3 / U_{ном\,i} \quad (1.7)$$

где $P_{ном\,i}$ - номинальная мощность i-й обмотки, кВА,

$U_{ном\,i}$ - номинальное напряжение i-й обмотки.

При конструктивном расчёте и разработке применяют методы, подобные тем, что используют для трансформаторов общего назначения, но учитывают особенности расположения обмоток. Для снижения потерь обмотки стараются выполнять с несколькими параллельными проводниками, предусматривая их транспозицию. При проектировании стремятся выдержать принятое значение показателя $\beta = 1{,}6\text{-}2{,}0$.

Особенности расчета реактанцев обмоток связаны с применением встречно-согласного включения секции обмотки. Первоначально определяют реактанцы e_s (%), для каждой пары обмоток. Любое значение e_s определяется как:

$$e_{si} = 24{,}8 \cdot \theta \cdot \psi_i \cdot K_{pi} \cdot 10^{-4} /(l \cdot u_в), \quad (1.8)$$

где $\theta = \Sigma I \cdot \omega$ - МДС, приходящаяся на рассматриваемый стержень А;

ψ_i - суммарные потокосцепления рассматриваемых катушек;

K_{pi} - коэффициент Роговского, зависящий от отношения длины катушки l к длине b_i, каналов рассеяния:

$$\begin{aligned} b_{12} &= a_1 + a_{21} + a_2; \\ b_{13} &= a_1 + a_{13} + a_3; \\ b_{23} &= a_1 + a_{21} + a_2 + a_{13} + a_3. \end{aligned} \quad (1.9)$$

Потокосцепления различных пар обмоток:

$$\begin{aligned} \psi_{12} &\approx 1/3 \cdot (a_2 \cdot R_2 + a_1 \cdot R_1) + a_{21} \cdot R'_2; \\ \psi_{13} &\approx 1/3 \cdot (a_1 \cdot R_1 + a_3 \cdot R_3) + a_{13} \cdot R'_3; \\ \psi_{12} &\approx 1/3 \cdot (a_2 \cdot R_2 + a_3 \cdot R_3) + (a_1 + a_{21} + a_{13}) \cdot R'_1; \end{aligned} \quad (1.10)$$

Здесь все величины R'_1 по подобию с R'_i:

$$R'_1 = R_2/2 + a_2/4 - R_3/2 + a_3/4. \quad (1.11)$$

При согласном включении обмоток в номинальном режиме:

$$e'_s = e_{s12} \cdot \omega_п/(\omega_п + \omega_{рб}) + e_{s13} \cdot \omega_{р\,max}/(\omega_п - \omega_{рб}) + e_{s23} \cdot \omega_п \cdot \omega_{рб}/(\omega_п + \omega_{рб})^2 \quad (1.12)$$

При встречном включении обмоток:

$$e'_s = e_{s12} \cdot \omega_п/(\omega_п - \omega_{рб}) - e_{s13} \cdot \omega_{рб}/(\omega_п - \omega_{рб}) + e_{s23} \cdot \omega_п \cdot \omega_{рб}/(\omega_п - \omega_{рб})^2 \quad (3.13)$$

где $\omega_п$, $\omega_{рб}$ - числа витков нерегулируемой и всей регулируемой частей вторичной обмотки.

При любом режиме, отличающемся от номинального:

$$e_s = e'_s = (\omega_п \pm \omega_р) / (\omega_п + \omega_{рб}). \quad (1.16)$$

где «+» при согласованном и «-» при встречном включении обмоток;

$\omega_р$ - число витков обмотки *T2P*, включенных на рассматриваемой позиции регулирования.

Активную составляющую напряжения к.з. определяют по ступеням регулирования в (%):

$$e_г = P_{кз} \cdot (\omega_п + \omega_{рб}) / (10P \cdot \omega_р), \quad (1.17)$$

где $P_{кз}$ - мощность потерь при к.з. трансформатора, ВА;

P - тяговая мощность трансформатора, кВА.

При этом предполагается, что активное сопротивление всех витков обмотки $HH_{2р}$ примерно одинаково. По величинам $e_г$ и e_s определяют падение напряжения для каждой ступени регулирования (%):

$$U_{\%} = \sqrt{e_s^2 + e_r^2} \quad (1.18)$$

Так как $e_г << e_s$, то точно или с некоторой погрешностью:

$$U_2 = 100 \cdot (U_{20} - P_{кз}/I) / (100 + U_{\%}) \approx 100 \cdot (U_{20} - P_{кз}/I) / (100 + e_s);$$

$$U_{20} = U_с / 2k_т; \quad (1.19)$$
$$k_т = \omega_в / (\omega_п \pm \omega_р)$$

где $U_с$, U_{20} - напряжения соответственно на токоприемнике и холостого хода на выходе трансформатора;

$k_т$ - коэффициент трансформации (знак «+» при согласном, знак «-» - при встречном регулировании).

У броневых трансформаторов, и особенно при регулировании напряжения на первичной стороне, изменяется методика расчета падения напряжения из-за существенной разницы во взаимном расположении обмоток. У трансформаторов электропоездов и пассажирских электровозов вспомогательные нагрузки и особенно нагрузки систем отопления соизмеримы с тяговыми. Такие трансформаторы рассчитывают как многообмоточные, одновременно учитывая тяговые и отопительные нагрузки (например, при выборе площади сечений магнитопроводов).

Сравнительно частые к.з. в цепях тяговых трансформаторов заставляют особое внимание уделять проверке прочности обмоток при воздействии электродинамических сил в этих режимах. Методы такого расчета не отличаются от применяемых для обычных трансформаторов.

Тяговый трансформатор электроподвижного состава предназначен для преобразования напряжения контактной сети в напряжения, необходимые для тяговых двигателей и собственных нужд электровоза, а также для обеспечения питанием систем отопления вагонов пассажирских поездов. В режиме рекуперации трансформатор преобразует напряжение тяговых двигателей в напряжение контактной сети. Большие пределы изменения напряжения в контактной сети, широкий диапазон регулирования напряжения на тяговых двигателях, ограничение габаритов и массы, большая вероятность возникновения коротких замыканий (к.з.) на стороне тяговой обмотки и другие особенности работы тяговых трансформаторов сильно усложняют их конструкцию по сравнению со стационарными трансформаторами промышленных и энергетических установок [2; 3]. Она также усложняется необходимостью раздельного питания тяговых двигателей и вспомогательных устройств электровоза и пассажирских вагонов.

Дирекция по ремонту тягового подвижного состава обеспечивает содержание в технически исправном состоянии локомотивов [4].

Эксплуатационная надежность электровозов в первую очередь закладывается на этапе проектирования и изготовления каждой отдельной детали, а уже далее следует качественный заводской ремонт [5].

Из-за ограничения габаритов и массы приходится повышать использование электротехнической стали и меди, что приводит к необходимости интенсификации охлаждения трансформаторов. Они имеют жидкостное охлаждение с принудительной циркуляцией масла, охлаждаемого в масловоздушных охладителях с интенсивной вентиляцией.

Библиографический список

1. Стоянова, Н. В. Основные этапы стратегического развития железнодорожного транспорта / Н. В. Стоянова // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022») : ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С.268-272. – EDN IBXGSQ.

2. Орлов, В.В. Модель конденсаторного реактивного двигателя в установившемся режиме работы / В.В. Орлов // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России / Труды Международной научно-практической конференции. Секция: «Теоретические и практические вопросы транспорта» – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С.143-146. EDN CHNCWK.

3. Орлов, В.В. Установившийся режим работы конденсаторного синхронного реактивного двигателя / В.В. Орлов // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022») : ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С.122-125. – EDN IPQUMC.

4. Стоянова, Н. В. Управление тяговым подвижным составом / Н. В. Стоянова, А. И. Краснов // 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. 229-232. – EDN RPZZON.

5. Стоянова, Н. В. Организация системы качества на тепловозоремонтном заводе / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021): Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 122-125. – EDN USAHUO.

УДК 338: 657.3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ COSO В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ

Павлова А.Н. [1], Лапыгина С.А. [2]

[1]ФГАОУ ВО Российский университет транспорта (МИИТ)

[2] Воронежский филиал ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»

Аннотация. Рассмотрена комплексная концептуальная модель COSO ERM как инструмент повышения конкурентоспособности транспортной компании.

Ключевые слова: транспортная компания, модель «COSO», планирование затрат, внутренний контроль, комплаенс, конкурентоспособность.

Abstract. The comprehensive conceptual model COSO ERM as a tool to improve the competitiveness of the transport company is considered.

Keywords: transport company, COSO model, cost planning, internal control, compliance, competitiveness.

Транспортные компании, а также компании, осуществляющие свою деятельность в сфере транспортной инфраструктуры, в конкурентной среде с каждым

новым временным периодом подвергаются все большим рискам потери своей конкурентоспособности со стороны воздействия различных внешних и внутренних факторов на отдельные бизнес-процессы компании и компанию в целом. В связи с этим, одна из важнейших задач компании – минимизация рисков факторного влияния.

Одним из элементов современного влияния внутренних факторов можно обозначить и риски в системе планирования затрат транспортной компании. Планирование затрат компаний все чаще представляет собой сложный процесс интеграции планов дочерних обществ, филиалов, структурных подразделений в консолидированный, что взаимосвязано с ростом и интеграцией компаний в транспортной отрасли.

Система планирования может содержать ряд вероятностей, при наступлении которых происходит аккумуляция финансовых рисков, которые могут повлиять на эффективность бизнес-процессов компании.

Проблемы современных транспортных компаний в области возникновения рисков возникают отчасти вследствие недооценки их влияния на всю деятельность компании, а также «отсутствия четкого понимания роли систем управления рисками и задач, которые стоят перед ними в общей структуре управления» [1].

Системные подходы к интеграционному управлению рисками многообразны. Каждая компания сама определяет для себя те подходы, которые она применяет. Но отдельно можно выделить распространенную сейчас к применению в России и за рубежом комплексную концептуальную модель управления рисков COSO ERM («Enterprise Risk Management – Integrated Framework Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission»), или «Внутренний контроль» [3].

«Внутренний контроль» является стандартом, который направлен помочь компаниям управлять рисками, а также выстраивать целостную и эффективную систему внутреннего контроля, наиболее адаптированную к факторам влияния внешней и внутренней среды.

«Внутренний контроль» выступает своеобразным гарантом надежности принятия управленческих решений на основе функционирования информационной среды и опосредования выполняемых контрольных процедур.

Однако необходимо учитывать, что «внутренний контроль – не линейный процесс, а интегрированный, в котором компоненты воздействуют друг на друга» [3]. В последнее десятилетие роль внутреннего контроля резко увеличилась в силу возможности при организации интегрированного внутреннего контроля компанией иметь в определенной степени разумную уверенность в достижении целей в области операционной деятельности компании и выполнении определенной миссии компанией, подготовкой «прозрачной» отчетности, формированием комплаенса.

Концепция COSO ERM может применяться компаниями вне зависимости от сферы деятельности. Кроме того, элементы концепции можно использовать для различных бизнес-процессов компании, операционных процессов, структурных единиц. В силу этого считается возможным применение определенных компонентов COSO ERM и к системе планирования затрат компании.

Стоит отметить, что в современной открытой экономической системе ни одна модель управления рисками компании, в том числе и в области финансов и планирования, не сможет давать эффективность в 100 % в силу определенных ограничений, присущих такого рода системам. Это доказывает, что организованный и функционирующий внутренний контроль компании дает пользователям разумную уверенность, но не доказательный результат. Даже эффективно выстроенная система внутреннего контроля может не в полной мере справляться с теми функциональными задачами, которые возложены на данную систему.

Ограничения, присущие в той или иной степени различным системам внутреннего контроля, можно подразделить в зависимости от субъективной стороны и объективной возможности их возникновения. Во-первых, возможен ряд внешних событий, неподконтрольных компании и без функциональной возможности на них повлиять. Во-вторых, ограничения могут быть связаны со сбоями, неэффективным функционированием контрольной среды в силу человеческих ошибок. Здесь данное ограничение может носить намеренный (ошибка совершается с умыслом обойти систему, возможен сговор определенной группы лиц) и ненамеренный характер (ошибки возникают из-за невнимательности, незнания и пр., не несущие в себе какой-либо умысел). Но чаще всего здесь мы рассматриваем «возможностью сознательного обхода внутреннего контроля или контрольных процедур персоналом компании или третьими лицами. В-третьих, ограничения могут быть обусловлены уровнем достижения целей, которые были определены в качестве первоначальных ориентиров для организации и функционирования интегрированной системы внутреннего контроля и пр. Кроме этого, отходя от влияния человеческого фактора, можно также обозначить и программные комплексы, осуществляющие контроль, и имеющие неправильный алгоритм действий и анализа определенной ситуации.

В силу присутствия обозначенных ограничений, как отмечалось выше, система внутреннего контроля может представлять разумную, но не абсолютную уверенность в достижении операционных целей и миссии компании.

Все представленные ограничения, тем не менее, носят объективный характер, что дает менеджменту компании реализовать необходимость присутствия в системе для функционирования тех средств и процедур контроля, которые позволят минимизировать данные ограничения в приемлемых пределах.

Согласно концептуальной модели COSO ERM, в транспортной компании должна быть выстроена эффективная система внутреннего контроля (СВК), которую можно дифференцировать на пять блочных компонентов:

1) контрольную среду;
2) оценку риска;
3) контрольные процедуры;
4) информацию и ее коммуникацию;
5) мониторинг и исправление ошибок [2].

Рассмотрим такой важный компонент, как «контрольные процедуры», который позволяет выстроить правильный комплаенс для компании, а также достичь необходимых целей операционной деятельности компании и подготовки достоверной отчетности. Необходимо помнить, что контрольные процедуры должны охватывать компанию в общем ракурсе – и как экономический субъект хозяйствования в целом, и как структурные подразделения, операционные подразделения, функции. Данное рассмотрение специализируем на процессе планирования затрат компании, который подвержен определенным рискам.

Все контрольные процедуры, позволяющие выявить «узкие места» и по возможности предотвратить или минимизировать появление рисков, можно дифференцировать на два типа: предотвращающие и выявляющие (рис. 1), которые позволяют таким образом сформировать комплаенс компании.

В мировой практике при реализации комплаенса компании можно наблюдать три основных уровня: предотвращение, выявление и реакция. Первые два уровня рассматриваются как укрупненная группировка типов контрольных процедур, реакция – как выявление «узких мест», вероятностей рисков и конечная эффективность после ряда проведенных мероприятий по укреплению системы.

Предотвращающие процедуры направлены на рассмотрение «сценария» появления рисков при планировании и препятствие к их появлению. Например, процедура «настройка шаблонов расчета» тестируется такими методами, как повторное исполнение процедуры планирования отдельного элемента, попытка тестового нарушения. В данном случае повторяется определенный перечень процедур, с помощью которых происходит планирование по определенным элементам затрат, статьям затрат в соответствии с применяемыми методиками и установленными нормами расхода, после чего проводится сверка полученных данных с информацией, которая использовалась непосредственным исполнителем при планировании. Эффективность работы данной процедуры – тождественность данных. При этом очень важно проверить правильность алгоритма планирования отдельного элемента, так как в конечном счете он в совокупности с другими элементами и возможными нарушениями сделает процесс планирования неэффективным.

Рис. 1 - Типы контрольных процедур при реализации функций внутреннего контроля

Внимания заслуживает процедура «попытка нарушения», которая как таковая нова и еще не так широко применяется в России, когда контролер намеренно вводит неправильные значения показателей при планировании (эффект «ошибки исполнителя») и определяет, как система планирования компании реагирует на такие действия. Если никакой ответной реакции со стороны системы планирования не последовало, то можно говорить о том, что существует реальная угроза возникновения риска в данном «незащищенном месте» при планировании и необходимо принять меры для устранения данной ошибки в организации внутреннего контроля. Данная процедура позволяет нивелировать или устранить отрицательный эффект от «ошибки исполнителя».

Отдельного внимания всегда заслуживает проверка и эффективность работы таких контрольных процедур, как ограничение доступа в зависимости от выполняемого функционала исполнителем, распределение обязанностей между исполнителями. Так, эффективной считается система внутреннего контроля, когда в компании санкционирование операции (утверждение) и функциональное исполнение выполняются разными сотрудниками, контроль за данной операцией также возлагается на отдельных лиц, не являющихся функционально ни непосредственными исполнителями процесса, ни его санкционированием.

Второй блок контрольных процедур направлен на выявление. Данный блок тесно опосредуется с блоком предотвращающих контрольных процедур, что формирует целостность всей системы внутреннего контроля.

Выявляющие контрольные процедуры включают в себя определение ключевых показателей, проведение анализа отклонений значений, анализ и оценку результатов работы, сверку данных.

Ключевыми показателями могут быть, например, статьи планирования, имеющие наибольший вес, либо контрольное соотношение запланированных числовых значений.

При отклонении определенных показателей планирования определяется причина таких отклонений, которая может иметь естественную природу (изменение норм, применение новой методики планирования) и природу возникновения, связанную с допуском ошибок.

Важной процедурой является оценка и анализ формирования планов, в особенности – консолидированных.

Простой процедурой, но не всегда выполняемой на местах, является сверка данных. Данная процедура отчасти трудозатратна, но позволяет избежать ошибок в функционировании системы внутреннего контроля, снижению риска возникновения ошибок при планировании при участии человеческого фактора.

Таким образом, все рассмотренные контрольные процедуры в системном применении позволят транспортным компаниям, опираясь на основные концептуальные принципы построения интегрированной системы внутреннего контроля («модели COSO ERM»), избежать либо нивелировать часть рисков в сфере финансов в области планирования затрат в современной конкурентной среде.

Библиографический список

1. Буневич, К.Г., Бродунов, А.Н., Цуканов, А.А. Совершенствование механизма управления рисками на основе международного стандарта COSO ERM (на примере предприятий металлургической отрасли): монография / К.Г. Буневич, А.Н. Бродунов, А.А. Цуканов. – М.: Изд. «МУ им. С.Ю. Витте», 2016. – 112 с.

2. Калачева, О.Н. Проблемы внутреннего контроля в организациях малого и среднего бизнеса // Аудитор. 2015. № 10. С. 32-37.

3. Концепция COSO «Внутренний контроль». URL: http://www.coso.org (дата обращения: 16.10.2022).

УДК 338.47:656

ВОПРОСЫ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ КОМПАНИИ В РАМКАХ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

Павлова А.Н.[1], Лапыгина С.А.[2]

[1]ФГАОУ ВО Российский университет транспорта (МИИТ)

[2] Воронежский филиал ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»

Аннотация. Рассмотрены факторы, влияющие на конкурентоспособность железнодорожной компании в рамках транспортного комплекса.

*Ключевые слова: к*онкурентоспособность компании, железнодорожная компания, факторы влияния, оптимизация затрат, ресурсосбережение, управление, сбалансированная модель.

Abstract. The factors influencing the competitiveness of the railway company within the framework of the transport complex are considered.

Keywords: competitiveness of the company, railway company, influencing factors, cost optimization, resource saving, management, balanced model.

Современная экономическая система, в которой в XXI веке взаимодействуют компании с целью предоставления товаров и оказания необходимых обществу и имеющих спрос в рыночном сегменте услуг, ориентированных на миссию компании, а также непосредственное влияние различных внешних и внутренних факторов, которые воздействуют на положение конкретной компании в определенной рыночной нише и на получение ей дохода, напрямую связаны с конкурентоспособностью компаний.

Понятие «конкурентоспособность компании» рассматривается авторами во многих научных работах, однако остановимся на том, что «это способность целенаправленно формировать различные наборы конкурентных преимуществ для достижения намеченной конкурентной позиции, как на рынке сбыта продукции, так и на рынке потребляемых ресурсов для удержания и повышения конкурентного статуса в соответствии со стратегическим развитием» [1].

Конкурентоспособность компании можно рассматривать в двух плоскостях: саму компанию как объект конкурентных отношений на рынке и продукт (товар), который позволяет компании быть конкурентоспособной.

Транспортный комплекс – важнейший структурный элемент экономики России, опосредованно влияющий на ВВП и ВНП страны, что продиктовано геополитическим расположением России в мире, обладанием ею большим количеством природных богатств, ресурсов, наличием многомиллионного населения, территориальным разбросом населенных пунктов и производств. По сути, транспорт является овеществленным носителем функции перемещения на расстояния грузов и пассажиров.

Мощная инфраструктура, состоящая из перевозчика, операторов подвижного состава, вагоноремонтных компаний, локомотиворемонтных компаний, экспедиторских компаний и пр., позволяют говорить, что лидирующая роль в транспортном комплексе по праву принадлежит железнодорожному транспорту, представленному флагманом данного вида транспорта - компанией ОАО «Российские железные дороги».

Согласно статистическим данным, приводимым федеральным органом статистики Росстатом, перевозка грузов железнодорожным транспортом только в 2017 году составила 1266 млн.т., уступая по данному показателю только автомобильному транспорту (5445 млн.т.) [2]. Пассажирские перевозки железнодорожным транспортом осуществили перевозочную функцию для 1118 млн. чел, уступая городскому и региональному транспорту общественного пользования (автобусный, трамвайный, троллейбусный транспорт, метрополитен).

Продиктовано это тем, что железнодорожный транспорт может осуществлять перевозки на дальние расстояния грузов больших объемов, что в данном случае будет дешевле грузовладельцу, тогда как автомобильный – по большей части на малые расстояния посредством множества разноплановых мелких и крупных компаний перевозчиков, но с ограничениями в объемах доставляемых грузов. Железнодорожный транспорт, в частности, приоритетен в отношении воздушного тем, что не всегда ставит «во главу угла» скорость пассажирской перевозки на данном этапе развития, но позволяет пользоваться его услугами практически на всей территории страны, имея разветвленную сеть пригородного сообщения и путей дальнего следования. Однако сейчас роль развития высокоскоростного железнодорожного транспорта существенно возросла, что было отмечено в Стратегии развития железнодорожного транспорта

Российской Федерации до 2013 года. Также стоит отметить, что железнодорожный транспорт характеризуется относительной надежностью, безопасностью, регулярностью вне зависимости от времени года, суток, условий погоды, чем зачастую не могут похвастаться другие участники рынка транспортных услуг – водный транспорт (ограничение судоходства), воздушный транспорт (плохие погодные условия – невылет воздушного судна, задержка рейса), автомобильный транспорт (плохое состояние дорог, плотный дорожный траффик).

В силу этого ОАО «РЖД» вполне конкурентоспособна перед другими видами транспорта посредством мощной производственно-технологической базы, которая позволяет формировать конкурентоспособный продукт (товар) - перевозку. Однако ее конкурентоспособность все же и относительная, так как она не может быть постоянно абсолютной, ее надо поддерживать, укреплять, позиционировать с учетом множества факторов.

На конкурентоспособность товара влияют различные внешние и внутренние факторы, но в качестве основы определим те, без которых товар не позиционировался бы на рынке как конкурентоспособный.

Во-первых, товар должен иметь ту материальную или нематериальную составляющую, с помощью которой он становится для потенциального потребителя (грузовладельца, пассажира) значимым и отличает его от других, заставляя товар быть в некотором роде «уникальным».

Во-вторых, товар должен обладать полезностью для потенциального потребителя. В качестве полезности могут быть и совокупные свойства товара, и влияние его на временные рамки использования, и качество представления товара.

Третий фактор, непосредственно влияющий на конкурентоспособность товара, – его цена. При прочих равных условиях, при получении одинакового качества и приемлемости потребляемого товара, потенциальный потребитель выберет тот товар, который будет стоить дешевле. Причем каждый потребитель товара сам определяет, какое свойство товара ему важнее всего.

Смоделируем некую ситуацию. У потенциального пассажира транспорта есть необходимость добраться из Москвы в Нижний Новгород, и он рассматривает возможности использования услуг железнодорожного и воздушного транспорта. Автомобильный транспорт не рассматривается, т.к. поездка по федеральной трассе М-7 в силу ее реконструкции и плотного дорожного траффика займет более 7 часов. Стоимость авиаперелета - от 3400 рублей, среднее время в пути – 1 ч. 10 мин. Стоимость проезда на высокоскоростном поезде «Сапсан» - от 2400 руб., время в пути около 4 часов. Однако необходимо иметь в виду, что для вылета до аэропорта необходимо добраться, т.к. он находится за пределами города, что может повлечь дополнительные финансовые затраты, а также необходимо прибыть на регистрацию заблаговременно, что влечет трату дополнительного времени. Вокзал находится в черте города, недалеко от центра, приезжать за 2 часа до отправления поезда нет необходимости. Вылет самолета могут задержать или отменить из-за погодных условия, «Сапсан» осуществляет движение в любую погоду. Положительные моменты для потенциального пассажира обозначились в пользу использования железнодорожного транспорта, формируя в данном случае для пассажира его конкурентоспособные преимущества (безопасность, надежность, цена).

Ценовой фактор в современной экономике крепко занял свою нишу в предоставлении товара на рынок компаниями. Данный аспект имеет древнюю историю: первоначально экономисты Адам Смит, Давид Рикардо рассматривали цену как «то, что позволяет возместить затраты». Несколько позже цена стала формироваться не

только из «возмещаемых затрат» (себестоимости), но и дохода, который хочет получить компания с каждой реализации товара.

Первоначально цена товара рассматривалась как затраты на труд, однако сейчас затраты – более емкая экономическая категория, которая имеет место быть у всех компаний и которой необходимо управлять. Ведь управляя затратами, можно их оптимизировать, найти необходимый баланс между качеством ресурсов для создания продукта (товара) и формируемой ценой. Компания, использовав дешевые ресурсы, может представить некачественный продукт (товар), что приведет не к росту ожидаемой доходности «на экономии», а к снижению спроса и, следовательно, дохода из-за низкого качества предоставления последнего.

Складывающаяся сегодня конъюнктура бизнеса заставляет компании на современном этапе развития конкурентных отношений полагаться не только на применение современных инновационных технологий, нано-технологий, роботизации производства, использования принципов бережливого производства, закупку и освоение более производительного оборудования, опосредование более экономичных ресурсов для получения дохода посредством увеличения цен, но и на ряд неценовых факторов, которые смогут позволить компании занять определенную нишу на рынке.

В частности, это применение модели поведения железнодорожной компании при ее взаимодействии с факторами внешней и внутренней среды, направленной на снижение величины затрат при условии сохранения качества и безопасности предлагаемого на рынок специфического продукта (товара) – перевозки грузов, пассажиров, оказания услуг инфраструктуры [3]. Другими словами, компании необходимо найти точку соприкосновения интересов снижения затрат и риска потери качества продукта, то есть сбалансировать данную модель.

Сбалансированная модель формирования затрат позволяет оптимизировать их структуру, снизить в возможном безрисковом объеме их величину, что ведет к снижению цены на конечный продукт (товар), что при современных рыночных механизмах функционирования компаний при прочих равных условиях дает компании возможность сохранить, а, порой, и укрепить свою позицию на рынке.

Одним из направлений оптимизации затрат является оптимизация накладных расходов. Именно они представляют собой те затраты, которые образуются в связи с организацией, обслуживанием производства и управлением им. В их состав входят общепроизводственные и общехозяйственные расходы.

Управлять конкурентоспособностью можно также через разработку и реализацию специальных инвестиционных проектов. Одним из таких проектов, в частности, в ОАО «РЖД» является инвестиционный проект «Внедрение ресурсосберегающих технологий на железнодорожном транспорте». Основная целевая составляющая проекта - внедрение на сети железных дорог наукоемких, перспективных энерго- и ресурсосберегающих технических средств, технологий, направленных на повышение технического уровня предприятий железнодорожного транспорта, снижение эксплуатационных затрат ОАО «РЖД».

Проект направлен на снижение удельного расхода топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов; снижение затрат на топливно-энергетические ресурсы в стационарной энергетике; сокращение эксплуатационных расходов; более эффективное использование трудовых ресурсов.

В данном случае можно говорить об оптимизации материальных и трудовых ресурсов, что для высокоинтегрированной транспортной компании весьма важно.

Решение проблемы снижения удельных расходов энергоресурсов на тягу поездов видится в широкомасштабном внедрении систем автоматизированного ведения поездов, регулирования мощности тягового и вспомогательного оборудования

электровозов и тепловозов, систем учета параметров работы электровозов и расхода дизельного топлива тепловозами [4].

Комплекс мероприятий в стационарной энергетике предусматривает ввод в эксплуатацию систем теплоснабжения объектов железных дорог на ресурсосберегающих технологиях, эффективных систем освещения производственных помещений, платформ, станций, вокзалов, железнодорожных мостов с использованием энергосберегающих ламп и светодиодной техники.

Повышение производительности труда планируется обеспечить за счет инвестиций, направленных на внедрение необслуживаемых и малолюдных технологий, роботизированных технологий, средств диагностики и мониторинга, которые ускорят переход от системы планово-предупредительных ремонтов подвижного состава на ремонт по его техническому состоянию, увеличив тем самым межремонтные пробеги.

Экономию материальных ресурсов предусматривается обеспечить за счет внедрения автоматизированных рельсосмазывателей и ряд других технологий, способствующих продлению срока службы колесных пар и рельсов.

Таким образом, все вышеперечисленное показывает, что в агрессивной среде современного рынка компании для поддержания своей конкурентоспособности нельзя останавливаться на выборе одного направления, с помощью которого компания будет лидером со своим товаром, и, согласно матрице BCG, будет относиться к типу компании-«звезды», а не «дойной коровы». Относительно ОАО «РЖД» можно утверждать, что так как она укрепляет позиции конкурентоспособной компании в транспортном комплексе страны и за ее пределами, являясь высокоструктурированной компанией, с помощью ряда ситуативных векторных направлений (оптимизация затрат, бережливое производство, ресурсосберегающие технологии, высокоуровневые информационные технологии, инвестиционные проекты, инновационные разработки и т.д.), то данные мероприятия, проводимые и финансируемые сегодня, дадут высокие не только экономические, но и социальные эффекты в будущем.

Библиографический список

1. Экономическое управление качеством транспортного производства: теория и методология: монография / Л.В. Шкурина, Е.А. Маскаева. – М.: Московский государственный университет путей сообщения, 2014. – 252 с.

2. Российский статистический ежегодник. 2017: Стат.сб./Росстат. - М., 2017.

3. Павлова А.Н. Становление систем учета затрат в контексте временного развития // Современные проблемы совершенствования работы железнодорожного транспорта. 2018. Т. 14. С. 265-269.

4. Официальный сайт ОАО «Российские железные дороги». Инновации. Режим доступа: http://expo.rzd.ru/static-collage/public/ru?STRUCTURE_ID=17 (дата обращения: 10.11.2022).

УДК 630*531

ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ЛИНЕЙНЫХ ИНФРАСТРУКТУР

Платонов А.А.[1], Платонова М.А.[2]
[1]*Филиал РГУПС в г. Воронеж*
[2]*Воронежский институт высоких технологий*

Аннотация. При исследовании объектов транспортных инфраструктур немаловажным является определение точных координат месторасположения исследователя. В статье рассматриваются вопросы позиционирования исследователя путём выявления на местности и последующей фиксации каких-либо характерных для исследуемой местности объектов.

Ключевые слова: инфраструктурный объект, растительность, исследование, позиционирование, объекты.

Abstract. In the study of objects of transport infrastructures, it is important to determine the exact coordinates of the location of the researcher. The article deals with the positioning of the researcher by identifying on the ground and subsequent fixation of any objects characteristic of the area under study.

Keywords: infrastructure object, vegetation, research, positioning, objects.

При осуществлении исследований линейных инфраструктурных объектов (ЛИО) на предмет выявления произрастающих на территориях указанных объектов нежелательной древесно-кустарниковой растительности (НДКР) немаловажным является определение точных координат месторасположения исследователя как в моменты начала/окончания прохождения участка ЛИО, так и в каждый из моментов времени при выполнении указанных исследований. При этом использование координат ГЛОНАСС/GPS [8], во-первых, не всегда возможно в силу целого ряда причин; а во-вторых, не всегда целесообразно ввиду того, что более наглядным зачастую является конкретная «привязка» к местности по каким-либо характерным для исследуемой местности объектам. В частности, нами при осуществлении исследований таких объектов инфраструктур, как полосы отвода железных дорог [3; 5] и охранные зоны линий электропередачи [1; 2] выполнялась «привязка» к таким объектам, которые однозначно могли охарактеризовать наше месторасположение на территории конкретного инфраструктурного объекта.

При обследовании охранных зон линий электропередачи в качестве элементов нашего позиционирования нами принимались как наименования трасс ВЛ, так и номера опор ЛЭП.

Наименования трасс ВЛ принимались нами по соответствующим картам расположения линий электропередачи. При этом фактическое наименование обследуемой трассы контролировалось нами по информации, расположенной на опорах указанной трассы. В случае расхождения наименований на карте и на опоре в качестве приоритетного наименования нами принималось актуальное наименование, размещённое на соответствующих опорах (рис. 1).

Рис. 1 – Информационные элементы опор трассы ПС Новая – ПС Южная

При фиксации в Карточках таксации номеров опор ЛЭП нами принимались во внимание особенности конструктивного исполнения устройств, поддерживающих линии электропередачи [4; 6]. Так, в случае наличия на трассе портальных опор (рис. 2, а) выявление характеристик НДКР осуществлялось вокруг каждой из частей такой опоры, а в качестве результата обследования принималось наибольшее количество экземпляров выявленной растительности. Аналогичные решения принимались нами в случае наличия на обследуемой трассе одностоечных опор ЛЭП с одним или двумя подкосами (рис. 2, б), при этом выявление характеристик НДКР осуществлялось как вокруг непосредственных опор, так и вокруг подкосов.

Аналогичные решения принимались нами и в случае наличия на обследуемой трассе металлических сборных опор, при этом выявление характеристик НДКР осуществлялось вокруг каждого из элементов указанных опор, взаимодействующих с поверхностью земли (рис. 2, в).

а)

б)

в)

Рис. 2 – Нежелательная растительность вокруг опор ЛЭП
а) Курская АЭС – ПС Железногорская; б) ПС Комплекс – ПС Медвежье;
в) ПС Истобное – ПС Ледовое

В процессе обследования охранных зон линий электропередачи нами было выявлено несколько случаев обозначения работниками электросетевого хозяйства

одинаковых (одних и тех же) номеров на различных опорах ЛЭП. В частности, такой случай был выявлен нами на трассе ПС Томаровка – ПС Дмитриевка (опоры №№ 167 и 168), при этом для более корректной фиксации полученных результатов в Карточке таксации «правильные» номера опор нами принимались методом интерполяции относительно номеров соседних опор.

При обследовании участков полос отвода железных дорог [9; 10] в качестве элементов нашего позиционирования нами учитывалось, в частности, официальное наименование соответствующих участков, принимаемое в соответствии с утвержденными результатами классификации железнодорожных линий [7]. Например, при обследовании участка Юго-Восточной железной дороги «Боровская – Сомово» в Карточку таксации нами вносилось наименование «Отрожка – Усмань» с указанием соответствующего километра и (при возможности определения) – пикета, обозначающего десятые доли километра, а также (для большей наглядности) – наименование ближайшей станции, а именно: «Отрожка – Усмань (Сомово, 574 км, 4-6 пк)». Отдельно следует отметить, что для фиксации как номеров километров, так и номеров пикетов, нам нередко приходилось вручную очищать их от нежелательной растительности. Так, например, требовал незамедлительной очистки заросший клёном ясенелистным километровый столб «9/10 км» участка «Белгород – Нежеголь 7 км 7 пикет ... 10 км 3 пикет» (рис. 3, а) и пикет №1 на 10 километре того же участка (рис. 3, б).

а) б)

Рис. 3 – Нежелательная растительность вокруг элементов позиционирования

Отметим также, что подобные вынужденные воздействия на нежелательную растительность предпринимались нами и в охранных зонах линий электропередачи. Так, для фотофиксации номера опоры 23 участка ПС Ясенки – ПС Горшечное нам приходилось отодвигать в сторону поросль берёзы повислой (рис. 4, а, б), а для выявления номера опоры 169 участка ПС Томаровка – ПС Дмитриевка нами была вырублена (ввиду её значительной толщины и густоты) поросль вяза гладкого (рис. 4, в, г).

а)

б)

в)
г)

д)
е)
ж)

Рис. 4 – Нежелательная растительность вокруг опор ЛЭП

На некоторых опорах ЛЭП выявить их номер нам не удавалось ввиду чрезвычайной заросшести таких опор нежелательной растительностью. В частности, методом интерполяции относительно номеров соседних опор был выявлен номер опоры на участке ПС Быково – ПС Удобное, заросшей жимолостью татарской (рис. 4, д), ряд опор на участке ПС Ясенки – ПС Горшечное, заросших рябиной обыкновенной (рис. 4, е) и жимолостью татарской, а также на участке ПС Синдякино – ПС Конь-Колодезь, заросших бузиной чёрной (рис. 4, ж).

Применение, таким образом, вышеозначенных элементов позиционирования позволило нам более точно отмечать и фиксировать особенности мест произрастания нежелательной растительности.

Библиографический список

1. Лобастова, Е.Ю. Инновации в конструкции опоры ЛЭП и технологии ее возведения / Е.Ю. Лобастова, Е.Ф. Ушаков // Новые технологии - нефтегазовому региону: Материалы Международной научно-практической конференции, Тюмень, 17–18 мая 2018 года / Ответственный редактор П.В. Евтин. Том IV. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2018. – С. 223-225. – EDN YANFQT.

2. Вертынский, О.С. К вопросу надежной эксплуатации анкерных опор ЛЭП /О.С. Вертынский, Ю.А. Лавриненко, В.М. Меланич // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 5-3(47). – С. 69-71. – EDN VXMFOJ.

3. Платонов, А.А. Аутсорсинг в области борьбы с нежелательной растительностью на эксплуатационных объектах инфраструктуры / А.А. Платонов //Научное обозрение. – 2017. – № 8. – С. 68-73. – EDN ZQVTET.

4. Платонов, А.А. Обоснование классификационных признаков опор линий электропередачи как объектов произрастания поросли / А.А. Платонов // Транспорт: наука, образование, производство («Транспорт-2022»): труды международной научно-практической конференции, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г.Воронеж, 2022. – С. 125-133. – EDN KRTWRV.

5. Платонов, А.А. О механизации аутсорсинговых работ в области борьбы с нежелательной растительностью на эксплуатационных объектах инфраструктуры / А.А. Платонов, М.А. Платонова // Транспорт: наука, образование, производство: труды международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 12–15 апреля 2016 года. Том 4. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2016. – С. 108-111. – EDN XWFURH.

6. Платонов, А.А. Основной материал опор ЛЭП – как элемент классификации объекта произрастания нежелательной поросли / А.А. Платонов, М.А. Платонова //Транспорт: наука, образование, производство («Транспорт-2022»): труды международной научно-практической конференции, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2022. – С. 150-161. – EDN JHWRMG.

7. Распоряжение ОАО «РЖД» от 31 декабря 2015 г. № 3188р «Об утверждении результатов классификации железнодорожных линий». http://scbist.com/2014-god/49575-3188r-ot-31-dekabrya-2015-g-ob-utverzhdenii-rezultatov-klassifikacii-zheleznodorozhnyh-linii.html

8. Татевян, С.К. Использование измерений ГЛОНАСС для точного позиционирования и геодинамических исследований / С.К. Татевян, С.П. Кузин //Труды Института прикладной астрономии РАН. – 2013. – № 27. – С. 306-312. – EDN SCTHAD.

9. Ersson B.T. Analysis of the information content of tenders for the removal of unwanted vegetation / B.T. Ersson, A. Platonov, S.V. Zimarin // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. «International Forestry Forum «Forest Ecosystems as Global Resource of the Biosphere: Calls, Threats, Solutions»» 2020. С.012022. – DOI 10.1088/1755-1315/595/1/012022. – EDN KZMSOU.

10. Platonov, A.A. Visualization of volumes of works for removing unwanted vegetation from the territory of infrastructural objects / A.A. Platonov, L.N. Bogdanova //Colloquium-Journal. – 2020. – № 2-2(54). – pp. 143-148. – EDN HBKVFC.

УДК 630*531

О ВОЗОБНОВЛЕНИИ ВИДОВ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ ПО ТЕРРИТОРИЯМ ЛИНЕЙНЫХ ИНФРАСТРУКТУР

Платонов А.А.[1], Платонова М.А.[2]
[1]Филиал РГУПС в г. Воронеж
[2]Воронежский институт высоких технологий

Аннотация. При выполнении работ по удалению нежелательной растительности нередко не учитывают возможности её последующего возобновления. В статье рассматриваются вопросы выявления возможностей вегетативного размножения видов нежелательной древесно-кустарниковой растительности, произрастающей на территориях линейных инфраструктурных объектов.

Ключевые слова: инфраструктурный объект, растительность, удаление, размножение, способы.

Abstract. When performing work on the removal of unwanted vegetation, the possibility of its subsequent renewal is often not taken into account. The article deals with the issues of identifying the possibilities of vegetative reproduction of species of undesirable tree and shrub vegetation growing in the territories of linear infrastructure facilities.

Keywords: infrastructure object, vegetation, removal, reproduction, methods.

В настоящее время в рамках надлежащего содержания целого ряда линейных инфраструктурных объектов (ЛИО) нередко выполняются работы по очистке территорий таких объектов от нежелательной древесно-кустарниковой растительности (НДКР). С точки зрения И.М. Бартенева [1], такие работы могут быть выполнены различными методами [3; 4] и средствами [6], детальное изложение которых не входит в цели и задачи данной статьи.

При этом выполненными нами исследованиями было установлено [2], что нередко такое удаление осуществляется по указаниям вышестоящего руководства без учёта как оптимальных сроков воздействия на НДКР, так и методов воздействия на нежелательную растительность, которые должны во многом базироваться на возможностях последующего (после удаления) вегетативного размножения (из пневой поросли, корневых отпрысков и отводков, черенков и других частей растения) данной растительности [5].

С учётом вышеизложенного, целью настоящего исследования являлось выявление возможностей вегетативного размножения видов нежелательной древесно-кустарниковой растительности, произрастающей на территориях линейных инфраструктурных объектов.

Базой данной работы являлись результаты экспериментальных исследований, осуществлённых нами в 2021 году и посвящённых вопросу выявления произрастающих на территориях ЛИО видов НДКР, элементы ботанического описания которых приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Элементы ботанического описания видов нежелательной древесно-кустарниковой растительности, встречающихся на территориях линейных инфраструктурных объектов Центральной России

Вид НДКР	Ботаническое описание (элементы)	Визуализация
1	2	2
Берёза повислая (*Betula pendula*)	Дерево, достигает 25…30 м в высоту и до 80 см в диаметре ствола, живёт до 120 лет, реже до более взрослого возраста. Распространена по всему европейскому континенту, кроме районов Крайнего Севера. Быстрорастущая, исключительно светолюбивая, малотребовательна к условиям климата и почвы. Легко заселяет пустующие земли на супесчаных, суглинистых, щебенчатых почвах. Способна мириться с сухостью почв. На болотистых солонцеватых и бедных песчаных почвах растёт плохо и не долговечна. Корневая система стержневая, сильно развитая (с большим количеством мочковатых поверхностных корней), проникает в почву неглубоко.	
Берёза пушистая (*Betula pubescens*)	Дерево, достигает 25…30 м в высоту и до 80 см в диаметре ствола, сравнительно недолговечна, живёт до 120 лет, реже до более взрослого возраста. Растёт по всей европейской части России, в Западной и Восточной Сибири, в горах Кавказа. Выносит заболачивание почвы. Страдает от засухи. Менее светолюбива, чем берёза повислая. Корневая система сильно развита, но проникает в почву неглубоко.	
Бузина красная (*Sambucus racemosa*)	Сильно ветвящийся кустарник (иногда – небольшое деревце) высотой 1,5…5 метров с прямостоячими стеблями. Достаточно теневыносliва, в тоже время хорошо растёт на открытых, солнечных местах. Зимостойкая, хорошо растёт на любых почвах, а том числе глинистых. Предпочитает сырые, плодородные почвы, богатые азотом. Корневая система стержневая, но в зрелом возрасте вырастет множество дополнительных корней.	
Бузина чёрная (*Sambucus nigra*)	Кустарник или деревце высотой 2…6 м (реже до 10 м). Ствол до 30 см в диаметре. Встречается в центральных областях России. Хорошо растёт на солнечном месте на плодородной и достаточно влажной почве. Достаточно теневыносliва, размножается вегетативно корневыми отпрысками. Корневая система поверхностная.	
Вяз гладкий (*Ulmus laevis*)	Лиственное дерево высотой до 40 метров, живущее до 200…250 лет, диаметром ствола до 1 м. В молодом возрасте растёт очень быстро, после 40…50 лет рост его замедляется. Распространён повсеместно в широколиственных и смешенных лесах. Морозостоек по сравнению с другими вязами, засухоустойчив. Мирится с незначительным засолением почв. Устойчив к пыли и загазованности воздуха. Корневая система обычно без стержневого корня, мощная, с отдельными, глубоко идущими корнями и многими боковыми поверхностными. Размножается пневой порослью, корневыми отпрысками и семенами.	

1	2	3
Вяз грабо-листный (*Ulmus minor*)	Листопадное дерево высотой до 30 м и диаметром ствола до 1,5 м. Продолжительность жизни до 300 лет. Распространён в широколиственных и смешенных лесах. Молодые деревья растут быстро. Светолюбив, засухоустойчив, но страдает от морозов. Корневая система глубокая, стержневая, с многочисленными боковыми корнями, даёт многочисленную поросль.	
Вяз призе-мистый (*Ulmus pumila L.*)	Небольшое дерево высотой 6…15 м, диаметром ствола до 1 м, с густой округлой кроной и тонкими ветвями, иногда высокий кустарник. Среди вязов один из самых быстрорастущих. Теплолюбив, светолюбив, засухоустойчив и нетребователен к почве, выносит некоторое засоление, устойчив к городским условиям. Развивает далеко идущую вглубь разветвлённую корневую систему. Возобновляется пневой порослью и корневыми отпрысками	
Груша обык-новенная (*Pyrus communis*)	Дерево до 20 м высотой с буроватой корой. Растёт в широколиственных и смешанных лесах в лесной и лесостепной зонах европейской части России. Долговечность до 300 лет и более. Корневая система на свежих, глубоких и плодородных почвах мощная стержневого типа и потому ветроустойчива. Размножается семенами, иногда даёт корневые отпрыски. Возобновляется пневой порослью.	
Дуб че-решчатый (*Quercus robur*)	Мощное дерево до 30…40 м высотой. Долговечен. В природных условиях доживает до 500 и даже 1000 лет. В естественных условиях растёт на большой площади европейской части России до широты Санкт-Петербург – Киров – Пермь, не заходя в зону сухих степей. Возобновляется порослью от пня. Корневая система мощная, стержневая и обеспечивает этому виду высокую ветроустойчивость, что затрудняет его пересадку/удаление.	
Жостер сла-бительный (*Rhamnus cathartica*)	Сильно ветвистый раскидистый кустарник, до 3 м высоты, с оттопыренными ветвями. Распространён в европейской части России, на Кавказе. Растёт как на солнечных сухих местах, так и на влажных почвах в заболоченных лесах по склонам холмов и речных долин, куртинами в степи. Местами образует довольно обширные заросли. Предпочитает песчаные почвы, суглинки. Основные корни глубокие, широкораспростёртые, образуют отпрыски.	
Жимолость татарская (*Lonicera tatarica*)	Листопадный кустарник высотой 1…3 м, быстрорастущий и неприхотливый. Произрастает на Востоке Европейской части России, на юге Западной и Восточной Сибири. Хорошо переносит суровые условия степного климата. Довольно светолюбива, засухоустойчива, морозостойка, к почве не требовательна, растёт на смытых глинистых, сухих и засоленных почвах. Корневая система разветвленная, мочковатая, глубина залегания до 1 метра. Легко размножается семенами, отводками, иногда корневыми отпрысками.	

1	2	3
Ива белая (*Salix alba*)	Большое дерево высотой до 25…30 м. Продолжительность жизни 80…200 лет. Распространена на большей части России (кроме севера лесной зоны и востока Сибири). Предпочитает поймы рек и, прежде всего, прирусловые песчаные валы. Скорость роста высокая, годовой прирост в молодости более 60 см. Высокая зимостойкость. Корневая система плоская, далеко распростёртая, с большим количеством тонких корней, не терпит уплотнения почвы. Предпочтительны щелочные влажные почвы. Светолюбива и средне требовательна к влаге, выносит долгие затопления.	
Ива пепельная (*Salix cinerea*)	Листопадный кустарник высотой до 5 м. Продолжительность жизни до 30 лет. Растёт быстро, годовой прирост 40…50 см. Плохо развивается при уплотнении почвы. Предпочитает солнечное местоположение, однако выносит небольшую полутень. Хорошо развивается и растет только на достаточно увлажнённых плодородных почвах. Выдерживает заболоченность грунта. Теплолюбиво, обладает зимостойкостью. Корневая система плоско распростёртая, густо разветвлённая	
Ива плакучая (*Salix babylonica*)	Дерево высотой до 10…12 м, ствол до 50…60 см в диаметре. Влаголюбива, но неплохо переносит периоды засухи. Зимостойкость низкая. Хорошо растёт на разнообразных почвах. Корневая система мощная, широкая, растёт до тех пор, пока не будет найден источник воды.	
Калина обыкновенная (*Viburnum opulus*)	Кустарник высотой 1,5…4 метра, доживает до 50 лет и более. Встречается на европейской части России, кроме севера и юго-востока, на Кавказе, в Западной Сибири. Нетребовательна к условиям, легко переносит засухи и морозы. Наиболее распространена в умеренном климате. Светолюбива, но выносит некоторое затенение. Корневая система мощная, хорошо разветвлённая. Основная масса корней находится на глубине 40…50 см, а в стороны расходятся до 1,5 м от центра куста. Неприхотлива к почвенным условиям, но лучше растёт на плодородных свежих почвах, влаголюбива. Обладает высокой скоростью роста, устойчива к загрязнению воздуха.	
Клён гиппала (*Acer ginnala*)	Листопадный кустарник до 4…8 м в высоту, с коротким стволом до 20…40 см в диаметре и тонкими прямыми ветвями. Светолюбив, морозоустойчив, предпочитает увлажнённые почвы. Растет единично или группами, быстро, на песчано-каменистых участках. Корневая система поверхностная, хорошо разветвлённая.	
Клён гирканский (*Acer hyrcanum*)	Дерево до 15 м высоты с серовато-бурой корой ствола и ветвей. Молодые побеги красновато-коричневые. Размножается порослью, корневыми отпрысками. Семенами размножается плохо.	

1	2	3
Клён остролистный (*Acer platanoides*)	Дерево высотой до 20…30 м, продолжительность жизни 150-200 лет. Распространён в лесной зоне европейской части России. Корневая система мощная поверхностная, состоит из короткого стержневого корня, уходящего вглубь до 1 м, и ряда боковых, далеко распространённых в стороны. Может размножаться пневой поросльюю, иногда корневыми отпрысками. В молодые годы – теневынослив. Переносит солнцепёк и заморозки. Наилучшие для него лесные суглинки, хорошо растёт и на достаточно влажных, несолонцеватых черноземах и на гумусированных свежих супесях и легких суглинках, подстилаемых прослойками песка и глины, с относительно неглубоким залеганием грунтовых вод. Довольно устойчив к загрязнению воздуха.	
Клён татарский (*Acer tataricum*)	Небольшое деревце либо кустарник с несколькими стеблями высотой 2…12 м. Теневынослив и морозостоек. К почве и влаге малотребователен. Удовлетворительно растёт на глинистых, солонцеватых, светло-каштановых почвах юго-восточных степей европейской части России, а также на смытых, сухих, каменистых и солонцеватых почвах. Хорошо переносит жаркий степной климат. Может использоваться в качестве крупного кустарника или сопутствующего вида (для формирования третьего яруса) в защитных лесных полосах на обыкновенных южных и карбонатных черноземах, на темно- и светло-каштановых почвах до широты Курск – Воронеж; для создания лесополос вдоль железных дорог; для закрепления откосов оврагов и балок.	
Клён ясенелистный (*Acer negundo L.*)	Дерево высотой до 25 м и до 1м в обхвате, часто образующее несколько стволов. Широко распространён в Европейской части России. На глубоких почвах может образоваться короткий стержневой корень с сильными боковыми, горизонтальными. Корневая система относительно чувствительная, при сильных повреждениях боится застойной сырости, зимнего промерзания. Образует обильную пневую поросль.	
Крушина ломкая (*Frangula alnus*)	Кустарник или небольшое дерево до 7 м в высоту. Встречается в лесной и лесостепной зоне Европы, центральных районах Западной Сибири, на севере Малой Азии, на большей части Крыма, на Кавказе. Теневынослива. Предпочитает плодородные почвы, но встречается и на бедных, хотя при этом заметно отстаёт в росте. Хорошо выносит повышенное почвенное увлажнение.	
Магония падуболистная (*Mahonia aquifolium*)	Медленнорастущий морозостойкий вечнозеленый кустарник высотой до 1 м, редко до 2 м. Довольно морозостойка и зимостойка. Успешно выдерживает условия средней полосы Европейской части России вплоть до полосы Москвы – Казань. Даёт обильные корневые отпрыски. Наиболее благоприятны для неё легкие, питательные супесчаные и суглинистые свежие почвы. Пригодны для неё более сухие и бедные почвы. Переносит уплотнение почвы.	

1	2	3
Облепиха крушиновидная (*Hippophae rhamnoides*)	Многоствольный листопадный кустарник, реже дерево, высотой 1…3 м, иногда 3…6 м, до 15 м. На территории России встречается в европейской части, на Северном Кавказе, в Западной и Восточной Сибири, на Алтае. Светолюбива, засухоустойчива, к плодородию почвы малотребовательна, переносит солонцеватые почвы, но нуждается в почвенной влаге, хорошо растет на легких песчаных свежих и влажных почвах. Корневая система развивается близко к поверхности, не глубже 40 см, распространяясь на широкой площади. Возобновляется порослью от пней. Образует обильные корневые отпрыски.	
Осина обыкновенная (*Populus tremula L.*)	Дерево до 35 м высотой и ровным цилиндрическим стволом до 1 м в диаметре. Произрастает в Европейской части России, Сибири и на Дальнем Востоке. Растёт очень быстро, лучше – на свежих, плодородных суглинках, несколько хуже – на не слишком бедных и сухих супесях и песках. Переносит незначительную засоленность почв. К климатическим условиям нетребовательна, морозостойка, засухоустойчива. Пыле- и дымоустойчива. Стержневой корень развивается только у молодой осины, позже он теряется среди сильных боковых корней. Размножается семенами, чаще корневыми отпрысками и корневыми черенками.	
Робиния лжеакациевая (*Robinia pseudoacacia*)	Крупные деревья высотой 20…25 м (может достигать 30…35 м) и диаметром ствола до 1 м. К почвенно-грунтовым условиям неприхотлива, предпочитает лёгкие и плодородные, не выносит уплотнения, мирится с сухими, но не сильно засолёнными почвами степных и полупустынных районов юга России. Растёт быстро, особенно до 10 лет, на влажных, богатых известью почвах, ежегодный прирост в высоту 60…80 см, в ширину 20…30 см. Корневая система сильно разветвлена, простираясь в глубину до 10 и в стороны до 20 м. Даёт поросль от пня и обильные корневые отпрыски,	
Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*)	Листопадное дерево высотой до 10, реже до 15…20 м с ровными стволами диаметром до 40 см. Долговечность 80…100 лет. В мало подходящих условиях приобретает вид крупного куста. Распространена в лесной зоне Европейской части России. Растёт довольно быстро. Предпочитает влажные, рыхлые плодородные супесчаные и суглинистые почвы. В хвойных и хвойно-лиственных лесах лучше растёт на серых пылеватых почвах, подстилаемых лессовидной породой. Засоленные и заболоченные почвы не переносит. Весьма морозостойка и зимостойка. Холодостойка, засухоустойчива, но страдает от сухости воздуха. В условиях затенения способна к вегетативному размножению пневой порослью, корневыми отпрысками и укоренением стелющихся побегов.	
Свидина кроваво-красная (*Swida sanguínea*)	Листопадный кустарник высотой до 3…4 м, с сильно раскидистыми ветвями. Дико произрастает в широколиственных лесах южной и средней зон Европейской части России. Теневынослива, морозостойка, к почве неприхотлива. Растёт удовлетворительно на сравнительно бедных и сухих почвах; засухоустойчива. Предпочитает богатые, свежие суглинки и влажные песчаные и супесчаные почвы. Даёт обильные корневые отпрыски. Осенью весьма декоративна кровяно-красной листвой.	

1	2	3
Слива колючая (*Prunus spinosa L.*)	Небольшой колючий кустарник высотой 3…4 м, реже – низкорослое дерево не выше 8 м. Распространён в европейской части России. Обладает высокой зимостойкостью, неприхотлив к почве, устойчив к засухам. Даёт корневые отпрыски, образуя в естественных условиях густые колючие и труднопроходимые заросли.	
Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*)	Вечнозеленый хвойный вид высотой до 40 м, живёт до 400 лет. До 20… 25 лет растёт очень быстро. Распространена на территории европейской части России, в Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке. Весьма светолюбива, засухоустойчива, морозостойка. Не требовательна к минеральному составу почвы, растёт на очень бедных и почти на чистых меловых обнажениях. Плохо переносит загрязнение воздуха копотью и газами. Корневая система – пластичная, на глубоких почвах стержневая, на мелких – со слабовыраженным стержневым, но большим количеством боковых корней. Корневую и пневую поросль не образует.	
Тополь итальянский (*Populus italica*)	Дерево до 22…35 м высоты и 1 м в диаметре, живёт обычно до 60…80 лет. Распространён на территории европейской части России. Засухоустойчив, светолюбив и теплолюбив, в суровые зимы обмерзает, на плодородных и оптимально увлажнённых почвах отличается быстрым ростом. Имеет хорошо развитую неглубокую корневую систему, но за счёт хорошо развитых мощных боковых корней довольно ветроустойчив. Способен размножаться пневой поросльюи корневыми отпрысками.	
Тополь серебристый (*Populus alba*)	Дерево высотой до 30…40 м и 2 м в диаметре. Распространён в зоне широколиственных лесов европейской части России. Морозоустойчив, засухоустойчив, дымо- и газостоек, меньше других тополей повреждается сердцевинной гнилью. Корневая система очень мощная, достигающая длины до 20…25 м кроме корней, идущих глубоко в почву. Поверхностные корни дают много корневых отпрысков.	
Тополь чёрный пирамидальный (*Populus nigra var. pyramidalis*)	Крупное листопадное быстрорастущее дерево высотой до 30…35 м при диаметре ствола до 2…4 м и долговечностью до 150…300 лет. Распространён в европейской части России и в Сибири. Морозостоек, зимостоек, весьма светолюбив. Предпочитает глубокие влажные почвы. Лучше всего развивается на супесчаных влажных пойменных почвах. Переносит длительное затопление (до 30 дней), а также некоторую засоленность почв. На сухих суглинистых почвах растёт значительно хуже. Переносит сухость климата. Удовлетворительно переносит дым и газы. Корневая система стержневого типа с большим количеством крупных боковых корней, дающих обильные корневые отпрыски.	

1	2	3
Шиповник майский (*Rosa cinnamomea L.*)	Многолетний листопадный раскидистый ветвистый кустарник с дугообразными ветвями высотой до 2…2,5 м. Распространён в европейской части России, в Западной и Средней Сибири. Не переносит заболоченных, кислых почв; на засоленных почвах развивается плохо. Светолюбивое, относительно теневыносливое, засухоустойчивое и морозостойкое растение. Корневая система стержневая, проникает на глубину до 5 м, сильно разветвлённая, даёт многочисленные корневые отпрыски.	
Ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*)	Стройное дерево высотой до 25…40 м с ажурной, высоко поднятой кроной. Может доживать до 300 лет. Распространён в широколиственных лесах Восточно-Европейской равнины и Кавказа. Растёт на разных почвах, в том числе иногда и на заболоченных. Наиболее благоприятны для него богатые суглинистые почвы, нередко обогащённые кальцием. Корневая система представлена неглубоким стержневым корнем (до 2 м) и мощными боковыми поверхностными корнями с сильно развитыми мелкими корешками. Хорошо образует пневую поросль.	
Ясень пенсильванский (*Fraxinus pennsylvanica*)	Листопадное дерево высотой до 20…23 м с серой или тёмно-серой корой на стволе и старых ветвях. Предпочитает песчаные почвы, суглинки. Влаголюбив. Корневая система довольно мощная, многочисленные корни растут в стороны и вниз.	

СОТ

Таблица 2

Наиболее распространённые виды нежелательной древесно-кустарниковой растительности, встречающиеся на территориях линейных инфраструктурных объектов Центральной России

Линейный инфраструктурный объект	**Виды нежелательной древесно-кустарниковой растительности**
полосы отвода автомобильных дорог, охранные зоны линий электропередачи	Клён ясенелистный, Вяз гладкий, Шиповник майский, Слива колючая, Ясень обыкновенный, Клён татарский, Жимолость татарская
полосы отвода железных дорог	Клён ясенелистный, Вяз приземистый, Ясень обыкновенный, Клён остролистный, Тополь итальянский, Тополь чёрный, Вяз гладкий, Клён татарский, Сосна обыкновенная

Анализ элементов ботанического описания видов нежелательной древесно-кустарниковой растительности, встречающихся на территориях линейных инфраструктурных объектов Центральной России, позволил выявить следующее (рис. 1).

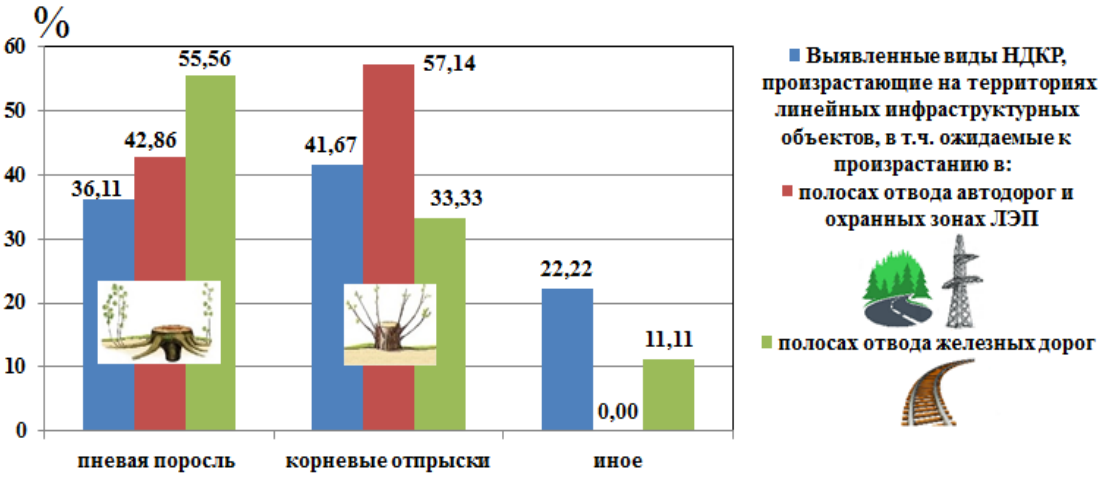


Рис. 1 – Распределение видов нежелательной растительности по возможностям их вегетативного размножения

Следовательно, как видно на рис.1, около 1/3 всех выявленных видов имеют склонность к последующему (после их удаления, например, срезанием) возобновлению пневой порослью, а около 40% – возобновлению корневыми отпрысками, что в целом указывает на нежелательность и общую неэффективность технологии удаления нежелательной растительности срезанием.

Библиографический список

1. Бартенев, И.М. Совершенствование технологий и средств механизации лесовосстановления: / И.М. Бартенев, М.В. Драпалюк, В.И. Казаков. – М: Общество с ограниченной ответственностью «ФЛИНТА», 2013. – 208 с. – EDN RENPHN.

2. Платонов, А.А. Анализ критериев оценки качества работ по удалению нежелательной поросли / А.А. Платонов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2022. – № 1. – С. 177-181. – EDN LQJWQR.

3. Платонов, А.А. Вариативность технологических процессов удаления нежелательной растительности по территориям линейных инфраструктурных объектов / А.А. Платонов // Перспективы транспортной отрасли: Труды 1-й международной научно-практической конференции, Воронеж, 10 июня 2021 года. – Воронеж: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2021. – С. 106-112. – EDN WYRUMH.

4. Платонов, А.А. Структура формирования технологических процессов удаления нежелательной растительностис эксплуатационных объектов инфраструктуры / А.А. Платонов // Ползуновский альманах. – 2020. – № 1. – С. 65-68. – EDN VMYDVL.

5. Шутов, В.В. Словарь-справочник лесного инженера: учебное пособие / В.В. Шутов, С.И. Кожурин ; под ред. В.В. Шутова; М-во образования и науки Российской Федерации, Костромской гос. технологический ун-т. – Кострома: Изд-во КГТУ, 2011. – 123 с. – EDN QLCBIL.

6. Platonov, A.A. Modern state of technical means to remove uncontrolled vegetation / A.A. Platonov // Lesnoy Vestnik. Forestry Bulletin. – 2021. – Vol. 25. – № 1. – pp. 115-122. – EDN FMPPNC.

УДК 656.21

ОПТИМИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОФОРМЛЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ДОКУМЕНТОВ

Попова Е.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Внедрение электронного документооборота является основной целью увеличения эффективности производственных процессов, поиска путей повышения качества услуг и роста в сфере их предоставления посредством внедрения усовершенствованной технологии работы подразделений железной дороги при автоматическом оформлении перевозочных документов на перевозку грузов в грузовых вагонах; работы подразделений железной дороги при автоматическом раскредитовании перевозочных документов на перевозку грузов и порожних вагонов.

Ключевые слова: электронный документооборот, автоматическое оформление перевозочных документов, агент СФТО, раскредитование перевозочных документов, электронная подпись.

Abstract. The introduction of electronic document management is the main goal of increasing the efficiency of production processes, finding ways to improve the quality of services and growth in their provision through the introduction of improved technology for the work of railway divisions with automatic registration of transportation documents for the carriage of goods in freight cars; the work of railway divisions with automatic crediting of transportation documents for the carriage of goods and empty wagons.

Keywords: electronic document management, automatic registration of transportation documents, SFTO agent, crediting of transportation documents, electronic signature.

С момента образования в 1995 году системы фирменного транспортного обслуживания (СФТО) было понимание, что необходимо совершенствоваться в коммерческой работе и необходим переход к новым формам взаимного общения с клиентами, экономическим связям, мониторингу, маркетингу. В течение 1996 года на всех железных дорогах были организованы дорожные центры фирменного транспортного обслуживания (позднее переименованные в территориальные – ТЦФТО). В целях координации их действий был организован Центр фирменного транспортного обслуживания при Министерстве путей сообщения и определены его основные функции и задачи. В том же году началось формирование агентской сети. Новая система взяла на себя функции увеличения доходности компании. Система ФТО должна была выполнять следующие функции: мониторинг внутренних и мировых цен на продукцию, которая перевозится железнодорожным транспортом, параметров себестоимости перевозок, подготовка решений по предоставлению конкурентоспособных спецставок и оценка структуры тарифа с учетом транспортной составляющей в цене продукции [6]. На нее было возложено планирование перевозки продукции, увязка каждой отправки с планом формирования и графиком движения поездов, с заказом на подвижной состав.

За время деятельности ТЦФТО расширялся перечень предоставляемых услуг, происходил постоянный процесс изменения работы с грузовыми документами с целью скорейшего перехода к безбумажной технологии [8].

В результате взаимодействия автоматизированных систем с информационными в процессе выполнения погрузочной операции и уведомления грузоотправителя о

завершении операции погрузки, а также при оформлении накладной происходит автоматическое оформление перевозочных документов [10].

В последние годы в работе с грузовыми документами особое внимание отводится технологии работы подразделений железной дороги при автоматическом раскредитовании одного из листов накладной – дорожной ведомости. Автоматическое раскредитование перевозчиком подразумевает под собой взаимодействие информационных и автоматизированных систем ОАО «РЖД» при прибытии грузов и порожних вагонов в составе поезда на станцию назначения (на грузы и порожние вагоны, не принадлежащие перевозчику) с применением электронной подписи [5]. Следует отметить, что не во всех случаях возможно такое раскредитование. Основные направления развития системы электронных продаж представлены на рис. 1.

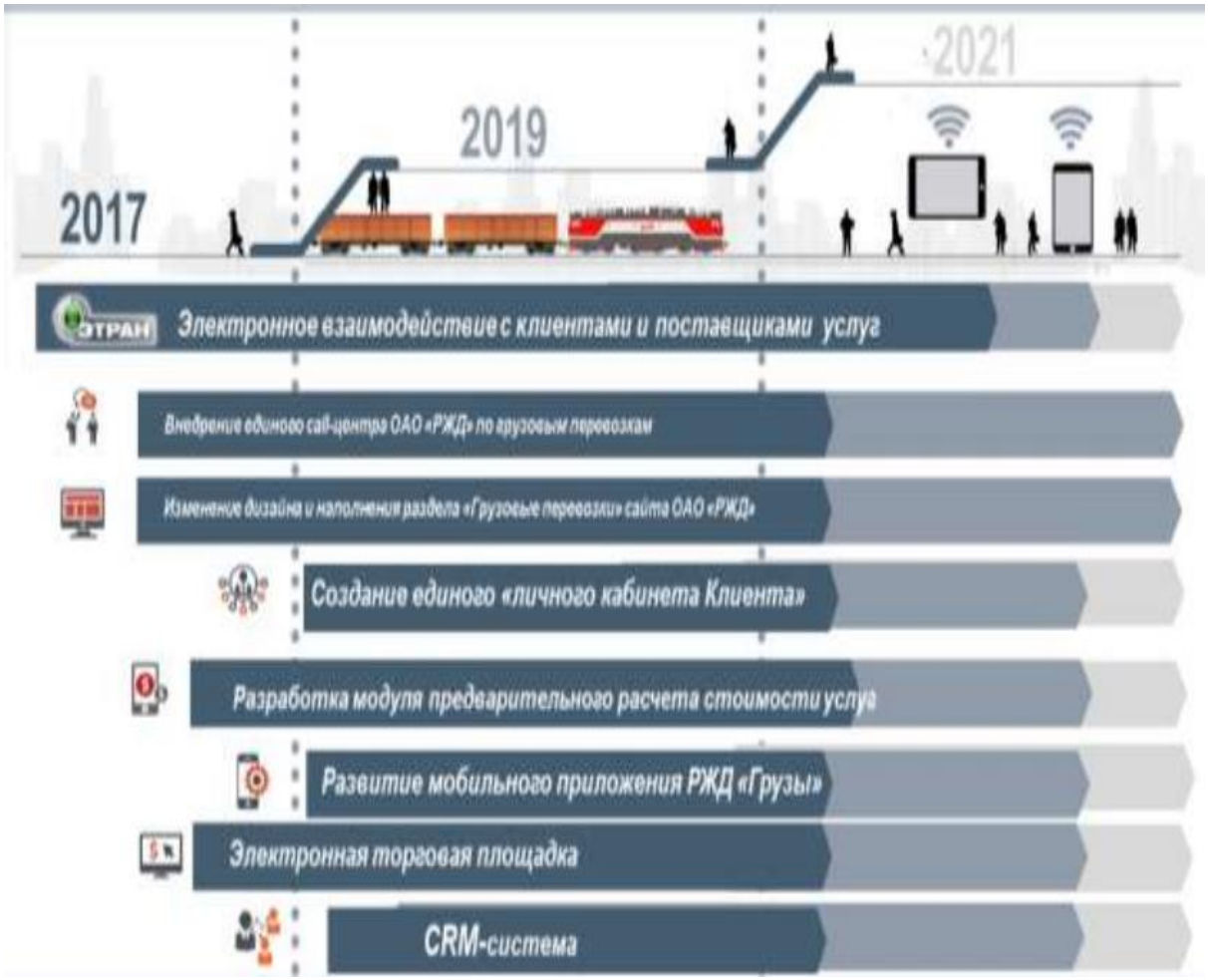


Рис. 1 - Основные направления развития системы электронных продаж

В ряде случаев (например, при оформлении отправки на бумажном носителе; при перевозке грузов, подконтрольных госветнадзору; при перевозке грузов с ветеринарными свидетельствами; при перевозке импортных грузов под таможенным контролем, следовавших в международном сообщении с участием трех и более государств, а также государств, не являющихся участниками соглашений об электронном документообороте с ОАО «РЖД»; при наличии обращения по провозной плате в АС ЭТРАН, поданного плательщиком на рассмотрение до прибытия вагонов на станцию назначения [7]) операция раскредитования осуществляется агентом СФТО станции назначения или сотрудником отдела автоматизированной обработки

документов по перевозке грузов ТЦФТО в зависимости от местных условий (далее – в ручном режиме).

Технология с автоматическим раскредитованием дорожной ведомости предусматривает, что после прибытия грузов и порожних вагонов на станцию назначения в составе поезда и его расформирования, либо исключения вагонов из состава поезда, на основании информации, поступившей из АСОУП в накладную в АС ЭТРАН автоматически выполняется операция прибытия, накладная переходит в состояние «Груз прибыл» [3].

Автоматически выполняется проверка наличия получателя на станции в соответствии с информацией о станции приписки в паспорте получателя в НСИ АС ЭТРАН.

При успешной проверке наличия получателя на станции автоматически средствами АС ЭТРАН осуществляется формирование и направление получателю SMS-уведомления и/или e-mail-уведомления о прибытии (в зависимости от способа уведомления, определенного соответствующим Соглашением между получателем и ОАО «РЖД»). Накладная переходит в состояние «Получатель уведомлен».

Выполняется проверка исполнения срока доставки. При прибытии отправки с нарушением срока доставки и поступления из ЕАСАПР М итогового акта общей формы об увеличении срока доставки в АС ЭТРАН автоматически выполняется операция «Задержка груза по итоговому акту». При непоступлении акта из ЕАСАПР М более 12 часов дальнейшая работа с накладной осуществляется в ручном режиме [4].

Разработка и внедрение каналов взаимодействия ТЦФТО и клиентов на рис. 2.

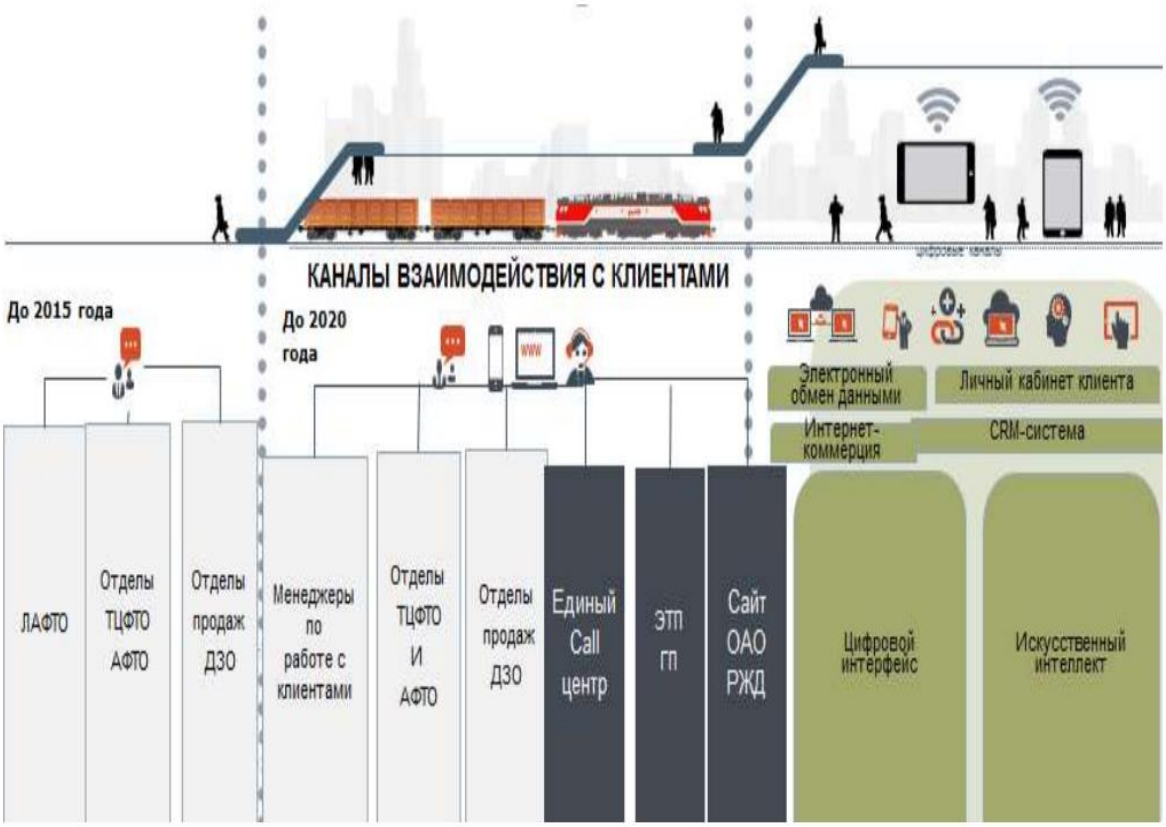


Рис. 2 - Развитие взаимодействия с клиентами ТЦФТО

Формируются сведения об электронных штемпелях проследования стыковых пунктов или подтверждается их отсутствие (при перевозках в местном сообщении и при внутристанционных перевозках) на основании данных системы АСОУП [2].

Окончательный расчет провозных платежей осуществляется по прибытию с учетом информации, внесенной в накладную в пути следования. Производится заполнение сведений о месте и форме оплаты и коде ЕЛС плательщика в соответствии со сведениями, указанными при отправлении, при этом проверка на правильность заполнения документа по отправлению не осуществляется.

Выполняется операция «Раскредитование в системе» с подписанием автоматом ЭП перевозчика, при этом формируется в ЕК АСУФР информация об отправке, и накладная переходит в состояние «Раскредитован» [9].

Выполняется операция «Выдача накладной» и открывается доступ получателю к подписанию накладной ЭП.

После подписания представителем получателя накладной ЭП заполняются сведения о подписавшем накладную представители получателя, и накладная переходит в состояние «Работа с документом окончена» [8].

Информация о текущем состоянии накладной отражается в АС ЭТРАН.

Таким образом, совершенствование безбумажной технологии позволяет:

- автоматизировать работу агентов на станциях с большими объемами погрузки и выгрузки вагонов [1];
- минимизировать ошибки, связанные с человеческим фактором;
- реализовать последовательное оформление перевозочного документа от лица перевозчика с выполнением необходимых проверок и подписанием документа электронной подписью перевозчика;
- сократить простои вагонов в ожидании накладной;
- повысить качество и своевременность оформления перевозочных документов;
- обеспечить полноту и правильность начисления и взыскания доходных поступлений от грузовых перевозок.

Цифровой пакет услуг позволяет оформлять заявки, отслеживать местонахождение подвижного состава и получать другую необходимую информацию в дистанционном формате. Специалистами ЦПУ внедрены новые сервисы, расширяющие перечень услуг в области грузовых перевозок.

Библиографический список

1. Журавлева, И. В. Предложение по увеличению количественных показателей работы станции// Актуальные проблемы железнодорожного транспорта: Сборник статей научной конференции, Воронеж, 01 октября 2018 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г.Воронеж, 2018. – С.8-10. – EDN YLYHSH.

2. Журавлева, И. В. Применение технологий спутниковой навигации в интересах железнодорожного транспорта// 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. 160-162. – EDN GVIIFQ.

3. Журавлева, И. В. Повышение уровня безопасности производственных и эксплуатационных процессов на железнодорожном транспорте // Моделирование

систем и процессов. – 2018. – Т. 11. – № 3. – С. 24-29. – EDN PNMGSK.

4. Журавлева, И. В. Повышение уровня безопасности производственных и эксплуатационных процессов на железнодорожном транспорте / И. В. Журавлева //Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11. – № 3. – С. 24-29. – EDN PNMGSK.

5. Журавлева, И. В. Надежность технических устройств, основная составляющая уровня безопасности на железнодорожном транспорте / И. В. Журавлева // Транспорт: наука, образование, производство («Транспорт-2019»): труды международной Научно-практической конференции: секция «Теоретические и практические вопросы транспорта», Воронеж, 23 января 2019 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2019. – С.32-35. – EDN NJBSEM.

6. Журавлева, И. В. Основа деятельности транспорта во внешнеэкономических связях РФ ее нормативно-законодательная база / И. В. Журавлева // Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 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.53-55. – EDN IMKKVK.

7. Журавлева, И. В. Применение технологий спутниковой навигации в интересах железнодорожного транспорта / И. В. Журавлева // 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. 160-162. – EDN GVIIFQ.

8. Попова, Е.А., Журавлева, И.В. Повышение качества и скорости оказания транспортных услуг ТЦФТО на основе системы блокчейн. // Транспорт: Наука, образование, производство («Транспорт-2022»). Труды международной научно-практической конференции, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: Филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2022. – С. 173-178. – EDN CPDQEM.

9. Попова, Е.А., Журавлева, И.В. Информационные и технологические аспекты планирования перевозки грузов. // Современные аспекты моделирования систем и процессов: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 08 февраля 2021 года / Отв. редактор В.К. Зольников. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2021. – С. 132-136. –EDN YKTELX.

10. Журавлева, И. В. Железнодорожные станции и узлы: научный подход к проектированию / И. В. Журавлева // Моделирование систем и процессов. – 2016. – Т. 9. – № 2. – С. 31-33. – EDN XVISOP.

УДК 656.21

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕВОЗКИ КОНТЕЙНЕРОВ - «ХОЛОДНЫЙ ЭКСПРЕСС»

Попова Е.А.
Филиал РГУПС г. Воронеж

Аннотация. В статье представлена технология ускоренных грузовых перевозок высокодоходных грузов. Такая технология позволяет идти в ногу со временем, открывая большие возможности в использовании логистических методов (контейнеризации, контрейлерных перевозок, сборных перевозок, технологии сменных кузовов и т.д.) в единый транспортный продукт, который позволит объединить основные конкурентные достоинства железнодорожного транспорта при перевозках немассовых грузов.

Ключевые слова: железнодорожная станция, контейнер, мультимодальные перевозки, логистика, контейнерный терминал, железнодорожные перевозки, поезда.

Abstract. The article presents the technology of accelerated freight transportation of high-yield goods. This technology allows you to keep up with the times, opening up great opportunities in the use of logistics methods (containerization, piggyback transportation, combined transportation, replacement body technology, etc.) into a single transport product that will combine the main competitive advantages of rail transport in the transportation of non-bulk cargo.

Keywords: railway station, container, multimodal transportation, logistics, container terminal, railway transportation, trains.

Технология перевозки контейнеров большой вместимости в специальных поездах холодного экспресса (далее именуемых поездами ХЭ) включает введение в непрерывное (постоянное) движение поездов, загруженных в основном продовольственными и сельскохозяйственными товарами, и следование которых происходит по заранее установленному маршруту с промежуточными остановками для различных грузовых технологических операций в крупных населенных пунктах. Для расширения географии перевозок необходимо введение в график дополнительных остановок. Такой способ перевозки грузов с контейнерами обеспечит постоянную загруженность контейнерных терминалов, наименьшее время накопления, а как следствие - высокий уровень сервиса предоставления услуг [1].

Технология перевозок ХЭ предусматривает следование такого поезда по маршруту с остановками на попутных станциях для выполнения с ними грузовой работы. Согласно разработанной и утвержденной для инфраструктуры ОАО «РЖД» технологией перевозок, поезда ХЭ должны останавливаться на попутных станциях для выполнения грузовых операций с подобными поездами.

Попутная станция - это железнодорожная станция, открытая для выполнения грузовой работы с крупнотоннажными контейнерами, где имеются пункты грузовой работы, обустройства и соответствующие технические средства для проведения грузового спектра работ с транзитными поездами, в том числе поездами ХЭ. Станции, где может производиться работа с такими поездами, могут быть попутными станциями любого типа и класса, как грузовые, участковые и промежуточные [2].

В основном такой способ перевозки предназначен на перевозку контейнерных грузов, которые предусматривают при доставке температурный режим. К таким грузам относятся все скоропортящиеся грузы, сельскохозяйственное сырье, полуфабрикаты и ценные грузы. Для обеспечения доставки этих грузов и товаров будут применяться

рефрижераторные контейнеры. В состав такого поезда надо предусмотреть включение дизель-генераторных установок, а если специализированные поезда «Холодный экспресс» будут обеспечивать перевозку универсальными контейнерами, то подключения к дизель-генераторным установкам не требуется [3]. На всем протяжении маршрута следования ХЭ необходимо произвести строительство контейнерных площадок для переработки контейнеров. Пилотным маршрутом выбрана транспортная артерия сети российских железных дорог - коридор Владивосток-Москва с перспективой продления до Санкт-Петербурга. На 18 остановках по маршруту поезда полагается выполнение грузовых операций с груженными и порожними контейнерами в Хабаровске, Биробиджане, Белогорске, Сковородино, Чите, Улан-Удэ, Иркутске, Красноярске, Анжеро-Судженске, Новосибирске, Омске, Тюмени, Екатеринбурге, Перми, Кирове, Нижнем Новгороде и Владимире (рис. 1).

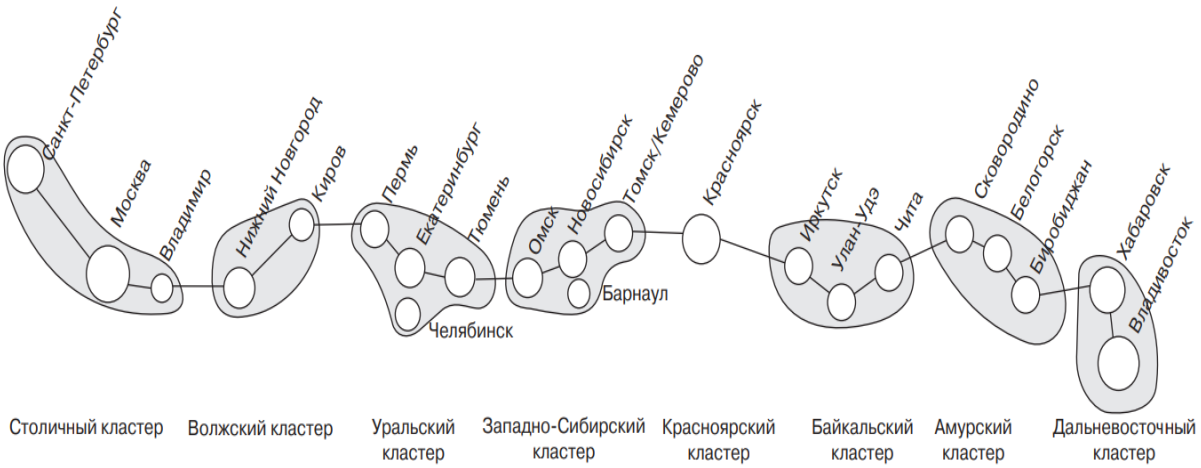


Рис. 1 – Схема маршрутов поездов «Холодный экспресс»

В период стоянки на попутной станции производятся погрузочно-разгрузочные работы с контейнерами, которые приходят в адрес данного региона, а также и производится погрузка контейнеров, следующих по маршруту поезда, что позволяет говорить о развитии мультимодального сообщения [4]. На загруженность специального холодного экспресса позитивно повлияет транспортировка порожних контейнеров из-под выгрузки под погрузку.

Перевозки в рефрижераторных вагонах и контейнерах на сверхдальние расстояния становятся сейчас основными перевозками составов ХЭ. Оказание такого рода услуги по транспортировке грузов будет увеличивать долю перевозок, следующих на небольшие расстояния, а также грузов, привлеченных с автомобильного транспорта. Предположительно в перспективе 10 лет прогнозируется увеличение объема грузов на 60%. Сконцентрированные регионы следования составов ХЭ в восьми макрорегионах (кластерах) показывают (рис.1), что имеется схожая потребность доставки скоропортящихся грузов. Между терминалами внутри кластеров перевозка предположительно будет небольшой, а основной грузопоток будет сформирован в сообщении между крупными региональными центрами (кластерами) [5].

Таким образом, доход от перевозок контейнеров формируется из корреспонденций как в восточном, так и в западном направлениях. Эти корреспонденции формируются из трех основных видов грузопотоков: перевозки дальневосточной рыбы, перевозки продуктов питания, напитков и сельхозпродукции из

регионов-производителей в регионы-потребители, а также товаров из экспортно-импортных грузопотоков через сухопутные и морские пограничные переходы [6].

Для перевозки скоропортящихся грузов формируются сквозные поезда, которые следуют с остановкой. Курсирование одного поезда по расписанию позволит уменьшить порожние пробеги подвижного состава и обеспечить перевозку меньшим количеством поездов. В рамках этапности переустройства попутных станций оптимальным решением является следование поездов с круглогодичным обращением на системной основе с периодичностью отправления от двух раз в неделю в первые два года и до семи раз в неделю ко времени ввода в строй всех терминалов на попутных станциях.

В связи с тем, что процесс формирования и расформирования поезда ХЭ не отличается от работы с прочими контейнерными (рефконтейнерными) поездами, то начальные и конечные станции по маршруту следования поездов ХЭ не требуют технического переоснащения [9]. Для начальной и конечной станции можно предусмотреть станцию, к которой примыкает путь необщего пользования с контейнерным терминалом, или станцию, на которой расположены места общего пользования, имеющие оснащение для работы с крупнотоннажными контейнерами. При проектировании новых высокопроизводительных специализированных грузовых станций лучше предусматривать схему станции сквозного типа, что само по себе наиболее капиталоемкое и требует для этого строительства новой площадки приличного размера, но при этом такой вариант позволяет эксплуатационные расходы уменьшить. Специализированные контейнерные площадки на попутных станциях должны иметь приемо-отправочные пути для приема и отправления составов [7]. При небольших объемах перевозок постройка терминалов на новых площадках за границами существующих станций экономически нецелесообразна.

Быстрая окупаемость возможна при задействовании имеющихся путей на станциях или контейнерных терминалов. Предлагается два варианта обустройства попутных станций для поездов ХЭ:

- переустройство площадок длиной 300 м вдоль крайних приемоотправочных путей грузовых или технических станций;

- строительство новых или реконструкция имеющихся грузовых фронтов на контейнерных терминалах при условии обеспечения возможности приема и отправления поездов (например, попутная станция может быть размещена по маршруту следования поезда недалеко от крупного города и технической станции).

Для сокращения объема необходимых капитальных вложений в организацию работы с контейнерами надо произвести анализ параметров станций в транспортных узлах, оценив:

- путевое развитие станции (в частности, наличие возможности приема и отправления полносоставных поездов на боковой путь со всех направлений, по которым предполагается обращение поездов ХЭ);

- степень загрузки станции и ее боковых путей;

- полезную длину боковых путей;

- присутствие ровной площадки вдоль боковых путей или неиспользуемой грузовой площадки;

- наличие/отсутствие опор контактной сети, стоящих с внешней стороны от крайнего пути, и тип контактной подвески;

- наличие электрификации на боковых путях;

- наличие пешеходных мостов, пассажирских капитальных сооружений в полосе отвода железной дороги около крайних путей;

- удаленность от основных транспортных узлов и крупнейших населенных пунктов или промышленных зон.

При использовании имеющегося терминала или при его реконструкции выбираются грузовые станции, обеспечивающие следующие условия:

- возможность прибытия и отправления контейнерного поезда с двух основных подходов без смены направления движения и непосредственно с перегона;

- наличие электрической изоляции рельсовых цепей пути для обеспечения безопасности движения и безопасности труда при выполнении грузовых операций;

- возможность обеспечения остановки контейнерного поезда в пределах полезной длины пути без создания помех другим технологическим операциям;

- обслуживание максимально полной длины состава при использовании существующих открытых площадок с твердым покрытием;

- возможность подъезда к поезду контейнерного погрузчика, применяемого на соответствующем терминале;

- возможность подъезда большегрузных автомобилей с полуприцепами к грузовой площадке для выполнения прямой перегрузки.

Станцией для оборудования контейнерного терминала, предназначенной для обработки транзитных поездов (в том числе поездов ХЭ), может быть станция с малозагруженным (недоиспользуемым) электрифицированным приёмо-отправочным путем длиной более 71 условного вагона, к которому есть автомобильный подъезд, который обеспечивает более короткий маршрут до мест потребления грузов. Для всех 18 остановочных пунктов (пилотных) выбраны более оптимальные попутные станции, для которых проводится оценка инвестиционных затрат. В таблице 1 (приведена в конце данной статьи) приведено сравнение попутных станций, и избранные станции выделены полужирным шрифтом.

Проведенная работа по выбору станций для размещения на них терминалов по обработке транзитных контейнерных поездов показала, что:

- нет станций, которые полностью готовы к работе с составами ХЭ;

- нет станций, которые подходят для устройства на них попутных терминалов безупречно;

- каждая станция по маршруту следования требует капитальных вложений для электрификации, удлинения пути или переукладки стрелочных переводов более пологих марок крестовины до полноценного строительства терминала с новым приемоотправочным путем за пределами границ станции;

- строительства компактных площадок при небольших объемах грузовой работы (1–2 пары поездов в сутки);

- при необходимости обслуживания большого числа транзитных контейнерных поездов необходимо предпочтение отдавать новому строительству специализированных высокопроизводительных терминалов, которые обеспечат поточность выполнения основных технологических операций [8].

Таким образом, ОАО «РЖД» создает новые логистические системы с перспективой развития железнодорожного транспорта, постоянно совершенствует технологии перевозочного процесса, оптимизирует транспортные потоки. Специализированный поезд «ХЭ» развивает географические возможности транспортного рынка перевозки скоропортящихся и продовольственных грузов, позволяя существенно сокращать срок доставки, увеличивать доходы от такого способа перевозки грузов, снижая порожний пробег подвижного состава.

Таблица 1 - Сравнение попутных станций для обустройства на них контейнерных терминалов

Город	Население тыс.чел.	Станция	Располо-жение бокового пути	Длина пути	Ровная площадка	Контактная сеть	Контактная сеть в месте выполне-ния грузовых операций	Пеше-ходный мост	Наличие рич-стакеров или козловых кранов	Наличие возмож-ности приема поезда с обоих направ-лений	Примечание	Этап		
												1	2	3
Владивосток	800	**Угольная**	**Существующий контейнерный терминал**									да	да	да
		Уссурийск	20 км от Уссурийска, строительство по типу нового транспортно-логистического центра											
Хабаровск	618	Корфовский	Восточное	1250	нет	да	да	нет	Нет	да	25 км от Хабаровска	да	да	да
		Хабаровск-2	**Западное**	**820**	**да**	**да**	**да**	**нет**	**да**	**да**				
Биробиджан	73	Биробиджан-1	Нет возможности разместить контейнерный терминал											да
		Икура	**Южное**	**820**	**да**	**да**	**да**	**нет**	**нет**	**да**	**20 км до Биробиджана**			
Благовещенск/ Белогорск	225	Возжаевка	Южное	820	да	да	да	нет	нет	да	146 до Благовещенска	да	да	да
		Украина	**Западное**	**1050**	**да**	**да**	**да**	**нет**	**нет**	**да**	**146 до Благовещенска**			да
Сковородино	9 + доставка в Якутск	Сковородино	Северное	1050	да	да	да	нет	нет	да	Использование инфраструктуры базы путевой машинной станции		да	да
		Бамовская	**Северное**	**950**	**да**	**да**	**да**	**нет**	**нет**	**да**				

Библиографический список

1. Журавлева, И.В. Предложение по увеличению количественных показателей работы станции // Актуальные проблемы железнодорожного транспорта: Сборник статей научной конференции, Воронеж, 01 октября 2018 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2018. – С.8-10. – EDN YLYHSH.

2. Журавлева, И.В. Применение технологий спутниковой навигации в интересах железнодорожного транспорта // 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. 160-162. – EDN GVIIFQ.

3. Журавлева, И.В. Повышение уровня безопасности производственных и эксплуатационных процессов на железнодорожном транспорте // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11. – № 3. – С. 24-29. – EDN PNMGSK.

4. Журавлева, И.В. Повышение уровня безопасности производственных и эксплуатационных процессов на железнодорожном транспорте / И. В. Журавлева //Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11. – № 3. – С. 24-29. – EDN PNMGSK.

5. Журавлева, И.В. Надежность технических устройств, основная составляющая уровня безопасности на железнодорожном транспорте / И. В. Журавлева // Транспорт: наука, образование, производство («Транспорт-2019»): труды международной Научно-практической конференции: секция «Теоретические и практические вопросы транспорта», Воронеж, 23 января 2019 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2019. – С.32-35. – EDN NJBSEM.

6. Журавлева, И.В. Основа деятельности транспорта во внешнеэкономических связях РФ ее нормативно-законодательная база / И. В. Журавлева // Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 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. 53-55. – EDN IMKKVK.

7. Журавлева, И.В. Применение технологий спутниковой навигации в интересах железнодорожного транспорта / И. В. Журавлева // 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. 160-162. – EDN GVIIFQ.

8. Попова, Е.А., Журавлева, И.В. Целевая модель комплексной транспортной услуги // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022»): Труды международной научно-практической конференции, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей

сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 186-191. – EDN OMDCIM.

9. Попова, Е.А., Журавлева, И.В. Повышение уровня контейнеризации за счет использования контейнеров OPEN-TOP// Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022»): Труды международной научно-практической конференции, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 207-210. – EDN HBTWGV.

УДК 656.21

ЭЛЕКТРОННАЯ УСЛУГА СЕРВИСА ОАО «РЖД»

Попова Е.А., Журавлева И.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье рассмотрена электронная торговая площадка «Грузовые перевозки», которая представляет собой маркетплейс базового сервиса железнодорожной перевозки, когда грузовладелец имеет возможность, исходя из стоимостных и иных параметров, выбрать для себя подходящие условия предоставления вагона, экспедирования, охраны и других услуг.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, электронная услуга, компания-оператор, грузоотправитель, грузовые перевозки, комплексная услуга, электронная площадка.

Abstract. The article considers the electronic trading platform «Freight transportation», which is a marketplace of the basic railway transportation service, when the cargo owner has the opportunity, based on cost and other parameters, to choose suitable conditions for the provision of a car, forwarding, security and other services.

Keywords: railway transport, electronic service, operator company, shipper, freight transportation, integrated service, electronic platform.

В связи с реформированием железнодорожного транспорта образовалось большое количество операторских компаний. Такое нововведение выявило проблему подбора собственников подвижного состава для осуществления перевозки грузов. Для грузоотправителей, имеющих небольшие объемы перевозок, подбор собственников подвижного состава для осуществления перевозки грузов стал достаточно трудоемким. Появление большого количества компаний - операторов подвижного состава способствовало, с одной стороны, развитию конкуренции, с другой – усложняло осуществление перевозки груза железнодорожным транспортом грузоотправителям [1].

В целях обеспечения конкурентной среды для всех участников рынка транспортных услуг, улучшения работы с грузоотправителями, повышения клиентоориентированности, для создания системной работы компании в тесном сотрудничестве с участниками рынка и Федеральной антимонопольной службой была создана Электронная торговая площадка «Грузовые перевозки» (ЭТП ГП). Это своего рода «биржа вагонов», где отрабатывается механизм, который дает клиенту вероятность найти наиболее выгодный вариант подбора вагонного парка для обеспечения перевозки [2].

Создание данной площадки ОАО «РЖД» инициировано по нескольким причинам. Первая заключается в желании создать своим клиентам удобный инструмент для работы, потому что на сегодняшний день услуга разорвана и приходится отдельно

заказывать вагон и отдельно перевозку, усложняя тем самым работу компаниям, незнакомым с нюансами. Вторая — это необходимость обеспечения доступности и конкурентоспособности железнодорожного транспорта. Появление новых сервисов на торговой площадке позволило еще больше привлечь поставщиков, операторов и стивидорных компаний. Сегодня для этого сложились благоприятные условия: люди задумываются об оптимизации своих затрат, о повышении производительности труда, об эффективности взаимодействия со своими клиентами [4].

Холдинг ОАО «РЖД» работает над расширением спектра и повышением качества транспортных услуг. В частности, с запуском этого сервиса значительно упрощен доступ клиентов к услугам и сервисам.

Электронная торговая площадка «Грузовые перевозки» разработана в рамках программы «Цифровая железная дорога в ОАО «РЖД». ЭТП ГП - это сервис, который позволяет грузоотправителям заказать перевозку в подвижном составе различных собственников.

Площадка была разработана в рамках программы «Цифровая железная дорога в ОАО «РЖД». ЭТП ГП – это уникальный сервис грузоперевозки, который позволяет грузоотправителям заказать перевозку в подвижном составе различных собственников – крытых вагонах, полувагонах, цистернах и т.д. – из любой точки, где есть доступ к Интернету, и оплатить ее с единого лицевого счета или банковским платежом. Площадка обслуживает заказы во внутригосударственном сообщении, то есть только между внутренними станциями России, открытыми для грузовых операций, исключая припортовые и пограничные. Клиентам доступна регистрация и подача заказа на предоставление услуги в формате «перевозка+вагон».

Для перевозки наливных грузов требуются вагоны-цистерны, для тарно-штучных грузов, боящихся атмосферных осадков, - крытые вагоны, для насыпных грузов, не боящихся атмосферных осадков, - полувагоны. При этом нельзя заказать перевозку порожнего вагона. Эта платформа обеспечивает предоставление вагонов конкретно для перевозки грузов железнодорожным транспортом. После уведомления о подаче вагона к месту погрузки грузоотправителю необходимо напечатать «Документ на погрузку» и предъявить его для сдачи вагонов с грузом приемосдатчику. При заказе крытого подвижного состава, цистерн и некоторых других видов подвижного состава потребуются ЗПУ (запорно-пломбировочные устройства), после опломбирования вагона их номера указываются в документе на погрузку от руки [3]. В процессе выполнения перевозки сервис будет информировать грузоотправителя о согласовании заявки на перевозку грузов формы Гу-12, назначении вагона под погрузку, продвижении вагона, прибытии вагона, подаче и уборке вагона, приеме груза к перевозке, продвижении и прибытии груза, выдаче груза грузополучателю. Эта информация всегда доступна в Личном кабинете на площадке и сопровождается e-mail и SMS-уведомлениями.

В 2019 году выросло количество участников, поставляющих подвижной состав для перевозки грузов по железным дорогам, их число приблизилось к 80, из них порядка 60 — операторы подвижного состава. Также к операторам подвижного состава присоединились российские стивидорные компании. В 2019 году через ЭТП ГП были организованы международные перевозки в направлении российских портов в объеме более 4 млн тонн. К ЭТП ГП подключилась ведомственная охрана (ВО ЖДТ РФ), что позволило обеспечить интеграцию программных комплексов, и сегодня пользователи платформы могут заказать услугу военизированного сопровождения, если перевозка этого требует. Расширилась и география услуги в условиях присоединения зарубежных железнодорожных перевозчиков: Латвийской железной дороги, Финской железной дороги и Австрийской железной дороги. Для зарубежных железных дорог это тоже

онлайн-канал продаж. Для того чтобы организовать сквозную международную перевозку с участием нескольких инфраструктур, все должны работать в цифровом формате. Поэтому проводятся работы на различных «площадках» и на разных уровнях с целью развития цифровой доверенной среды, с помощью которой каждый перевозчик сможет сам предоставлять клиентам свои услуги с участием инфраструктуры партнеров [9]. Это позволит повысить конкурентоспособность сухопутного железнодорожного коридора, как следствие, увеличить транзитный потенциал, а также предложить страховку, охрану и так далее [4].

С 2020 года, следуя пожеланиям профессиональных участников логистического рынка, изменен принцип работы ЭТП ГП – теперь все пользователи платформы при заказе любой услуги сами выбирают ее поставщика. Ранее, сформировав заказ и получив разные по стоимости и срокам исполнения предложения, клиент узнавал поставщика услуги только после оплаты заказа. Теперь данные параметра «Поставщик» будут доступны уже на этапе оформления заказа. Для поставщиков, в свою очередь, предоставляется возможность реализовывать программы лояльности для клиентов и контролировать их исполнение. В 2020 году к платформе присоединились некоторые иностранные компании-нерезиденты РФ. Измененный принцип работы ЭТП ГП делает её настоящей маркетплейс-платформой и позволяет реализовывать цифровые каналы продаж для всех поставщиков услуг.

Комплексную услугу, исходя из имеющихся предложений, платформа сформирует сама. Регистрация на Электронной торговой платформе «Грузовые перевозки» происходит на основании «Заявления о присоединении к условиям ЭТП ГП». Нерезидентам доступен полный перечень услуг платформы. Для этих компаний реализована возможность регистрации в «Личном кабинете» платформы с указанием налогового идентификационного номера, под которым компания зарегистрирована в своей стране, и названия компании [6].

После прохождения процедуры регистрации нерезиденты смогут формировать заказы на услуги, предлагаемые ЭТП ГП, а также размещать свои предложения в качестве поставщика. В дальнейшем функциональность ЭТП ГП, доступная для данной категории, будет расширяться. Этим сервисом ООО «Цифровая логистика» расширяет возможности ЭТП ГП, позволяющие нерезидентам-грузовладельцам, экспедиторам, а также операторам подвижного состава в цифровом формате заказывать услуги железнодорожного транспорта онлайн и дистанционно [8]. Это дает возможность клиентам не сворачивать бизнес, перевести свои офисы в удаленный формат работы и существенно повысить их эффективность за счет цифровой трансформации ОАО «РЖД». Также в 2020 году на ЭТП ГП осуществлена возможность клиентам оплачивать провозные платежи за перевозку грузов по инфраструктуре ОАО «РЖД» при экспедировании транзитного груза.

Основное преимущество предлагаемой услуги – онлайн-заказ услуги при отсутствии временных ресурсов в поиске клиентом плательщика тарифа, заключении с ним отдельного договора и отслеживании всех этапов перевозки. Работа через ЭТП ГП регулируется общим договором оферты, а подтверждение оплаты и другие фазы экспедирования производятся автоматически. При этом оформление подтверждающих телеграмм не производится [8].

Одновременно с заказом услуги клиент может также включить в заказ услугу охраны и таможенного декларирования груза. На площадке был расширен операторами подвижного состава род подвижного состава, предоставляемого для осуществления услуги. До этого момента на ЭТП ГП предоставлялись в основном универсальные вагоны (крытые, полувагоны, платформы, в т.ч. и фитинговые), а с конца 2020 года появился такой специализированный подвижной состав - платформы для перевозки

лесоматериалов [5]. К ЭТП ГП присоединились поставщики платформ для перевозки лесоматериалов ООО «Транслес», Евросиб «СПб-ТС», АО «ЭНИКАРГО», ООО «СТУРА ТРАНСПОРТ».

Развитие платформы будет происходить за счет развития сервисов поставщиков и оцифровки этих сервисов. Соответственно, нужно расширять географию международных перевозок, количество терминалов, вовлекать дополнительные рода подвижного состава. Появление поставщиков изотермических и рефрижераторных вагонов позволит привлечь клиентов, которые возят скоропортящиеся грузы [7]. Электронная торговая площадка «Грузовые перевозки» представляет собой маркетплейс, на котором, помимо базового сервиса железнодорожной перевозки, грузовладелец имеет возможность, исходя из стоимостных и иных параметров, выбрать для себя подходящие условия предоставления вагона, экспедирования, охраны и других услуг. Центры продажи услуг ОАО «РЖД» открыты по всей сети железных дорог России. Это многофункциональные офисы, объединяющие на одной площадке все ресурсы транспортно-логистических подразделений холдинга и работающие по принципу «одного окна» [8].

Интегрируя функционал электронной площадки в работу центров продаж услуг, компания ОАО «РЖД» предлагает клиентам при заказе комплексного транспортного продукта самостоятельно выбирать предложения различных поставщиков услуг, в том числе сформированные с учетом программ лояльности. Благодаря этому, по данным ОАО «РЖД», за полный календарный 2021 год в 4 раза выросло количество вагоноотправок, оформленных через электронную торговую площадку «Грузовые перевозки», где можно в пару кликов оформить комплексную услугу.

На основании всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что внедрение электронной услуги сервиса ОАО «РЖД», проводимое в рамках Стратегии цифровой трансформации ОАО «РЖД»:

- расширяет использование цифровых технологий в продажах услуг железнодорожного транспорта;
- позволяет существенно упростить доступ к предлагаемым ОАО «РЖД» услугам;
- создает предпосылки для дальнейшего развития сервисов электронной торговой площадки «Грузовые перевозки» и цифровизации ОАО «РЖД»;
- повышает доверие как к базовой услуге, так и к железной дороге в целом за счет большей прозрачности, возможности сопоставления и выбора различных параметров.

Библиографический список

1. Попова, Е.А., Журавлева, И.В. Развитие электронного документооборота с целью создания единой интегрированной информационной системы // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022»): Труды международной научно-практической конференции, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2022. – С. 173-178. – EDN CPDQEM.

2. Мирончук, В.А., Золкин, А.Л., Куныгина, Л.В., Попова, Е.А. Государственное управление железнодорожным транспортом и его совершенствование. – Краснодар: Индивидуальный предприниматель Кабанов Виктор Болеславович (Издательство "Новация"), 2022. – 162 с. – EDN UPTHVK.

3. Шатохин, А.А., Попова, Е.А., Буракова, А.В. Повышение эффективности организации порожних вагонопотоков при управлении назначениями порожних вагонов // 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 РГУПС в г. Воронеж, 2020. – С. 173-180. – EDN TUIQAL.

4. Попова, Е.А. Повышение качества обслуживания клиентов в грузовом сообщении в рамках предоставления услуг «Грузовой экспресс» / Е. А. Попова //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 РГУПС в г. Воронеж, 2020. – С. 170-172. – EDN WWODXP.

5. Попова, Е.А., Журавлева, И.В. Целевая модель комплексной транспортной услуги // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022»): Труды международной научно-практической конференции, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 186-191. – EDN OMDCIM.

6. Попова, Е.А. Повышение качества обслуживания клиентов в грузовом сообщении в рамках предоставления услуг «Грузовой экспресс» // 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 РГУПС" в г. Воронеж, 2020. – С. 170-172. – EDN WWODXP.

7. Попова, Е.А., Журавлева, И.В. Повышения качества и скорости оказания транспортных услуг ТЦФТО на основе системы блокчейн // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022»): Труды международной научно-практической конференции, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2022. – С. 202-205. – EDN GRRLXO.

8. Попова, Е. А., Журавлева, И.В. Совершенствование автоматизированных интеллектуальных систем в управлении работой станции / Е. А. Попова, И. В. Журавлева // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022»): Труды международной научно-практической конференции, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2022. – С. 178-182. – EDN NXYSR.

9. Попова, Е. А., Журавлева, И.В. Способы привлечения клиентов к услугам транспортно - логистического процесса / Е. А. Попова, И. В. Журавлева // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022»): Труды международной научно-практической конференции, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2022. – С. 166-169. – EDN NEZNIC.

УДК 331:45

СИСТЕМА БАЗЫ ДАННЫХ И УПРАВЛЕНИЯ

Прицепова С.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Показан пример подхода к составлению сетевой модели для описания процесса решения задачи и передачи результатов заказчику. Этот подход устраняет путаницу, присущую разработке баз данных с использованием сетевых систем.

Ключевые слова: познание мира, накопление и обмен, информация, синтез, анализ.

Abstract. An example of the approach of creating a network model to describe the process of solving the problem and transmitting the results to the customer is shown. This approach eliminates the confusion inherent in database development using networked systems.

Keywords: cognition of the world, accumulation and exchange, information, synthesis, analysis.

Наше познание мира, включающее такие процессы, как отбор главного, обобщение, анализ и синтез происходящих событий, обогащает нас информацией, которой можно поделиться с другими людьми, делая ее тем самым доступной не только для тех, кто ее создал, но и для большого количества заинтересованных. Такое накопление и обмен информацией возможно только с помощью данных как зафиксированных элементарных фактов. Нередко под данными понимается физическое представление информации, однако само понятие «данные» имеет несколько аспектов. Так, данные могут быть:

- первичными фактами, объективно отвечающими в реальном мире предметам или условиям вне зависимости от способов фиксации и интерпретации человеком, а также зафиксированными нашими ощущениями непосредственно или с использованием технических средств и специальных приемов (например, одно дерево выше другого независимо от того, наблюдает ли их человек, и если да, то как он это воспринимает и воспринимает ли вообще) [1];
- фиксироваться тем или иным способом, не включающим интерпретации;
- записываться на магнитном носителе или на фотопленке (например, как фотографии местности);
- кодироваться определенным образом (например, в виде бумажной карты с легендой);
- структурироваться или организовываться определенным образом (например, в виде таблиц в результатах переписи населения или в виде пространственной базы данных).

Современные информационные системы, как правило, создаются с использованием специального программного обеспечения, называемого системами управления базами данных (СУБД), или специализированными компьютерными средствами для работы с интегрированными наборами данных. Системы управления базами данных представляют собой три взаимосвязанные компоненты: командный язык для выполнения требуемых операций с данными (ввод, вывод, модификация), интерпретирующая система (или компилятор) для обработки команд и перевода их на язык машины, интерфейс пользователя для формирования запросов к базе данных (выборке нужных данных) [2].

При работе с цифровой информацией мы редко ограничиваемся лишь одним файлом, можем использовать несколько файлов одновременно. Такие упорядоченные массивы данных (взаимосвязанных файлов данных), организованные с помощью СУБД, называются базами данных.

База данных должна быть:

- согласованной по времени (хранящиеся в ней количественные данные должны соответствовать определенному временному отрезку, быть актуальными);

- полной и достаточно подробной (категории данных и их подразделения должны включать все необходимые сведения для осуществления анализа или математико-картографического моделирования исследуемого объекта или явления);

- позиционно точной (абсолютно совместимой с другими данными, которые могут добавляться в нее);

- достоверной (правильно отражающей характер явлений, для чего необходимо четко определить включенные в нее атрибуты явлений);

- легко обновляемой;

- доступной для любых пользователей (пользователь любого уровня компьютерной грамотности может считывать информацию).

Существует несколько типов логических структур баз данных, которые сводятся к трем основным: иерархической (древовидной), сетевой и реляционной (табличной).

Иерархическая база данных отражает взаимосвязь между данными, выражаемую отношением «один ко многим». Это отношение подразумевает, что каждый элемент данных имеет прямую связь с некоторым числом так называемых «потомков» (записью данных, расположенных на более низком уровне), и, в свою очередь, каждый из таких «потомков» имеет связь со своими «потомками» и т.д. Каждый элемент данных связан только с одной записью, находящейся на более высоком уровне («предком»). При этом «предки» и «потомки» напрямую связаны между собой, что делает доступ к данным простым и эффективным.

В графическом представлении иерархическая модель записи данных образует древовидную структуру, давшую второе название данному типу базы данных.

Главным преимуществом иерархической системы является легкий поиск данных при условии определенности пути поиска, относительно легкое расширение баз данных путем добавления новых ветвей и возможность формулирования новых правил ветвления. Но если изначальное описание структуры неполно или если вы хотите двигаться по ней на основе критерия, который не включен в структуру базы данных, то поиск становится невозможным. Необходимым условием создания иерархической структуры баз данных является знание всех возможных вопросов, которые могут возникать при разработке правил ветвления или ключей поиска.

Иерархические базы данных обладают низким быстродействием (увеличивается время поиска данных при большом числе уровней, поэтому на практике не используют модели при числе уровней более 10), они трудно модифицируемы, но при этом эффективны с точки зрения организации машинной памяти.

Типичным примером подобных баз данных является схема размещения информации на жестком диске, так называемое «дерево каталогов». Иерархические модели эффективно применяют также для составления классификаторов. Такая система хорошо иллюстрируется системой классификации растений и животных, называемой таксономией.

Сетевые базы данных используют отношение «многие ко многим». В отличие от иерархической в сетевой модели данных каждый объект может иметь несколько «подчиненных» и несколько «старших» объектов. Каждая запись в каждом из узлов сети может быть связана с несколькими другими узлами. Например, исследуемый участок может иметь много квадратов, с каждым из которых связано несколько каких-то видов, при этом каждый вид может присутствовать в более чем одном квадрате. Кроме данных, записи содержат в себе указатели, определяющие местоположение других записей, связанных с ними. Каждый отдельный элемент данных в сетевой модели может быть напрямую связан с любым местом базы данных, без введения отношения «предок-потомок» как в иерархической модели. Указатели обеспечивают также обратную связь от видов к квадратам, в которых они находятся.

Сетевые модели используют табличные и графические представления, при этом табличные данные обычно являются исходными для построения графической модели и их называют условиями.

Рассмотрим пример составления сетевой модели для описания процесса решения задачи при помощи компьютера и передачи результатов заказчику как иерархии. В этом случае на основе приведенных данных строится графическая схема сетевой модели: на начальном этапе осуществляется формулировка задачи; предполагается, что задачу можно сформулировать; после этого осуществляется поиск готового решения; после завершения поиска возможны два результата: решение найдено или решение не найдено.

Модель для решения задач как ветвления будет включать два варианта: если модель найдена, то осуществляют сбор информации для получения решения; если модель не найдена, то осуществляют ее построение и после этого осуществляют сбор информации для получения решения; следует обратить внимание, что работа по сбору информации на практике имеет три варианта, а это означает, что объем данной работы для разных случаев различен. Возможны также два варианта: программа для вычисления готова, программа для вычисления не готова; в первом случае осуществляют расчет; во втором случае составляют программу.

Таким образом, в сетевой модели возможно ветвление (как в иерархической) и объединение (в иерархической модели недопустимо). Ветвление в сетевой модели возможно в двух случаях: когда возникает альтернативный вариант действий или появляется возможность параллельных (независимых) действий. Объединение ветвей в сетевой модели чаще всего возникает либо при объединении результатов действия альтернатив (разные альтернативы приводят к одному результату), либо при окончании независимых параллельных действий (результаты независимых действий суммируются).

Одним из назначений сетевых моделей является выделение состояний, в которых может находиться моделируемый объект, и действий (работ) необходимых для перехода из одного состояния в другое. Другим назначением сетевых моделей является отражение связей и отношений между пространственными объектами. Эта структура позволяет пользователю перемещаться от одного элемента данных к другому через цепочку указателей, которые выражают взаимоотношения между элементами данных.

Сетевые структуры обычно рассматриваются как усовершенствование иерархических структур. В отличие от последних они уменьшают избыточность данных и допускают гораздо большую гибкость поиска.

Главным недостатком сетевых баз данных является наличие большого количества указателей в крупных базах данных, что требует значительных затрат памяти. Такие модели трудно редактировать (например, удалять записи), так как вместе с данными нужно редактировать и указатели, при этом многочисленные возможные связи могут превратиться в запутанную сеть, приводя часто к потерянным и ошибочным связям.

Сетевые модели данных хорошо работают в случае решения сетевых, коммуникационных задач [3]. Примером сетевой модели может служить сеть Интернет. Многие типы таких моделей данных используют для описания экономических и организационных систем.

Реляционные базы данных хранят данные как упорядоченные табличные записи. Подобные базы данных завоевали широкую популярность в современных информационных системах. Нередко такие структуры баз данных называют еще табличными: строки таблицы соответствуют одной записи информации об объекте, а столбцы содержат однотипные характеристики всех объектов.

Информация об объекте (атрибуты) группируется в отдельных строках в виде так называемых отношений, поскольку они сохраняют свои положения в каждой строке и определенно связанны друг с другом. Каждая колонка содержит значения одного атрибута для всего набора объектов.

Например, может быть одна колонка с номерами квадратов (один атрибут). В другой колонке может быть дополнительная информация, относящаяся к сборщику данных, в третьей – дата сбора данных, в четвертой – номер площадки. Атрибуты объектов могут также объединяться в другие, связанные таблицы.

Реляционные модели свободны от всех ограничений, связанных с организацией хранения данных и спецификой запоминающих устройств. Используя всевозможные способы индексации данных, можно существенно сократить время поиска информации и время запроса к данным.

Реляционная модель данных (название происходит от английского слова relation – отношение) была разработана Коддом в 1969-70 гг. на основе математической теории отношений, называемых реляционной алгеброй или алгеброй отношений. Она опирается на систему понятий, важнейшими из которых являются:

1. Таблица, содержащая данные в виде упорядоченных записей, распределенных по строкам и столбцам; имеет имя, уникальное внутри базы данных.

2. Столбец, содержащий информацию об объекте. Каждый столбец имеет имя, которое записывается в верхней части таблицы. Каждое имя в таблице уникально, однако различные таблицы могут иметь столбцы с одинаковыми именами. Столбцы расположены в таблице в соответствии с порядком следования их имен при ее создании.

3. Строка, содержащая записи данных, совокупность которых в таблице задает отношение между ними. Первая строка таблицы содержит набор объектов, остальные строки – их значения.

4. Первичный ключ как критерий поиска в базе данных, основанный на использовании одного столбца. Согласно теории множеств, каждая таблица отношений функционирует как множество, и любая таблица не может иметь строку, которая полностью совпадает с какой-либо другой строкой. В отличие от столбцов строки не имеют имен, порядок их следования в таблице не определен, а количество логически не ограничено.

Так как строки в таблице не упорядочены, то в таблице вводят один или несколько столбцов, значения в которых однозначно идентифицируют каждую ее строку. Поскольку каждая из строк уникальна, один или несколько столбцов могут использоваться для определения критерия поиска. Так, примером использования одного столбца для определения критерия поиска может быть выбор уникального личного номера социального страхования, номера телефона, домашнего адреса и других, имеющихся в других столбцах той же таблицы при выборе определенного имени из первого столбца.

Такой критерий поиска называется первичным ключом для поиска значений в других столбцах базы данных. Всякая строка таблицы должна иметь уникальное значение в колонке первичного ключа, в противном случае мы не сможем однозначно идентифицировать объекты по первичному ключу.

5. Внешний ключ, являющийся столбцом второй таблицы, с которой связан первичный ключ. Взаимосвязь таблиц – важнейший элемент реляционной модели данных. Соединение происходит по равенству значений колонки первичного ключа одной таблицы с другой колонкой второй таблицы. Значения связанных строк предполагаются находящимися в тех же позициях для гарантии соответствия. Эта связь означает, что все столбцы второй таблицы привязаны к столбцам первой таблицы.

Благодаря этому каждая таблица может быть наиболее простой, облегчая управление данными. Вы можете привязать сюда третью таблицу, взяв столбец второй таблицы, которая будет использоваться как первичный ключ к соответствующему ключевому столбцу (внешнему ключу) третьей таблицы. Процесс может продолжаться присоединением все новых простых таблиц для проведения довольно сложного поиска, причем набор таблиц остается очень простым.

В заключение можно сказать, что ценность реляционных систем в том, что они позволяют собирать данные в достаточно простые таблицы, при этом задачи организации данных также просты. При необходимости мы можем стыковать строки из одной таблицы с соответствующими строками из другой таблицы, используя связующий механизм, называемый реляционным соединением. Этот подход устраняет путаницу, присущую разработке баз данных с использованием сетевых систем.

Библиографический список

1. Прицепова, С. А. Системный подход к проблеме безопасности труда / С. А. Прицепова, О. А. Калачева // Естественные и технические науки. – 2012. – № 6(62). – С.608-612. – EDN PUJXPH.

2. Калачева, О. А. Концепция безопасности человека в техносфере / О. А. Калачева // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022») : ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 98-100. – EDN IBWZCJ.

3. Калачева, О. А. Организация безопасности и охраны труда в ОАО "РЖД" / О. А. Калачева // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2013. – № 2. – С. 146-151. – EDN QZYUEZ.

УДК 331:45

ПОНЯТИЕ О ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ

Прицепова С.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье затрагивается тема о концептуальных моделях пространственной информации, основанных на разных представлениях о реальности, необходимых для ее интерпретации и анализа.

Ключевые слова: географическая система координат, ссылка на адрес, почтовый индекс, идентификатор земельного или лесного участка.

Abstract. The article touches on the topic of conceptual models of spatial information based on different representations of reality necessary for its interpretation and analysis

Keywords: geographical coordinate system, link to address, postal code, identifier of land or forest plot.

Подавляющие массивы информации реального мира и практической деятельности – техники, экономики, экологии, политики или менеджмента – имеют пространственную привязку.

Пространственные объекты могут быть расположены в каком-то месте на земной поверхности, под ней или над ней, быть плоскими или объемными, могут вообще не иметь никакой привязки именно к поверхности Земли с определенными для

нее координатными системами. Важно, что объекты привязаны к некоторой координатной системе, возможно местной и условной (географическая система координат, ссылка на адрес, почтовый индекс, идентификатор земельного или лесного участка, название дороги, километровый столб на магистрали и т.п.). Этот факт признается существенным и используется при организации данных и их использовании. Такие данные называют пространственными данными или геоданными [1].

Итак, под геоданными понимается информация, которая идентифицирует географическое местоположение и свойства естественных или искусственно созданных объектов, а также их границ на земной поверхности. Эта информация может быть получена с помощью (помимо иных путей) дистанционного зондирования, картографирования и различных видов съемок.

Любые пространственные данные характеризуются определенным набором свойств или компонентов, которые традиционно подразделяются на две взаимосвязанные составляющие – позиционные (расположение, пространственные отношения) и непозиционные данные (атрибуты).

Позиционная информация описывает положение географических объектов (или пространственную форму) в системе координат двух- или трехмерного пространства – декартовых (x, y, z) или географических (φ, λ). К позиционной информации относятся также и пространственные отношения – взаимосвязи между пространственными объектами представляются в виде сроков получения данных, определяют их жизненный цикл, изменение местоположения или свойств пространственных объектов во времени.

К непозиционной информации относятся качественная характеристика пространственных объектов (атрибуты) и статистика; эта информация называется атрибутивной и представляется в виде текстовых или числовых параметров. Она соответствует тематической форме данных или кодированному представлению взаимосвязей объектов (топологии). Почти всегда тип объекта маркируется и опознается по его атрибутивным параметрам (дорога имеет название и идентифицируется по ее классу – грунтовая, шоссе). Обычно атрибутивная информация не имеет пространственного характера [2], хотя некоторая ее часть может иметь связь с пространственной природой изучаемого объекта (например, площадь или периметр).

В качестве атрибутивной информации часто выступает временная характеристика: интервал времени, в течение которого существует объект, скорость движения объектов, время получения значений и свойств объекта и др. Время может отображаться несколькими способами: указанием временного периода существования объектов, соотнесением информации с определенными моментами времени, указанием скорости движения объектов.

Количественные атрибуты определяются в соответствии с номинальными, порядковыми, интервальными или пропорциональными шкалами измерений. Важно знать, какие шкалы измерений использованы для данных, поскольку это определяет характер возможных математических операций с ними.

Источниками пространственных данных могут служить совокупности первичных данных (измерений и съемок) с использованием нескольких видов выборки: произвольной выборки (каждое место и время одинаково вероятно, чтобы быть выбранным), систематической выборки (проводится согласно определенному правилу (например, через каждый 1 км)), упорядоченной (стратифицированной) выборки (когда известно, что генеральная совокупность содержит существенно различные подсовокупности) и совокупности вторичных данных, полученных из существующих карт, таблиц или других баз данных.

Важнейший элемент структуры любой пространственной информационной системы образуют цифровые базы данных, которые служат информационной моделью некоторой предметной области или территории. Состав подобной базы данных, способ представления данных и их отображение определяются проблемной ориентацией, наличием источников пространственной информации и используемыми техническими и программными средствами [3].

Географические данные о пространственных объектах могут быть представлены в разных видах: изображения, тексты, координаты и др. Совокупность цифровых данных о них образует множество пространственных данных и составляет содержание баз географических данных, которые должны отвечать следующим основным требованиям:

- быть согласованными по времени — хранящиеся данные должны соответствовать определенному времени, быть актуальными;
- быть полными — иметь достаточную подробность для решения поставленной задачи;
- быть позиционно точными и полностью совместимыми с другими данными, которые могут добавляться в данную базу данных;
- быть содержательно достоверными — правильно отражать характерные свойства (признаки) объектов;
- быть простыми в обновлении;
- быть доступными для пользователей.

Пространственные базы данных могут включать цифровые версии реально существующих объектов (например, здания), цифровые версии искусственно выделенных свойств карты (например, контуры или ареалы загрязнений) и искусственные объекты, созданные специально для целей построения базы данных (например, пиксели).

Подобные базы данных отличаются непрерывной изменчивостью, которая может быть представлена посредством величин измерений в некоторых характерных точках (например, метеостанции и посты), описаний профилей или разделения площади на контуры (зоны), принимая при этом, что некоторое значение свойства внутри контура (зоны) есть величина постоянная. Каждый из этих способов создает дискретные объекты, которые могут быть зафиксированы и классифицируются по виду их пространственной локализации: в точках, на линиях или площадях.

Точечные объекты характеризуются расположением в одной точке пространства, отсутствием пространственной протяженности и ширины, описываются одной парой координат.

Линейные объекты характеризуются протяженностью в пространстве (обладают длиной) и описываются парой координат (начальной и конечной координатами). Это объект, имеющий длину, состоящий из двух и более точечных объектов (одномерный объект).

Площадные объекты обладают пространственной протяженностью и шириной, при определении положения в пространстве их границей является линия, начинающаяся и заканчивающаяся в одной и той же точке. В настоящее время важную часть новых информационных технологий составляют специализированные пространственные информационные системы для работы с информацией об объектах и явлениях, для которых важную роль играет их положение, форма, взаиморасположение по отношению к другим объектами и явлениям в пространстве. Именно такие системы в основном принадлежат к классу геоинформационных систем.

Выявление географических объектов и явлений и последующий выбор адекватного представления данных о них являются составной частью процесса, именуемого проектированием базы данных.

В геоинформационных системах пользователь рассматривает реальный мир через призму тематической базы данных. Изменения и выборки, содержащиеся в базе данных, должны как можно полнее и точнее соответствовать предмету исследования и его основным характеристикам. Представление данных должно учитывать типы их возможных преобразований. В процессе проектирования базы данных для ГИС обычно выделяют три основных уровня: концептуальный, логический и физический.

Концептуальный уровень не зависит от имеющихся аппаратных и программных средств. Он связан с концептуальной моделью географических данных и включает: описание и определение рассматриваемых объектов; установление способа представления географических объектов в базе данных; выбор базовых типов пространственных объектов - точки, линии, ареалы, ячейки растра; решение вопроса о способе представления размерности и взаимосвязей реального мира в базе данных.

На концептуальном уровне создания базы данных рассматривается основополагающая проблема баз пространственных данных – представление в них реального мира. Для чего и создаются образы – модели действительности, назначение которых – создать подобие некоторых ее сторон. На основе этих моделей создаются карты и базы данных.

Различают три концептуальные модели пространственной информации, основанные на разных представлениях реальности, необходимых для ее интерпретации и анализа:

1. Объектно-ориентированная модель – данные представлены дискретно в виде отдельных объектов, покрывающих все пространство без пробелов. Эта модель подчеркивает индивидуальность явления и хорошо подходит для моделирования реальности, но при этом возникает проблема определения положения границы, особенно для природных объектов.

2. Линейно-узловая модель (или сетевая) – данные представлены в виде дискретных объектов, соединенных указателями. Используется, когда важно отображение связей между объектами и путей перемещения в пространстве. Примером применения подобной модели служат карты транспорта, транспортных потоков или гидрологической сети.

3. Модель географических полей - данные представлены в виде непрерывного распространения переменных, которые могут быть оценены в любой точке пространства с заданными координатами. Предназначена для исследования и отображения пространственных географических распределений. Действительно, некоторые географические данные меняются непрерывно, например, высота земной поверхности, атмосферное давление или температура воздуха. Такие модели дают возможность отображать на картах объекты и явления «сплошного» распространения, но они целиком зависят и от дискретности снятия отсчетов, и от выбранного метода интерполяции их семантического показателя.

Выбор концептуальной модели пространственной информации связан с видом ее приложений. Так, для решения транспортных задач и для природно-ресурсных приложений необходимы разные модели информации.

Логический уровень определяется имеющимися программными средствами и практически не зависит от технического обеспечения. Он включает разработку логической структуры элементов базы данных в соответствии с системой управления базой данных, используемой в программном обеспечении.

Физический уровень связан с аппаратными и программными средствами. На этом уровне определяются объемы хранимой в базе данных информации и необходимые объемы памяти компьютера (оперативной и долговременной), рассматриваются вопросы о структурировании файлов на диске или других носителях информации, для обеспечения программного доступа к ним, представлении данных в памяти компьютера.

Первый этап проектирования базы данных – отбор и определение включаемых в нее типов объектов, второй – поиск адекватных способов пространственного представления каждого типа объектов.

Описание множеств пространственных объектов, определяемых концептуальным представлением реального мира, для отображения их в цифровых базах данных называется моделью данных. Иными словами, под моделью данных понимаются правила, регулирующие преобразование реального географического разнообразия в набор дискретных объектов. Различают модели, основанные на растровом и векторном формате хранения данных.

В векторном формате хранения данных пространственные объекты представляются набором координатных пар, при этом описывается только «геометрия» объекта. Растровая модель — цифровое представление пространственных объектов и их непрерывных изменений в виде совокупности ячеек заданного размера — растра.

Качество данных и их точность чрезвычайно важны при создании баз и банков данных цифровых карт. Необходимо каждый раз рассматривать два аспекта: насколько правильно цифровые структуры, представляемые в базах данных, отражают реальность и насколько точно алгоритмы позволяют рассчитать истинные значения координат, характеристик или взаимосвязи реальных объектов.

Показатели качества данных установлены стандартами. Основными из которых являются позиционная точность и точность атрибутов, а также логическая непротиворечивость, полнота, происхождение, относящиеся к базе данных в целом.

Позиционная точность определяется как величина отклонения измеренных координат от их истинного значения. Точность координат по-разному определяют в растровом и векторном представлении. Так, точность растра зависит от размера его ячеек. Во избежание потери информации можно уменьшать ячейки, но при этом следует оценить, что будет представлять выбранная ячейка в заданном масштабе. В векторном формате координаты можно кодировать с любой степенью точности; она ограничена лишь возможностями внутреннего представления координат в памяти компьютера. Однако обычно на карте толщина линии отражает неопределенность положения объекта, поэтому тонкие линии в векторном формате дают ложное ощущение точности. В растровом формате эта неопределенность автоматически выражается размером ячейки, что и дает действительное представление о точности. Для проверки позиционной точности необходимо использовать независимый, более точный источник, например, карту более крупного масштаба, данные спутникового позиционирования, первичные данные съемки и т.д.

Точность атрибутов определяется их близостью к истинным характеристикам объекта (на данный момент времени). В зависимости от характера данных точность атрибутов может быть проанализирована разными способами. Для непрерывных атрибутов, моделирующих поверхности, оценивается погрешность измерений по этой модели. Для объектов, выделяемых в результате классификации, точность атрибутов выражается в оценках соответствия, определенности или правдоподобия. Наиболее сложны случаи, когда объекты представлены сочетаниями их атрибутов. Тогда оценку точности полезно выполнить, составив матрицу ошибок классификации. Для этого нужно выбрать ряд контрольных точек, определить в них класс по базе данных

(результаты классификации) и истинное значение класса на местности, заполнить матрицу соответствия. В идеале все точки должны располагаться на диагонали матрицы. Типы ошибок весьма разнообразны, поскольку каждый этап создания баз данных чреват теми или иными ошибками.

Погрешности встречаются и в картографических источниках – при цифровании они автоматически переносятся в базу данных. Это погрешности генерализации, несовмещения на границах листов, неточности проведения контуров, ошибки классификации. Те же неточности проявляются при дешифрировании аэро- и космических снимков. Многие ошибки обусловлены особенностями ручного ввода цифровых данных, который весьма утомителен, поэтому трудно долго сохранять высокое качество работы.

На весь набор данных влияют:

- ошибки регистрации, определения контрольных точек и преобразования координат, особенно когда неизвестна проекция исходного документа;
- ошибки обработки данных, неправильный логический подход, погрешности генерализации и интерпретации;
- математические ошибки;
- потеря точности представления из-за неточности вычислений;
- перевод векторных данных в растровый формат.

В базах данных обычно используют данные из разных источников с разной степенью точности, поэтому итоговая точность может оказаться очень низкой. В этом случае важна общая оценка пригодности полученной карты, а не сама точность совмещаемых атрибутов.

В заключении можно сказать, что наиболее надежный способ оценки качества баз данных, особенно при их многократном и многопользовательском применении, — хранение информации о точности в самой базе данных в виде метаданных.

Библиографический список

1. Прицепова, С. А. Системный подход к проблеме безопасности труда / С. А. Прицепова, О. А. Калачева // Естественные и технические науки. – 2012. – № 6(62). – С. 608-612. – EDN PUJXPH.

2. Калачева, О. А. Концепция безопасности человека в техносфере / О. А. Калачева // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022») : ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 98-100. – EDN IBWZCJ.

3. Калачева, О. А. Организация безопасности и охраны труда в ОАО "РЖД" / О. А. Калачева // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2013. – № 2. – С. 146-151. – EDN QZYUEZ.

УДК 331:45

ПОНЯТИЕ О ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Прицепова С.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье дан краткий анализ современного состояния геоинформационных систем и рассмотрены перспективные направлениях их развития на основе новых информационных технологий.

Ключевые слова: информационная сеть, интегрированные информационные системы, сбор, обработка, отображение.

Abstract. The article provides a brief analysis of the current state of geoinformation systems and discusses promising areas of their development based on new information technologies.

Keywords: information network, integrated information systems, collection, processing, display.

В конце XX – начале XXI веков информатизация и новые информационные технологии проникли во все сферы науки и практики — от школьного образования до государственной политики. Стремительный рост производительности персональных компьютеров и широкое распространение глобальных и корпоративных компьютерных сетей привели к формированию развитой информационной сети и необходимости использования новых информационных технологий в основных отраслях народного хозяйства. Пользователями новых информационных систем в настоящее время становятся и простые обыватели, а не только узкий круг специально подготовленных операторов и программистов [1].

Новые информационные технологии в сфере наук о Земле породили геоинформатику и геоинформационные системы (ГИС). По сути они представляют собой специализированные пространственные информационные системы для сбора, хранения, обработки (манипулирования), графического представления (визуализации), анализа и распространения информации об объектах и явлениях, которые имеют определенную привязку к позиции в пространстве и с информацией о тех явлениях и объектах, для которых важную роль играет их положение, форма или взаиморасположение по отношению к другим явлениям и объектам.

Одним из первых вопросов человека, незнакомого с геоинформационными системами, будет, вероятно, «а зачем мне это нужно?». Действительно, мы не пользуемся атласами и картами каждую минуту нашей жизни. К тому же информацию из разных источников мы и так получаем больше, чем иногда хотелось бы. И нужно ли ее еще и систематизировать? Но, если разобраться, то ГИС – это нечто большее, чем карта, перенесенная на компьютер. А приставка «гео» обозначает в данном случае не столько «пространственность» или «территориальность», а скорее – комплексность и системность, заложенные в геоинформационных системах. Геоинформационные системы – это технология, в значительной степени универсальная, быстро развивающаяся и захватывающая новые сферы жизни и деятельности [2].

В настоящее время существует множество определений геоинформационных систем. Эта особенность обусловлена тем, что исторически они развивались длительное время. По мере изменения и совершенствования ГИС менялись и их основные функции и свойства. Все это приводило к появлению новых определений ГИС, учитывающих их новые свойства и новые особенности [3].

ервые геоинформационные системы были созданы в Канаде, США и Швеции для изучения природных ресурсов в середине 1960-х годов, а сейчас в промышленно развитых странах существуют тысячи ГИС, используемые в экономике, политике, экологии, управлении и охране природных ресурсов, кадастре, науке и образовании и т.д. Они интегрируют картографическую информацию, данные дистанционного зондирования и экологического мониторинга, статистики и переписи, гидрометеорологические наблюдения, экспедиционные материалы, результаты бурения и др.

Впервые возникнув в рамках географических наук как специализированные или прикладные программные продукты, географические информационные системы в процессе своего развития и эволюции постепенно расширили объекты исследования и приложения. Ими стала не только география или географическая информация, а все процессы и явления, происходящие на земной поверхности, поэтому понятия «геоинформационная система» и «географическая информационная система» неравноценны: вторые являются частным случаем первых.

Геоинформационные системы имеют дело с пространственными данными, которые можно представить в виде картинки, их главные составные части – это взаимосвязанные исходные сведения (данные или документы), их графическое представление (картинка, карта, график и т.д.) и способы или методы перехода от одного к другому. Таким образом, пользовательская ГИС для какой-то территории или пространственного объекта – это визуализированная база данных первичных наблюдений, и, в тоже самое время, документированное графическое изображение.

К обязательным признакам ГИС относятся:

- географическая (пространственная) привязка данных;
- генерирование новой информации на основе синтеза имеющихся данных;
- отражение пространственно-временных связей объектов;
- обеспечение принятия решений;
- возможность оперативного обновления баз данных за счет вновь поступающей информации.

Если отойти от определений и ограничиться описанием, то геоинформационные технологии объединяют традиционные операции при работе с базами данных (такими, как запрос и статистический анализ), с преимуществами полноценного графического представления и пространственного анализа, которые предоставляет карта. Эти возможности отличают ГИС от других информационных систем и обеспечивают уникальность их применения в широком спектре задач, связанных с анализом и прогнозом явлений и событий окружающего мира, с осмыслением и выделением главных факторов и причин, а также их возможных последствий, с планированием стратегических решений и текущих последствий предпринимаемых действий.

Важно то, что любая правильная ГИС – это система открытая, включающая набор данных о каких-либо пространственных объектах, инструкции по получению этих данных, инструменты для их обработки, инструменты для преобразования их в изображение, хорошо организованные правила получения нужной информации из всей этой системы.

По сути, геоинформационные системы могут быть представлены и в аналоговой форме. Примером подобной «бумажной» ГИС может служить, например, карта железных дорог с объяснительной запиской, первичными отчетами об исходных данных (записи наблюдений, рисунки, фотографии, аналитические данные, данные замеров профилей пути и пр.); с соответствующей энциклопедией, где объясняется значение каждого термина и приводятся сведения о характеристиках используемых для составления карты объектов; методики обработки данных для конкретных практических или исследовательских целей и инструкции по составлению самой карты. Если сложить это в один пакет, придумать разумную систему ссылок на необходимую информацию и легкий доступ к ней, то получится хорошая геоинформационная система.

Однако в настоящее время под геоинформационными системами понимаются электронные (компьютерные) системы, которые оторвались от своей бумажно-наблюдательной основы и превратились в совершенно самостоятельную и независимую технологию.

Практически любая ГИС предоставляет набор различных средств, иногда огромный их арсенал, которые по желанию человека используются для выполнения различных функций.

По типу выполняемых функций и по режиму использования геоинформационные системы могут быть различны. Существуют системы, используемые для поддержки принятия оперативных решений и ориентированные на подготовку и оформление в заданном виде информации для последующего ее использования вне данной системы. От первых систем может потребоваться практически беспрерывно и быстро отвечать на запросы получения информации. Примером подобных геоинформационных систем могут служить системы, использующиеся в городском управлении внутренних дел, где с помощью электронной карты отображается текущее местонахождение патрульных машин. Функция системы в данном случае заключается в быстрых ответах на множественные частные вопросы, причем это могут быть запросы, ответ на которые требует определенного пространственного анализа. Во втором случае основной функцией системы является подготовка информации по определенному запросу в виде таблиц или карт.

Существуют различные ГИС, ориентированные на разнообразную проблемную тематику. Так, созданы специализированные земельные информационные системы (ЗИС), кадастровые (КИС), экологические (ЭГИС), учебные, морские и другие. Одни из наиболее распространенных — ГИС ресурсного типа. Они создаются на основе обширных и разнообразных по тематике информационных массивов и предназначены для инвентаризации, оценки, охраны и рационального использования ресурсов, прогноза результатов их эксплуатации.

По территориальному признаку, т.е. по сфере действия ГИС на тот или иной регион, вводят понятие территориального уровня использования ГИС. В России выделяют следующие территориальные уровни применения геоинформационных систем:

- Глобальный уровень – Россия на глобальном и евразийском фоне (масштаб 1:45 000 000 – 1 : 100 000 000);
- Всероссийский уровень – вся территория страны, включая прибрежные акватории и приграничные районы (масштаб 1 : 2 500 000 – 1 : 20 000 000);
- Региональный уровень – крупные и природные экономические регионы, субъекты федерации (масштаб 1 : 500 000 – 1:4 000 000);
- Локальный уровень – области, районы, национальные парки, ареал кризисных ситуаций (масштаб 1 : 50 000 – 1 000 000);
- Муниципальный уровень – города, городские районы, пригородные зоны (масштаб 1 : 50 000 и крупнее).

Как прикладные системы, ГИС не имеют себе равных по широте, т.к. применяются в транспорте, навигации, геологии, географии, военном деле, топографии, экономике, экологии и т.д. Широкие возможности применения ГИС для решения различных специальных задач способствовали интенсивному развитию тематического картографирования, что обеспечивает решение задач в разных отраслях при использовании интеграции данных на основе картографической информации. При этом следует подчеркнуть, что ГИС как системы массового пользования позволяют использовать картографическую информацию на уровне деловой графики, что делает их доступными не только специалисту-географу, а любому школьнику или бизнесмену. Именно поэтому применение ГИС-технологий не сводится к созданию карт, а лишь использует картографические данные для принятия решений во многих областях.

Основным назначением ГИС следует считать формирование знаний о процессах и явлениях на земной поверхности и применение этих знаний для решения практических задач во всех сферах человеческой деятельности.

ГИС в настоящее время представляют собой современный тип интегрированной информационной системы, применяемой в разных направлениях. Она отвечает требованиям глобальной информатизации общества и является системой, способствующей решению управленческих и экономических задач на основе средств и методов информатизации, т.е. способствующей процессу информатизации общества в интересах прогресса.

Как для системы, использующей базы данных, для ГИС характерен широкий набор данных, собираемых с помощью разных методов и технологий. При этом следует подчеркнуть, что они объединяют в себе как базы данных обычной (цифровой) информации, так и графические базы данных.

Как системы моделирования, ГИС используют максимальное количество методов и процессов моделирования, применяемых в других автоматизированных системах.

Как системы получения проектных решений, ГИС во многом используют методы автоматизированного проектирования и решают ряд специальных проектных задач, которые в типовом автоматизированном проектировании не встречаются.

Как системы представления информации, ГИС являются развитием автоматизированных систем документационного обеспечения с использованием современных технологий MultiMedia. Это определяет значительно большую наглядность по сравнению с обычными картами. Технологии представления данных позволяют оперативно получать визуальное представление картографической информации с различными нагрузками, переходить от одного масштаба к другому, получать атрибутивные данные в табличной или графовой формах.

Как интегрированные системы, ГИС являют собой пример современной интегрированной системы, созданной на основе интеграции технологий на основе технологий САПР и интеграции данных на основе географической информации, объединения различных методов и технологий в единый комплекс.

Основой создания ГИС служат так называемые инструментальные программно-технологические комплексы. В отличие от систем «под ключ» инструментальные допускают настройку под конкретные запросы пользователя, что может приводить к различию в организации структур данных, проектированию баз данных, функциональному назначению даже на базе родственных систем.

Инструментальные системы позволяют отображать различные данные, имеющие пространственную привязку и создавать интегрированные геоинформационные технологии, прикладные геоинформационные системы, цифровые картографические системы.

Основу процессов обработки информации в ГИС составляет цифровое моделирование. Использование такого типа моделирования позволяет осуществлять векторно-топологическое моделирование, буферизацию объектов, анализ сетей и т.д. ГИС как система и ее методология совершенствуются и развиваются, ее развитие осуществляется в следующих направлениях:

- развитие теории и практики информационных систем;
- изучение и обобщение опыта работы с пространственными данными;
- исследование и разработка концепций создания системы пространственно-временных моделей;
- совершенствование технологии автоматизированного изготовления электронных и цифровых карт;
- разработка технологий визуальной обработки данных;

- разработка методов поддержки принятия решений на основе интегрированной пространственной информации;

- интеллектуализация ГИС.

К недостаткам ГИС как информационной системы следует отнести слабые программно-технологические реализации по обработке данных и принятию решений при потенциально больших возможностях.

При создании ГИС главное внимание всегда уделяют выбору географической основы и базовой карты, которая служит каркасом для последующей привязки, совмещения и координирования всех данных, поступающих в ГИС, для взаимного согласования информационных слоев и последующего анализа с применением оверлея. В зависимости от тематики и проблемной ориентации ГИС в качестве базовых могут быть избраны следующие основы:

- карты административно-территориального деления;
- топографические и общегеографические карты;
- кадастровые карты и планы;
- фотокарты и фотопортреты местности;
- ландшафтные карты;
- карты природного районирования и схемы природных контуров;
- карты использования земель.

Все вышеперечисленное позволяет сделать вывод, что возможны и комбинации указанных основ, например, карт административно-территориального деления с топографическими или фотокарт с картами использования земель и т.п. В каждом конкретном случае выбор и дополнительная подготовка базовой карты (например, ее разгрузка или нанесение дополнительной информации) составляют центральную задачу этапа географо-картографического обоснования ГИС.

Проведенный анализ геоинформационных систем позволил выявить основные особенности и направления будущего развития. В первую очередь оно будет связано с широким распространением геопорталов, облачных сервисов и развитием систем сервисно-ориентированной архитектуры, которые позволят создавать распределенные ГИС различной направленности. Интеграция геоинформационных систем с быстро развивающимися системами дистанционного обучения резко увеличит возможности современных ГИС, позволяя в режиме реального времени актуализировать пространственную информацию. Особенно в области принятия важных решений.

Библиографический список

1. Калачева, О. А. Концепция безопасности человека в техносфере / О. А. Калачева //Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022»): ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 98-100. – EDN IBWZCJ.

2. Калачева, О. А. Организация безопасности и охраны труда в ОАО "РЖД" / О. А. Калачева // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2013. – № 2. – С. 146-151. – EDN QZYUEZ.

3. Прицепова, С. А. Системный подход к проблеме безопасности труда / С. А. Прицепова, О. А. Калачева // Естественные и технические науки. – 2012. – № 6(62). – С.608-612. – EDN PUJXPH.

УДК 622.6

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ДИЗЕЛЬНОЙ ТЯГИ ШАХТНОГО ПОДЗЕМНОГО ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Рябко К.А., Сгибнев И.Ю.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Представлены результаты исследований сравнительного анализа электрической и дизельной тяги шахтного подземного вспомогательного транспорта. Рассмотрен процесс преобразования энергии в силовых установках шахтного подземного вспомогательного транспорта, в том числе химической энергии топлива в тепловую и механическую или электрической в механическую, обеспечивающую движение локомотива, что сопровождается потерями на коэффициент полезного действия. Приведены общие коэффициенты полезного действия шахтной электрической и дизельной тяги вспомогательного транспорта. С целью сравнительного анализа электрической и дизельной тяги шахтного подземного вспомогательного транспорта предложен ряд критериев, таких как: удельная стоимость перевозок, коэффициент использования мощности локомотива, величина выполненной работы и производительность локомотива.

Ключевые слова: шахтный подземный вспомогательный транспорт, дизелевоз, аккумуляторный электровоз, коэффициент полезного действия, удельная стоимость перевозок, коэффициент использования мощности локомотива, величина выполненной работы, производительность локомотива.

Abstract. The results of studies of a comparative analysis of electric and diesel traction of mine underground auxiliary transport are presented. The process of energy conversion in the power plants of mine underground auxiliary transport, including the chemical energy of the fuel into thermal and mechanical or electrical energy into mechanical energy, which ensures the movement of the locomotive, is considered, accompanied by losses in the efficiency factor. The general efficiency factors of mine electric and diesel traction of auxiliary transport are given. For the purpose of a comparative analysis of electric and diesel traction of mine underground auxiliary transport, a number of criteria have been proposed, such as the unit cost of transportation, the locomotive power utilization factor, the amount of work performed and the locomotive productivity.

Keywords: mine underground auxiliary transport, diesel locomotive, battery electric locomotive, efficiency, unit cost of transportation, locomotive power utilization factor, amount of work performed, locomotive productivity.

Добыча полезных ископаемых характеризуется большими объемами грузопотока и интенсивностью отгрузки. Шахтные транспортные системы являются неотъемлемой производственной цепочкой подземной добычи полезных ископаемых. Объемы работ подземных транспортных комплексов составляют до 30 %, а в некоторых случаях до 50 % общей трудоемкости работ на горных предприятиях [1]. Это обусловлено в первую очередь значительной протяженностью горных выработок, которая может составлять несколько десятков километров. Шахтный подземный транспорт в зависимости от перевозимого груза подразделяется на основной (предназначенный для перевозки горной массы) и вспомогательный (предназначенный для транспортировки по горным выработкам рабочих и обслуживающего персонала, вспомогательного оборудования, материалов и др.).

Особое место в шахтных подземных транспортных системах занимает вспомогательный транспорт, который отличается от основного менее явно выраженной цикличностью, особыми условиями эксплуатации и повышенными требованиями безопасности. Вспомогательный шахтный транспорт подразделяется на: локомотивный напочвенный, монорельсовый или канатный. По видам тяги его можно классифицировать на: автономный с дизельной тягой – дизелевозы; полуавтономный – с аккумуляторной, пневматической или гиротягой; неавтономный с электрической тягой – электровозы. Наибольший интерес среди исследователей вызывает наземный и шахтный вспомогательный транспорт с дизельной и электрической тягой [2-5]. Это обусловлено необходимостью разработки универсальных методик по оценке эффективности различных видов тяги шахтного вспомогательного транспорта, а также наукоемкостью современных тяговых средств.

Целью данного исследования является научно обоснованный сравнительный анализ электрической и дизельной тяги шахтного подземного вспомогательного транспорта.

Процесс преобразования энергии в силовых установках шахтного подземного вспомогательного транспорта, в том числе химической энергии топлива в тепловую и механическую или электрической в механическую, обеспечивающую движение локомотива, сопровождается потерями. В данном случае потери энергии при её преобразовании в тяговом приводе оцениваются коэффициентом полезного действия, который в широком смысле представляет собой отношение количества мощности на выходе привода (полезная) к мощности силовой установки на входе в тяговый привод (затраченная). Если тяговый привод шахтного локомотива, преобразующий и передающий энергию, состоит из нескольких последовательных звеньев, то общий КПД локомотива может быть определён как произведение коэффициентов отдельных звеньев.

Применительно к дизелевозам с дизельными двигателями внутреннего сгорания полезной работой можно считать работу по перемещению дизелевоза с грузом на определённое расстояние в горной выработке, а затраченной – работу, которая производится при сгорании дизельного топлива в двигателе за тот же период времени. Относительно электровозов при выполнении оценки потерь энергии необходимо анализировать всю цепочку преобразования и передачи энергии от электростанции до перемещения конкретного электровоза по горной выработке.

Рассмотрим составляющие КПД шахтного локомотива с дизельным двигателем. Тяговый привод, обеспечивающий перемещение дизелевоза по горной выработке, включает в себя несколько звеньев тяговой энергетической цепи: дизельный двигатель, гидравлическая передача, механический редуктор и приводные колеса. Учитывая значительное разнообразие типов тяговых приводов с первичной силовой установкой внутреннего сгорания, возможна и другая комбинация агрегатов тяговой энергетической цепи. Но для решения поставленной задачи достаточно рассматривать простейший набор элементов в цепи передачи мощности шахтного дизелевоза.

КПД дизельного двигателя зависит от многих параметров [6; 7]. Например, следует учитывать неполное сгорание топлива (потери от которого составляют порядка 20%), тепловые потери (составляют около 35%), потери на коэффициент трения, дополнительный отбор мощности на агрегаты собственных нужд, также значительное влияние оказывает режим работы и т. п. [8].

Передачу движения от двигателя к приводным колёсам обеспечивает тяговый привод, в среднем КПД тягового привода составляет 80%. На основании вышеизложенного, суммарный КПД дизелевоза на приводных колесах составляет не более 25%.

Выполним анализ КПД шахтного локомотива с электрическим приводом. Коэффициент полезного действия электровоза складывается из параметров: КПД электростанции, на которой вырабатывается электроэнергия, используемая локомотивом; КПД трансформаторных подстанций; КПД электросетей и зарядного устройства, обеспечивающего зарядку аккумулятора шахтного аккумуляторного электровоза и потерь энергии непосредственно в самом электровозе при ее передаче от аккумулятора к приводным колёсам.

КПД электростанции зависит от ее вида, а также от перечня оборудования, преобразующего энергию. В России распространены тепловые электростанции. Следующий параметр, влияющий на КПД электровоза, КПД трансформаторных подстанций, которые повышают напряжение для его передачи на большие расстояния с наименьшими потерями, а затем его понижают для подачи в сети горного предприятия. В сетях конечного потребителя – зарядной станции – величина напряжения снижается до 380 В или 660 В. Соответственно, подстанций на пути энергии к потребителю порядка трёх. Каждая из них имеет КПД около 98%. Также существуют потери на высоковольтной линии.

Для зарядки тяговых батарей применяют зарядные устройства типов ЗУК, УЗА, ЗУТ-Г. КПД зарядных устройств для кислотных, щелочных или литий-ионных аккумуляторов варьируется от 30% до 80%. В настоящее время зарядные устройства для шахтных электровозов весьма технологичны, поэтому их КПД можно принять около 75%. При зарядке аккумулятора существуют потери на протекание электрохимических процессов и нагрев. Эти потери зависят, в первую очередь, от тока зарядки и электрохимической системы [9; 10].

В качестве электромеханических преобразователей в передаче мощности шахтного электровоза используются тяговые электродвигатели, имеющие КПД 85…95% в зависимости от типа двигателя.

Соответственно, потери в основных элементах тяговой энергетической цепи передачи энергии от её выработки на электростанции до приводных колёс шахтного электровоза можно выразить через коэффициент полезного действия отдельных звеньев:

- КПД электростанции 35…43%;
- КПД трансформаторных подстанций 95…98%;
- КПД линий электропередач 90%;
- КПД зарядного устройства для аккумуляторных батарей 75%;
- КПД аккумуляторной батареи до 90%;
- КПД тягового электродвигателя шахтного электровоза до 95%;
- КПД механической передачи к приводным колесам шахтного электровоза 97%.

Общий коэффициент полезного действия шахтной электрической тяги можно записать в следующем виде:

$$\eta_{эт} = \eta_{эс} \cdot \eta_{тп} \cdot \eta_{лэп} \cdot \eta_{зу} \cdot \eta_{аб} \cdot \eta_{эд} \cdot \eta_{мп},,$$

где $\eta_{эт}$ – КПД шахтной электрической тяги;
$\eta_{эс}$ – КДП электростанции;
$\eta_{тп}$ – КПД трансформаторных подстанций;
$\eta_{лэп}$ – КПД линии электропередачи;
$\eta_{зу}$ – КПД зарядного устройства;
$\eta_{аб}$ – КПД аккумуляторной батареи;
$\eta_{эд}$ – КПД приводного электродвигателя;
$\eta_{мп}$ – КПД механической передачи к приводным колесам.

Соответственно, КПД электровоза на приводных колесах будет составлять не более 24%.

Выполненный анализ свидетельствует, что шахтные дизелевозы и электровозы имеют практически одинаковую эффективность. Выполнить оценку эффективности электрической и дизельной тяги шахтного подземного вспомогательного транспорта по данным параметрам весьма затруднительно. Для более глубокого анализа можно использовать дифференциальные уравнения [11; 12], но их применение требует наличия зависимостей изменения параметров звеньев энергетической цепи. В некоторых случаях требуется выполнение обобщенной поверхностной сравнительной оценки видов тяги шахтных локомотивов.

Выполнять сравнительный анализ электрической и дизельной тяги шахтного подземного вспомогательного транспорта можно по нескольким критериям. В данном случае предлагается несколько критериев сравнительного анализа электрической и дизельной тяги шахтного подземного вспомогательного транспорта: удельная стоимость перевозок, коэффициент использования мощности локомотива, величина выполненной работы и производительность локомотива.

Удельная стоимость перевозок вспомогательным шахтным транспортом для дизелевозов может быть выражена:

$$C_д = \frac{B_c \cdot C_{дт}}{t_p}, \frac{кг \cdot руб}{час},$$

где B_c – расход дизельного топлива за смену, кг;

$C_{дт}$ – стоимость дизельного топлива, руб.;

t_p – время работы локомотива за смену, ч.

Удельная стоимость перевозок шахтными электровозами может быть представлена в следующем виде:

$$C_э = \frac{W_c \cdot C_э}{t_p}, кВт \cdot руб,$$

где W_c – затраченная электрическая мощность за смену, кВт·ч;

$C_э$ – стоимость электроэнергии, руб.

Коэффициент использования мощности тягового привода представим следующим выражением:

$$K_{N_{пр}} = \frac{N_в + N_{пут}}{N_т},$$

где $N_в$ – мощность, затраченная локомотивом на преодоление сопротивления воздуха, кВт;

$N_{пут}$ – мощность, затраченная на преодоление сопротивления пути, кВт;

$N_т$ – тяговая мощность шахтного локомотива, кВт.

Учитывая, что скорость движения шахтных локомотивов не превышает 15 км/ч, и то, что при данных скоростях сопротивление движению от трения воздуха незначительно, параметром $N_в$ можно пренебречь.

Для определения величины выполненной работы шахтными локомотивами с дизельной и электрической тягой необходимо изначально определить удельную тяговую мощность локомотива:

$$N_{уд}=N_{тяг}/Q, кВт/т,$$

где $N_{тяг}$ – тяговая мощность локомотива, кВт;

Q – масса груза, перевозимого дизелевозом или электровозом, т.

Соответственно величина выполненной работы локомотивами:

$$A=N_{тяг}\cdot t,\ кВт\cdot ч,$$

где t – время работы локомотива, ч.

Тогда удельная работа шахтного локомотива независимо от типа тяги может быть представлена:

$$A_{уд}=N_{уд}/t.$$

В качестве универсального критерия сравнения различных видов тяги можно использовать производительность локомотива, которая характеризует общий итог эксплуатации шахтных локомотивов в зависимости от видов выполняемой работы. Данный параметр можно представить следующей зависимостью:

$$P_{л} = Q \cdot S \cdot k_{пр},$$

где Q – масса состава дизелевоза или электровоза, т;

S – пройденный путь шахтным локомотивом с составом, км;

$k_{пр}$ – коэффициент производительности локомотива.

Коэффициент производительности локомотива запишем в следующем виде:

$$k_{пр} = \beta \cdot l \cdot q,$$

где β – коэффициент пробега шахтного локомотива;

l – запас хода электровоза или дизелевоза, км;

q – грузоподъемность локомотивов, т.

Коэффициент пробега шахтного локомотива представим следующим выражением:

$$\beta = \frac{S_{гр}}{\sum S},$$

где $S_{гр}$ – путь, пройденный локомотивом с грузом, км;

$\sum S$ – общий пройденный путь локомотивом за смену как с грузом, так и без, км.

Приведенные критерии сравнительного анализа электрической и дизельной тяги шахтного подземного вспомогательного транспорта можно будет учитывать при разработке рекомендаций и комплексных мероприятий, направленных на повышение топливно-энергетической эффективности эксплуатации шахтных локомотивов с электрической и дизельной тягой.

Таким образом, при выполнении сравнительного анализа электрической и дизельной тяги шахтного подземного вспомогательного транспорта для дизелевозов полезной работой можно считать работу по его перемещению с грузом на определённое расстояние в горной выработке, а затраченной – работу, которая производится при сгорании дизельного топлива в двигателе за тот же период времени. Относительно электровозов при выполнении оценки потерь энергии необходимо анализировать всю цепочку преобразования и передачи энергии от электростанции до перемещения конкретного электровоза по горной выработке. Установлено, что в среднем КПД дизелевоза на приводных колесах составляет не более 25%, а КПД электровоза на приводных колесах будет составлять не более 24%. Выполненный анализ свидетельствует, что шахтные дизелевозы и электровозы имеют практически одинаковую эффективность. Для выполнения сравнительного анализа электрической и дизельной тяги шахтного подземного вспомогательного транспорта предлагаются следующие критерии: удельная стоимость перевозок, коэффициент использования

мощности локомотива, величина выполненной работы и производительность локомотива.

Библиографический список

1. Арефьев, Е. М. Определение диапазона частот настройки виброочистителей шахтных ленточных конвейеров / Е. М. Арефьев, А. П. Кирьян // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2019. – № 3(17). – С. 3-7. – EDN LPOIZL.

2. Pieczora, E., Tokarczyk, J. Development of mine underground transportation with use of suspended monorails // Mining – Informatics, Automation and Electrical Engineering. 2017 No. 4(532). P. 96–106.

3. Research on the Influence of Dynamic Load on Suspended Monorail / N. V. Vodolazskaya // Applied Mechanics and Materials. – 2016. – Vol. 830. – P. 23-29. – DOI 10.4028/www.scientific.net/AMM.830.23. – EDN VZVGPB.

4. Малахова, В. В. Реализация метода определения спектрального состава акустического шума, создаваемого дисковыми тормозами подвижного состава в процессе торможения / В. В. Малахова, О. В. Малахов // Информационные системы и технологии в моделировании и управлении : сборник трудов VI Международной научно-практической конференции, Ялта, 24–26 мая 2021 года / Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Гуманитарно-педагогическая академия (филиал). – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2021. – С. 107-111. – EDN ZADORO.

5. Ульянов, В. В. Каким должен быть в угольных шахтах вспомогательный транспорт / В. В. Ульянов, А. В. Ремезов // Фундаментальные научные исследования: теоретические и практические аспекты : сборник материалов Международной научно-практической конференции, Кемерово, 25–26 мая 2016 года / Западно-Сибирский научный центр. – Кемерово: Общество с ограниченной ответственностью "Западно-Сибирский научный центр", 2016. – С. 40-70. – EDN WEOXQZ.

6. Малахова, В. В. К вопросу выбора узлов автомобиля, подлежащих модернизации, с учетом критерия повышения надежности автомобиля / В. В. Малахова, О. В. Малахов // Вестник Луганского национального университета имени Владимира Даля. – 2019. – № 6(24). – С. 171-175. – EDN ZGVEWO.

7. Alexandrov, V. I. Effective Power and Speed of Mining Dump Trucks in Fuel Economy Mode / V. I. Alexandrov, M. A. Vasilyeva, V. Y. Koptev // Journal of Mining Institute. – 2019. – Vol. 239. – P. 556-563. – DOI 10.31897/PMI.2019.5.556. – EDN NAOMBD.

8. Вахламов, В. К. Автомобили : эксплуатационные свойства : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автомобили и автомоб. хоз-во" направления подгот. дипломир. специалистов "Эксплуатация назем. трансп. и трансп. оборудования" / В. К. Вахламов ; В. К. Вахламов. – Москва : Academia, 2005. – (Высшее профессиональное образование. Транспорт). – ISBN 5-7695-1978-9. – EDN QNSEGH.

9. Обзор конструкций тяговых аккумуляторных батарей, применяемых на шахтных электровозах / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко, В. А. Захаров // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2020. – № 2. – С. 109-118. – DOI 10.21440/0536-1028-2020-2-109-118. – EDN YMLFKJ.

10. Гутаревич, В. О. Исследование условий работы аккумуляторных батарей локомотивов / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, В. А. Захаров // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2020. – № 56. – С. 95-102. – EDN MYHGMT.

11. Рябко, К. А. Обоснование технико-экономических показателей шахтных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко, В. О. Гутаревич // Горные науки и

технологии. – 2021. – Т. 6. – № 2. – С. 136-143. – DOI 10.17073/2500-0632-2021-2-136-143. – EDN SIQVNJ.

12. Рябко, К. А. Комплексный показатель оценки эффективности различных видов тяги шахтных подвесных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко // Горная энергомеханика и автоматика : Материалы XXI Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию ДонНТУ, Донецк, 27–29 октября 2021 года. – Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2021. – С. 37-42. – EDN ILBLXN.

УДК 629.33

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОЧИСТКИ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Сафонова Н.М., Богданова Л.Н.
ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Аннотация. Для обеспечения безопасности движения различных транспортных средств немаловажным является осуществление своевременного процесса очистки поверхности движения указанных транспортных средств от нежелательных загрязнений. В статье рассматриваются вопросы удаления резины со взлетно-посадочной полосы аэропорта и очистки иных твердых отложений современными системами.

Ключевые слова: безопасность движения, транспортное средство, поверхность, очистка, технология.

Abstract. To ensure the safety of the movement of various vehicles, it is important to carry out a timely process of cleaning the surface of the movement of these vehicles from unwanted contaminants. The article deals with the issues of removing rubber from the airport runway and cleaning other solid deposits with modern systems.

Keywords: traffic safety, vehicle, surface, cleaning, technology.

С каждым годом все больше и больше людей во всем мире используют не только автомобильный и железнодорожный, но и авиационный транспорт в качестве средства передвижения. Администраторы аэропортов, давно поняв эту тенденцию, пытаются увеличить объемы авиаперевозок, модернизируя не только средства доставки пассажиров к месту назначения, но и средства обслуживания аэропортов.

Сегодня более чем когда-либо руководство аэропорта ищет способы максимально эффективно использовать каждую единицу оборудования, приобретаемого для аэропорта. В связи с необходимостью содержать взлетно-посадочные полосы, перроны, перроны и посадочные площадки в аэропортах свободными от мусора и других посторонних предметов, а также в связи с растущим давлением со стороны экологических норм, требующих от аэропортов устранения стока противогололедной жидкости [3; 9], аэропорты покупают все больше и больше соответствующего оборудования. При этом выполняемые работы должны выполняться всё быстрее и всё эффективнее, что делает время чрезвычайно ценным для всех видов деятельности, осуществляемых персоналом аэропорта [1].

Одним из важнейших элементов при эксплуатации авиационного транспорта является скоротечный процесс взлёта и посадки воздушных судов. Однако такому

скоротечному процессу предшествует долгая и кропотливая работа по подготовке транспортной инфраструктуры (как подъездных путей [6; 7] и окружающей аэропорт местности [5; 8; 10; 11], так и непосредственно взлетно-посадочной полосы) к безопасному указанному процессу.

Одной из проблем взлета и посадки является следующее. Когда самолеты приземляются на взлетно-посадочной полосе, шины самолета обычно скользят по ее поверхности на определенное расстояние, при этом часть резины шин оседает на поверхности взлетно-посадочной полосы, а также приклеивается к ней. В течение определенного периода времени этот слой резины может накапливаться и как следствие представлять угрозу безопасности транспортным единицам. Соответственно с целью обеспечения безопасности полетов целесообразно удалять указанный нежелательный резиновый слой через определенные промежутки времени [2].

Такое накопление резины особенно заметно там, где есть рифленая бетонная взлетно-посадочная полоса. Канавки, прорезаемые поперек направления посадки самолетов для улучшения сцепления между шинами самолета и взлетно-посадочной полосой, со временем заполняются резиной от шин самолетов, а также откладываются вообще на всей поверхности взлетно-посадочной полосы.

Для удаления резины со взлетно-посадочной полосы аэропорта и очистки твердых отложений успешно применяется машина Cyclone Technology, смонтированная на базе внедорожника Ford [13]. Моющая головка Cyclone обеспечивает высокоскоростное движение воздуха для практически мгновенного сбора отходов и воды при отсутствии необходимости во внешней вакуумной системе. Разработанная технология очистки позволяет извлекать 95% воды при устранении стока сточных вод. Твердые отходы извлекаются и отделяются для надлежащей обработки или переработки. Этот процесс обеспечивает более экономичное удаление воды с очищаемой поверхности, чем удаление резины или мойка под давлением с внешним вакуумом, что делают многие конкуренты данной машины (рис. 1).

Рис. 1 – Машина Cyclone Technology

Система водоструйной очистки Stripe Hog, смонтированная на шасси грузового автомобиля Mercedes [4], предназначена не только для удаления резины со взлетно-посадочной полосы, но и для удаления разметки с дорожного покрытия, удаления отвердителя с нового бетона, восстановления и очистки дорожной разметки, подготовки поверхности перед нанесением новой разметки, очистки от масла, остатков струйной очистки и смазки с рулежных дорожек и зоны выхода на посадку [14]. Предложенный производителем уровень универсальности и достигаемой

производительности (около 3700 м^2 /час) позволяет легко адаптировать данную систему к потребностям конкретного аэропорта в обслуживании дорожного покрытия (рис. 2).

Рис. 2 – Система водоструйной очистки Stripe Hog

Самым популярным свойством Stripe Hog является его способность удалять разметку аэропорта и резину взлетно-посадочной полосы с асфальта и бетона, не нанося при этом значительного ущерба поверхности. Stripe Hog работает только с чистой водой – без химикатов или добавок, что сводит к минимуму воздействие на окружающую среду.

В целом подобные системы в современном мире достаточно популярны, а основоположником таких систем по праву считается компания Jetting Systems (Великобритания), являющаяся специализированным производителем средств для удаления резины со взлетно-посадочной полосы аэропортов (в том числе – с линий разметки) и предлагающая линейку транспортных средств для удаления резины Osprey. Ещё в 1992 году основатель фирмы, Саймон Карлинг, для повышения безопасности взлёта и посадки воздушных судов спроектировал и воплотил на практике первую в мире установку для удаления резины со взлетно-посадочной полосы, установленную на грузовом автомобиле и сочетающую в себе комбинированную водоструйную и вакуумную системы (рис. 3, а).

Рис. 3 – Установки для удаления резины со взлетно-посадочной полосы

В настоящее время управляемая компьютером чистящая головка Osprey обеспечивает стабильную и точную работу, удаляя резину на взлетно-посадочной полосе, сводя к минимуму воздействие на окружающую среду и утомляемость водителя. Это обеспечивается компьютерным управлением чистящей системы с минимальным человеческим управляющим воздействием. Точность воздействия на элементы резины достигает до ±0,5 мм при работе в любых условиях (от -6°С до +50°С). Отдельное внимание уделено разработчиками экологической составляющей процесса очистки: без химикатов и абразивов, способных в той или иной степени

загрязнить окружающую среду. Эргономическая качественная составляющая созданного транспортного средства позволяет оператору машины работать с достаточным уровнем комфорта благодаря хорошей амортизации вибрирующих рабочих органов. Чистящие головки с гидравлическим приводом позволяют выполнить очистку территории за непродолжительное время, при этом компьютерное управление позволяет регулировать ширину очистки из кабины оператора.

В случае необходимости данное транспортное средство может быть выдвинуто на объект менее чем за одну минуту, при этом система обеспечивает линейную производительность 4000 м^2/ч.

Osprey использует водяной насос сверхвысокого давления Uraca, который подает воду под давлением до 2800 бар на вращающуюся чистящую головку и направляет поток воды, подобный лазеру, на поверхность взлетно-посадочной полосы через сопла. Резина или краска постепенно удаляются с поверхности по мере того, как струйная головка вращается и перемещается по поверхности. Затем вода и резина удаляются из головки под вакуумом в бак для мусора (рис. 4).

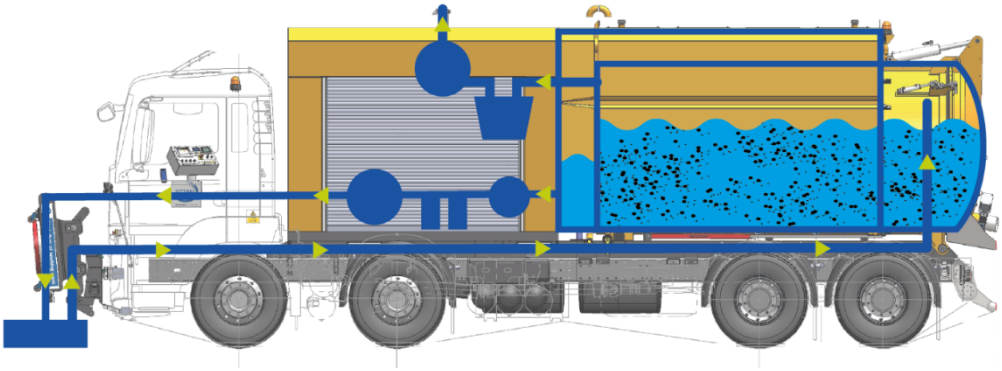


Рис. 4 – Схема транспортного средства для удаления резины Osprey

Отметим, что кроме вышеуказанных систем производители и конструкторы предлагают также системы малой производительности, предусматривающие более активное участие человека в процессе очистки взлетно-посадочной полосы. Так, китайская компания машинного оборудования Qingdao Dexu [12] предлагает оборудование для очистки тормозной дорожки взлетно-посадочной полосы аэропорта со скоростями работы от 0 до 1,8 км/ч и шириной обработки 350 мм или 600 мм. Мощность применяемого двигателя составляет 7,5 кВт, а быстроизнашивающиеся части изготовлены из материалов с высоким содержанием хрома и не наносят вреда ни дорожному покрытию, ни в целом окружающей среде (рис. 5).

Рис. 5 – Оборудование для очистки тормозной дорожки Qingdao Dexu

С учётом вышеизложенного, можно сделать следующий вывод. Мировые производители уделяют достаточно большое внимание безопасности движения современных транспортных средств, предлагая заинтересованным потребителям высоко- и малопроизводительные средства очистки поверхности движения указанных транспортных средств от нежелательных загрязнений.

Библиографический список

1. Дзотцоев, А. А. Оптимизация площади взлетно-посадочной полосы / А. А. Дзотцоев, Ю. С. Кан, П. К. Шахлевич // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. – 2007. – № 6. – С. 44-48. – EDN IBJVXR.

2. Кустарев, Г.В. Анализ образования резинового наката на поверхности взлетно-посадочной полосы / Г.В. Кустарев, А.М. Рыжова // Вестник Московского автомобильно-дорожного института (государственного технического университета). – 2009. – № 2(17). – С. 24-28. – EDN LABRWN.

3. Минаков, Д.Е. Вопросы обеспечения безопасности движения подвижного состава в зимний период / Д.Е. Минаков, А.А. Платонов, М.А. Платонова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – Т. 2. – № 3-1(8-1). – С. 291-296. – EDN SHAVOJ.

4. Платонов, А.А. Анализ энергетических характеристик двигателей автомобильной техники на комбинированном ходу / А.А. Платонов, А.Ю. Коверина //Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2013. – № 5. – С. 212-215. – EDN RAQODT.

5. Платонов, А.А. Исследование и систематизация существующих технологических процессов удаления нежелательной растительности / А.А. Платонов //Системы. Методы. Технологии. – 2020. – № 3(47). – С. 63-73. – EDN CWIFZA.

6. Платонов, А.А. Особенности организации безопасного движения специального самоходного подвижного состава / А.А. Платонов, М.А. Платонова //Воронежский научно-технический Вестник. – 2014. – Т. 3. – № 2(8). – С. 80-86. – EDN SEENHN.

7. Платонов, А.А. О местах воздействия на нежелательную растительность при её удалении с территорий транспортных инфраструктур / А.А. Платонов // В сборнике: Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Материалы XVII Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор Ю.М. Авдеев. 2019. С.216-218. – EDN YKPBZG

8. Платонов, А.А. Специализированные машины обеспечения работ по удалению растительности на территориях инфраструктурных объектов / А.А. Платонов // Актуальные проблемы современного транспорта. – 2021. – № 2(5). – С. 5-11. – EDN AZJGFI.

9. Сулейманов, Р.Я. Очистка гололеда с дорожных поверхностей и взлетно-посадочных полос / Р.Я. Сулейманов // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2017. – № 1(33). – С. 42-49. – EDN YIJIYL.

10. Ersson B.T. Analysis of the information content of tenders for the removal of unwanted vegetation / B.T. Ersson, A. Platonov, S.V. Zimarin // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. «International Forestry Forum «Forest Ecosystems as Global Resource of the Biosphere: Calls, Threats, Solutions»» 2020. С.012022. – EDN KZMSOU.

11. Platonov, A.A. Modern state of technical means to remove uncontrolled vegetation / A.A. Platonov // Lesnoy Vestnik. Forestry Bulletin. – 2021. – Vol. 25. – № 1. – pp. 115-122. – EDN FMPPNC.

12. Airport Runway Brake Track Cleaning Equipment // Focus Technology [сайт] [2022]. – URL: https://dexumachine.en.made-in-china.com/product/ jBsQONFddiRX/China-Airport-Runway-Brake-Track-Cleaning-Equipment-with-Dust-Collector.html (дата обращения: 12.10.2022)

13. Airport Runway Rubber and Paint Removal // Airport Suppliers [сайт] [2022]. – URL: https://www.airport-suppliers.com/supplier/cyclone-technology (дата обращения: 15.10.2022)

14. The stripe hog for runway rubber removal // Hog Technologies [сайт] [2022]. – URL: https://thehog.com/equipment/rubber-and-paint-removal/applications/ runway-rubber-removal.html (дата обращения: 7.10.2022)

УДК 621. 86

ПРЕДЛОЖЕНИЕ НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Семеноженков В.С.[1], Семеноженков М.В.[2]

[1]*Филиал РГУПС в г. Воронеж*

[2]*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»*

Аннотация. Предлагается новая конструкция электромеханического привода раздвижных дверей с аккумулятором механической энергии, в которой исключена необходимость выведения дверей из крайних положений с помощью электродвигателя или пассажиров, значительно повысится качество услуг пассажирам. Приведены зависимости, определяющие кинетостатические параметры устройства, а также методика выбора пружины аккумулятора.

Ключевые слова: привод, конструкция, аккумулятор, пружина, дверь.

Abstract. A new design of an electromechanical sliding door drive with a mechanical energy accumulator is proposed, in which the necessity of removing the doors from their extreme positions by means of an electric motor or passengers is eliminated, the quality of passenger services will be significantly improved. The dependencies determining the kinetostatic parameters of the device are given, as well as the methodology of the accumulator spring selection.

Keywords: actuator, design, accumulator, spring, door.

Выбор типа привода для конструкций раздвижных дверей магазинов, лифтов, вагонов электричек, автомобилей и других видов техники является одной из приоритетных задач при создании новых изделий. Актуальность этой проблемы возросла в связи с последними событиями распространения коронавируса COVID-19.

По данным одной из недавно появившихся работ, на отказы привода вагонными дверями приходится около 50 % всех неисправностей поездов в странах Европы [1]. Сходные проблемы свойственны и для конструкций других типов раздвижных дверей. Для конструкций лифтов ситуация усугубляется тем, что скорости их подъема и опускания достигли предела и их увеличение невозможно из-за плохой переносимости пассажирами перегрузок [2]. Один из авторов журнала «Наука и жизнь» считает, что повышение быстроты перевозок возможно лишь за счет ускорения раскрытия и закрытия дверей [2].

Наиболее распространенным в конструкциях электричек является механизм открытия и закрытия дверей с пневматическим приводом, обеспечивающим высокое

быстродействие. Однако необходимость в развитой системе трубопроводов, мощных компрессорах, ресиверах в каждом вагоне, чувствительность к конденсату и различным загрязнениям привели к тому, что в большинстве случаев, при проектировании новых и модернизации эксплуатируемых вагонов предпочтение отдается электромеханическому приводу, который монтируется на направляющей, расположенной над дверным проемом [1; 3]. Привод содержит приводимые в движение с помощью мотор редуктора каретки с роликами, перемещающимися по направляющим, фиксаторы крайних положений дверей. Основные преимущества электромеханического привода заключаются в простоте конструкции, монтажа, управления и обслуживания.

При открытии или закрытии двери в момент строгания ее с места из крайних положений двигателю необходимо преодолеть так называемый статический момент сопротивления движению каретки. Т.к. в крайних положениях дверь находится наиболее длительное время, то в этих позициях под действием сил тяжести и сил инерции на ролики при вибрации транспортного средства во время движения на направляющих образуются локальные углубления, ролики также приобретают остаточные деформации. Выведение роликов из этих положений требует усилий, зачастую многократно превосходящих силы, необходимые для перемещения двери в промежуточных положениях. Кроме того, необходимы дополнительные силы для освобождения от фиксаторов дверей в крайних позициях и преодоления сил инерции разгона. Поэтому пусковые моменты на двигателе значительно превышают номинальные значения, что приводит к снижению надежности привода и уменьшению его быстродействия.

Разработано техническое решение конструкции электромеханического привода раздвижной двери с аккумулятором механической энергии, в которой исключена необходимость преодоления двигателем привода нагрузок при строгании двери с места во время выведения дверей из крайних положений [3]. Предлагаемая конструкция обеспечивает также необходимое быстродействие.

Конструктивная схема привода двери представлена на рис. 1 и 2.

Согласно рис. 1, выведение двери 1 из крайних положений, а также торможение в любом промежуточном положении с последующим разгоном в исходную позицию осуществляется с помощью пружины 2, имеющей опоры 3, 4 и размещенной в трубе 5. В свою очередь труба 5 установлена с возможностью перемещения вдоль оси трубы 6 равной с ней длины и закрепленной на двери 1. Торцы 7, 8 трубы 5 и торцы 9, 10 трубы 6 являются опорами пружины 2. Опорами пружины 2 являются также упоры 11, 12 кронштейна 13, укрепленного на проеме двери 1. На дверном проеме укреплен электромагнитный фиксатор 14, ответная часть которого выполнена в виде стальной планки 15, укрепленной на трубе 5.

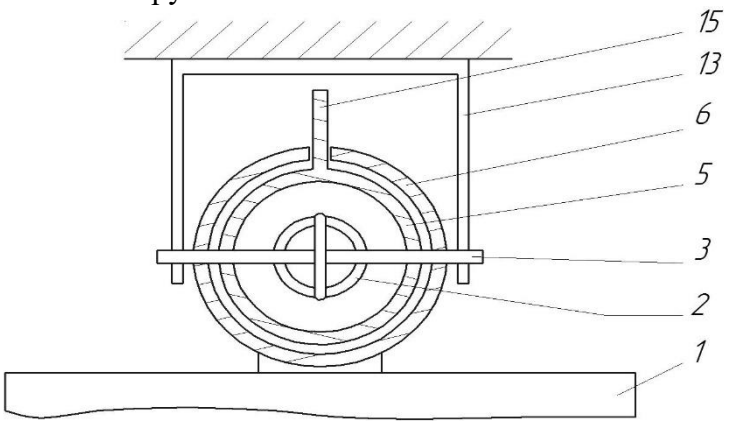


Рис. 1 - Вид устройства по оси

Электродвигатель привода включается после разгона двери и компенсирует потери системы на преодоление сил трения.

На рис. 2 показан этап разгона двери (движение справа налево) с помощью пружины 2. При совпадении опоры 7 с опорой 3 разгон закончится, включится электродвигатель и начнется движение двери с постоянной скоростью до совпадения опоры 4 пружины 2 с опорой 12 кронштейна 13. Выключится электродвигатель и начнется торможение двери, которое закончится в момент достижения крайнего левого положения (полного открытии двери) и срабатывания фиксатора двери (на рис. не показан). Закрытие двери (движение слева направо) происходит в аналогичной последовательности.

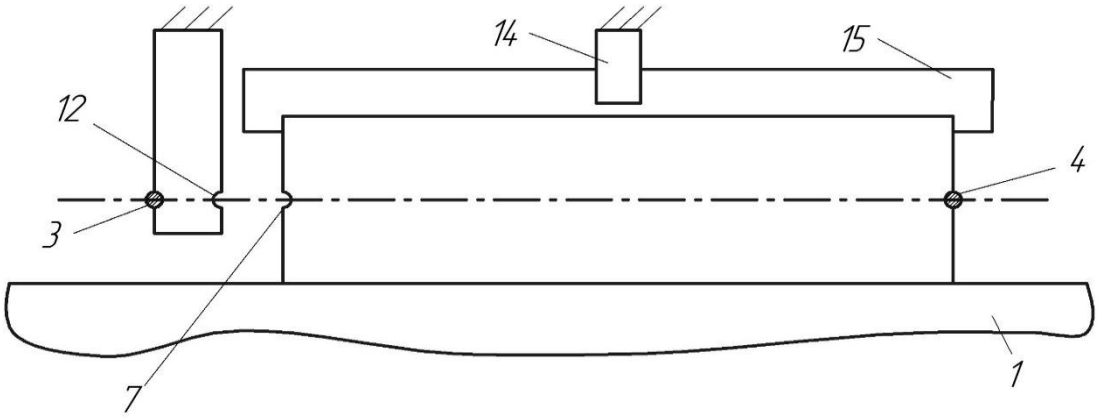


Рис. 2 - Движение двери справа налево

В случае поступления сигнала от системы управления на прекращение движения при закрытии двери электромагнитный фиксатор 14 взаимодействует с ответным элементом 15 и останавливает движение трубы 5. Труба 6, двигаясь по инерции, взаимодействуя опорой 10 с опорой 4 пружины 2, будет ее растягивать. В момент полного перехода кинетической энергии движения двери в потенциальную энергию растяжения пружины начнется движение двери (разгон) в обратном направлении (открытие). При полном сжатии пружины фиксатор 14 отключается, и движение будет происходить с постоянной скоростью и далее в выше описанном порядке.

Использование предлагаемого устройства позволяет исключить из работы мотор-редуктора пусковые режимы вывода конструкции из неподвижного состояния, т.к. напряжение на мотор подается в момент, когда механическая система находится в движении. Т.к. в предлагаемой конструкции при торможении кинетическая энергия двери рекуперируется в потенциальную энергию пружины, расходуемую затем для разгона двери, и, таким образом, исключены затраты энергии на разгон двери, то ее использование позволит снизить энергозатраты.

Кроме того, применение предлагаемого устройства позволяет повысить безопасность использования автоматической двери, т.к. при завершении движения двери ее кинетическая энергия движения поглощается (накапливается) пружиной аккумулятора механической энергии, что снижает также вероятность возникновения ударных процессов при открытии и закрытии дверей. При аварийных ситуациях, например, в случае обесточивания системы, пружина будет способствовать открытию дверей.

Путем подбора соответствующей жесткости пружины аккумулятора можно повысить быстродействие привода до необходимого уровня.

Ранее автором разрабатывались устройства, в которых электродвигатели работают в аналогичном режиме [3].

На рис. 3 показан график изменения тока на двигателе. Видно, что во время разгона двери и при торможении двигатель работает в режиме генератора, а при включении двигателя ток q_0 на обмотках возрастает до номинального значения и остается практически неизменным до момента его выключения.

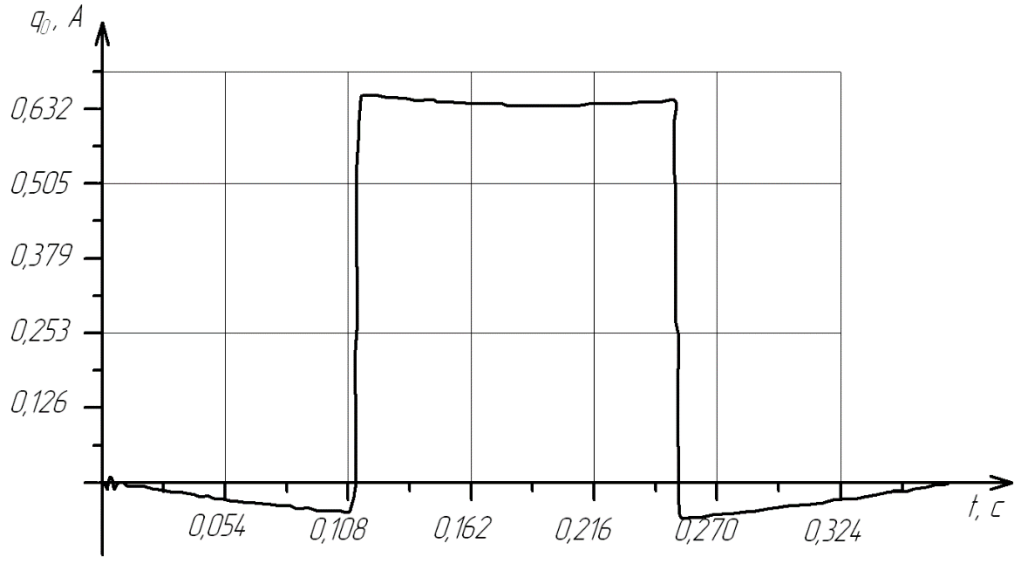


Рис. 3 - График силы тока на двигателе

Время открытия (закрытия) дверей $T_П$ состоит из времени разгона T_1, времени движения с постоянной скоростью T_2 и времени торможения T_3 :

$T_П = T_1 + T_2 + T_3$.

Время разгона и торможения можно принять равными и определить из учета данных на параметры приводов известных конструкций раздвижных дверей:

- максимальная статическая сила P_{max} = 150 Н;
- максимальная скорость перемещения V_{max} = 0,7 м/с.

Уравнение движения при торможении двери, массой M:

$$M\frac{d^2s}{dt^2} + P_{\max} + C \cdot s = 0,$$

где s- перемещение двери; C – жесткость пружины.

Время торможения двери составит ≈

$$T_3 = M^{0,5} \cdot C^{-0,5}\left[arcsin\left(-\frac{P_{\max}}{C \cdot S_P + P_{\max}}\right) + 0,5\pi\right],$$

где s_P – путь торможения двери.

Время движения с постоянной скоростью:

$$T_2 \approx \frac{V_{\max}}{h - 2 \cdot s_p}.$$

Приведенные ниже зависимости позволяют построить алгоритм выбора пружины аккумулятора энергии.

Исходными параметрами при выборе пружин являются: масса M двери, время T_1 разгона двери (время T_3 торможения), определенное из условия быстродействия и безопасности работы двери, s_P – ход пружины.

Величина рабочей деформации (см. ГОСТ 13771-86) пружины должна быть больше или равна пути разгона двери s_P, жесткость пружины должна быть менее или равна $C \le \frac{\pi^2 \cdot M}{4 \cdot T_3}$, максимальная рабочая нагрузка $P_2 \le \frac{2 \cdot s_P \cdot M}{T_3^2}$.

Для пружины, удовлетворяющей первым трем условиям, вычисляются:

$$P_П = P_2 - C\, s_P$$

$$T_P = M^{-0,5} \cdot C^{0,5} \left[sin\left(-\left(\frac{P_П}{C \cdot s_P + P_П} \right) \right) + 0,5 \cdot \pi \right],$$

при обеспечении неравенства $T_P \le T_З$

определяется $P_{ПР} = \frac{C \cdot s_P - \cos\left(T_P \cdot C^{0,5} \cdot M^{-0,5}\right)}{1 - \cos\left(T_P \cdot C^{0,5} \cdot M^{-0,5}\right)}$.

Пружина, для которой величина $P_{ПР}$ имеет максимальное значение, считается оптимальной, т.к. в этом случае при выполнении заданных условий обеспечиваются наименьшие значения ускорений звеньев устройства и действующих на них нагрузок.

Необходимые параметры движения двери с указанными выше параметрами (P_{max}, V_{max}) обеспечит, например, пружина 1086-326 с наружным диаметром D = 16 мм, длиной L = 46 мм, навитой из проволоки диаметром d = 2 мм (ГОСТ 13771-86).

Таким образом, предлагаемый привод позволяет осуществлять перемещение раздвижных дверей из любых позиций, определяемых случайным появлением пассажиров, обеспечивать необходимое быстродействие дверей и работу электропривода без перегрузок пусковых режимов. Простота конструкции и доступность комплектующих элементов позволяет изготовить новый привод в обычном железнодорожном депо. Предлагается выполнить эскизный проект привода, изготовить и провести испытания.

Библиографический список

1. Выбор дверей пассажирских вагонов // Железные дороги мира. 2011. №10. С.37-40.
2. Все выше и выше // Наука и жизнь. 2018. № 10. С.44-45.
3. Патент РФ RU 2 503 553 C 1. Привод раздвижных дверей.

УДК 621.791.715

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПУТЕМ РАЦИОНАЛИЗАЦИИ СХЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ

Семеноженков М.В.[1], Семеноженков В.С.[2]
[1]*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»*
[2]*Филиал РГУПС в г. Воронеж*

Аннотация. Рассмотрены параметры технологического процесса сварки деталей из титана давлением. Предложены и обоснованы схемы комбинированного нагружения технологического процесса сварки различных конструкций.

Ключевые слова: контакт, давление, деформация, сварка, прочность.

Abstract. The parameters of the technological process of pressure welding of titanium parts are considered. The schemes of combined loading of the technological process of welding different structures have been proposed and substantiated.

Keywords: contact, pressure, deformation, welding, strength.

Технологический процесс получения неразъемного соединения сваркой давлением сопровождается развитием пластических деформаций физического контакта свариваемых элементов конструкции.

Распределение (неравномерное) контактных сил порождает появление зон затрудненной деформаций и приводит к уменьшению площади физического контакта и ухудшению качества сварки [1]. Решение задачи получения пластических деформаций по всей площади контактных поверхностей осуществляется за счет ужесточения параметров технологического процесса: повышения температуры заготовок до 1000 ^{0}C, технологического давления до 100 МПа и увеличения времени выдержки под давлением до 100…120 мин [2].

Понятно, что проблемными являются вопросы остаточных деформаций и потери устойчивости соединяемых элементов и возможно получение многослойных конструкций с недопустимым искажением геометрической формы изделия. В связи с этим актуальным является вопрос определения схем технологического процесса с минимальными значениями технологического давления и температуры при условии достижения необходимого качества сварки.

Исследованиями установлено, что при сварке давлением и наличии сдвигающих сил при касательных контактных напряжениях, много меньше предела текучести, на контактирующих поверхностях образуются прочные участки схватывания [3].

Кроме того, может быть выявлено существенное влияние касательных сил на поверхности свариваемых элементов, отношение которых к сжимающим силам меньше коэффициента трения [4]. Полученный эффект авторы объясняют тем, что по условию пластичности Мизеса, при совместном действии нормальных σ и касательных τ напряжений состояние пластичности достигается намного раньше, нежели при действии только нормальных напряжений $\sigma^2 + 3\tau^2 = \sigma_0^2$, где σ_0 – эквивалентное напряжение [3]. Известен эффект снижения (в 5…10 раз) технологического усилия объемной штамповки при использовании комбинированного нагружения (осадки с кручением) [5]. Так, исследуя процесс осадки с кручением тонкого слоя, О.А. Ганаго, В.Н. Субич, Б.А. Степанов отмечают также более равномерное распределение давления на контактной поверхности при использовании технологического процесса осадки с кручением [5].

Это дает основание применения схемы комбинированного нагружения при сварке давлением с целью получения качественных конструкций при нормальных напряжениях, много меньших предела текучести. При этом необходимы обоснования условий и параметров комбинированного нагружения. Определение оптимального направления действия сдвигающих сил выполнено на основе рассмотрения решения задачи (рис.1) давления полосового элемента 1 (заполнителя) шириной b конструкции на упругий лист 2 толщиной a [5]. Верхний лист 3 свариваемой конструкциии нагружен технологическим давлением p сварки через технологический лист 4.

Граничные условия рассматриваемой задачи:

- $\upsilon_2(x0z) = 0$; $\tau_{xy}(x0z) = 0$; $\tau_{yz}(x0z) = 0$; $\tau_{xy}(xaz) = 0$; $\tau_{yz}(xaz) = 0$; $\sigma_y(xaz) = 0$ – на недеформированной поверхности листа;

- υ_1 и υ_2 – перемещения точек заполнителя и листа в направлении оси 0y;

- $\upsilon_1 + \upsilon_2 = \alpha$ – для точек контакта (здесь $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$ – сближение элемента заполнителя α_1 и листа α_2 при сжатии;

- поперечная сила P_x действует в направлении оси x.

Предполагается, что нормальная P и сдвигающая P_x силы связаны соотношением $P_x = f \cdot P$ (f – коэффициент трения). Сжимающая сила P, отнесенная к длине заполнителя вдоль оси z, зависит от давления p.

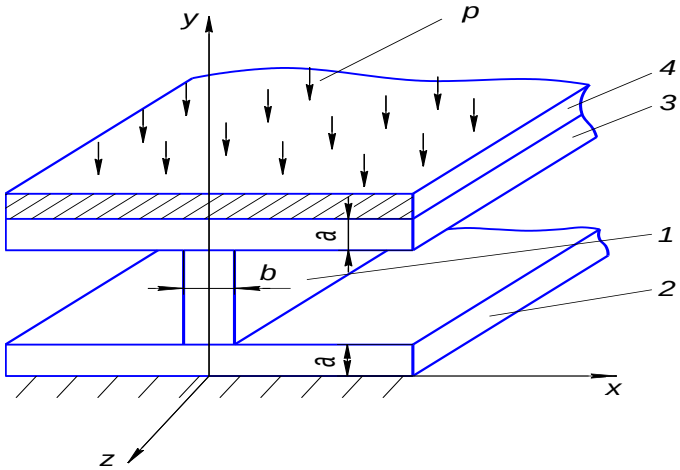


Рис.1 – Схема комбинированного нагружения при сварке

Распределение давления по ширине заполнителя ($-0,5b \le x \le 0,5b$)

$$q(x) = P \cos \pi\lambda \left[\pi(0,5b + x)\right]^{0,5+\lambda} (0,5b - x)^{0,5-\lambda}]^{-1}, \quad (1)$$

где $\lambda = 1/\pi \operatorname{arc tg} [f\, E/2\, (1 - \mu^2)\, G]$; E - модуль упругости, G – модуль сдвига, μ - коэффициент Пуассона материалов свариваемых элементов.

Распределение давления q(x) между заполнителем и нижним листом при различных значениях коэффициента трения f = 0; 0,2; 0,4, вычисленные по зависимости (1) при значениях механических характеристик E = 1,1 10^5 МПа, G = 0,5 10^5 МПа, μ = 0,4, приведены на рис. 2 (P = 1000 кН/м; b = 4 мм).

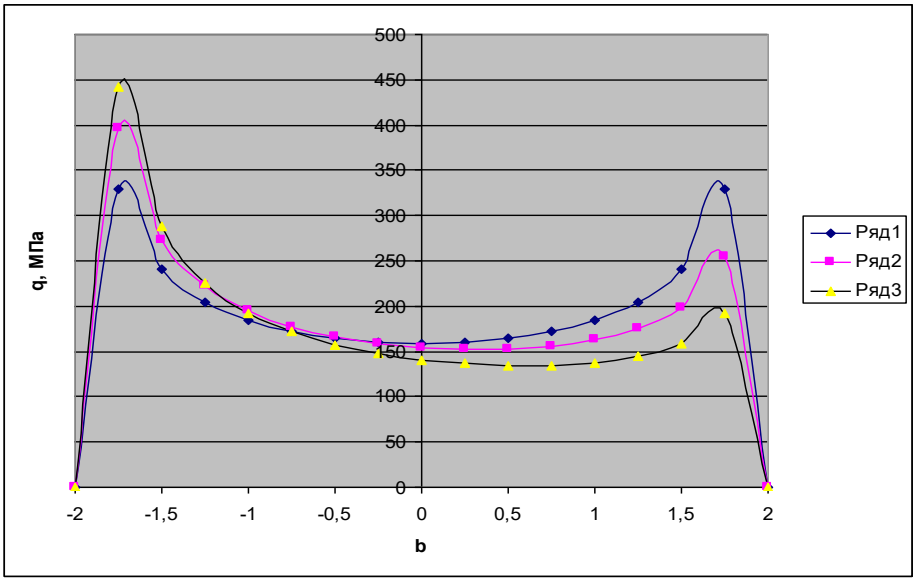


Рис. 2 – Распределение давления при различных значениях коэффициента трения

При направлении сдвигающей силы вдоль оси x с повышением коэффициента трения неравномерность усиливается (рис.3), что указывает на неэффективность такого решения.

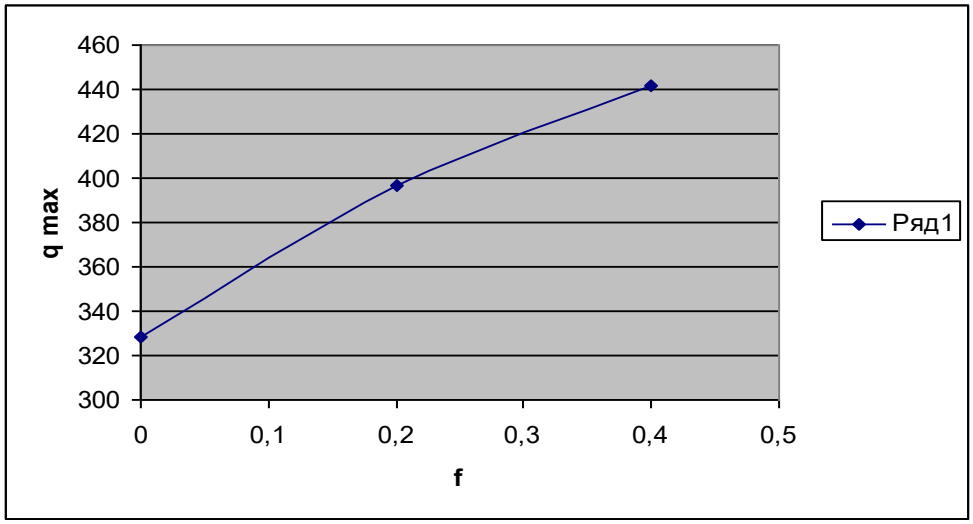


Рис. 3 – Изменения коэффициента трения

Снижение коэффициента трения путем применения смазки нельзя считать рациональным решением, т.к. при наличии между свариваемыми элементами промежуточной среды ухудшаются условия для возникновения адгезионных связей. Поэтому необходим поиск решения, исключающего влияние сил трения на неравномерность распределения контактных сил. Как известно, силы трения всегда направлены против скорости скольжения. Таким образом, если к сжимаемым элементам приложить силу, действующую вдоль оси z, то силы трения (касательные контактные напряжения) развернутся в направлении оси z, и их влияние на возникновение зон затрудненной деформации в направлении оси x значительно снизится. Такое утверждение основывается также на принципе независимости действия сил. При такой схеме нагружения распределение нормальных сил вне зависимости от коэффициента трения f будет соответствовать эпюре 1 на рис. 2.

Поскольку смещение свариваемых элементов из титана при сварке не всегда допустимо с учетом того, что коэффициент трения между деталями из титана изменяется в пределах 0,1…0,2, поперечную силу следует назначать в пределах 0,2 от силы нормального давления. При таких условиях необходимое давление примерно на 30 % меньше, чем при сварке под действием только нормального давления. При выполнении сварки элементов, смещение которых возможно, снижение необходимого технологического давление может достигать 50 %.

При исследовании контактных напряжений при пластической деформации в работах [5; 6] установлена также тесная связь контактного трения с соотношением размеров деформируемых тел.

Развитие задачи с целью получения информации о распределении контактных сил и напряженного состояния в зоне контакта в момент, предшествующий началу появления пластических деформаций (началу процесса сварки), в зависимости от соотношений размеров элементов свариваемой конструкции с учетом упругой податливости заполнителя и несущей обшивки выполнено методом конечных элементов (МКЭ) с использованием модуля Pro/MECHANICA программного комплекса Pro/ ENGINEER.

Задача решалась в упругой области при принятом модуле упругости материалов заполнителя и несущей обшивки $E = 1{,}1 \cdot 10^5$ МПа, коэффициенте Пуассона $\mu = 0{,}35$. Технологическое давление сварки принималось равным $p = 1$ МПа. Толщина листов обшивки принята равной $a = 1$ мм, толщина b листа заполнителя изменялась в пределах

от 0,2 до 1 мм. Высота h заполнителя (расстояние между листами обшивки) рассматривалась в интервале от 2 до 10 мм. Нагружение верхнего листа обшивки осуществлялось непосредственно технологическим давлением, под действием которого лист может прогибаться, а нижнего листа обшивки через технологический лист. Такое моделирование позволяет оценить влияние условий нагружения свариваемых элементов технологическим давлением на состояние напряженно-деформированного состояния в зоне сварки.

В результате моделирования системы получена общая картина напряженного состояния элементов свариваемой конструкции и закономерности распределения контактных сил (рис. 4, 5, 6).

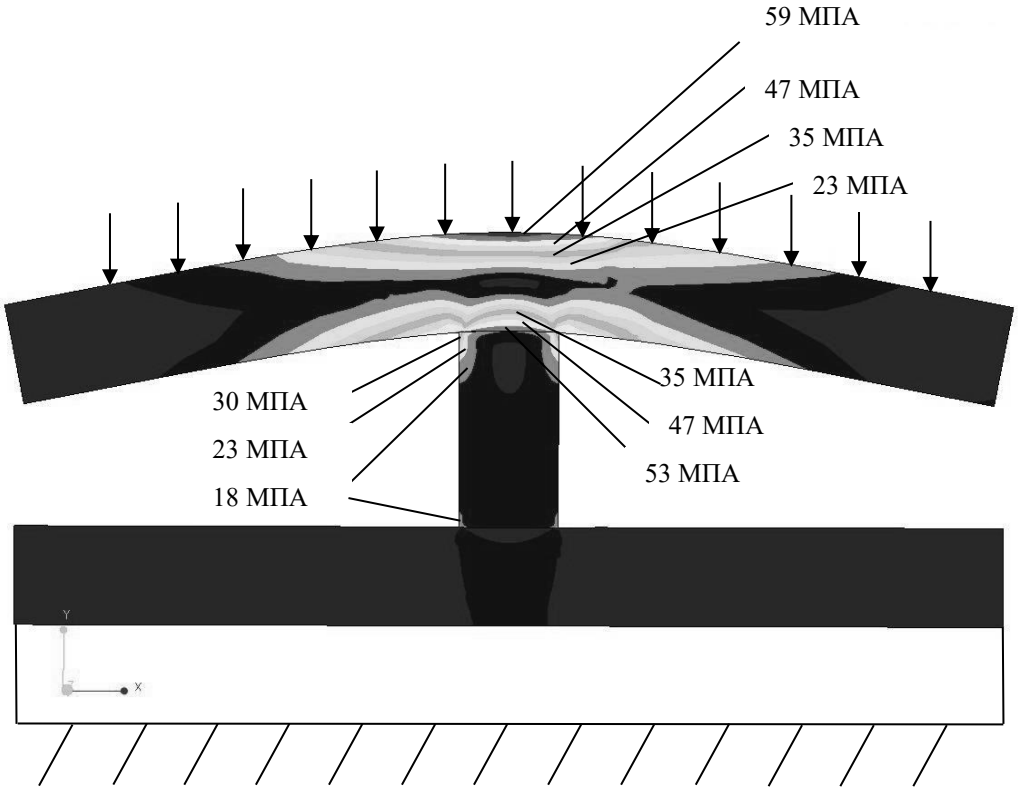


Рис. 4 - Напряженное состояние свариваемой конструкции (b=1 мм, h=2 мм)

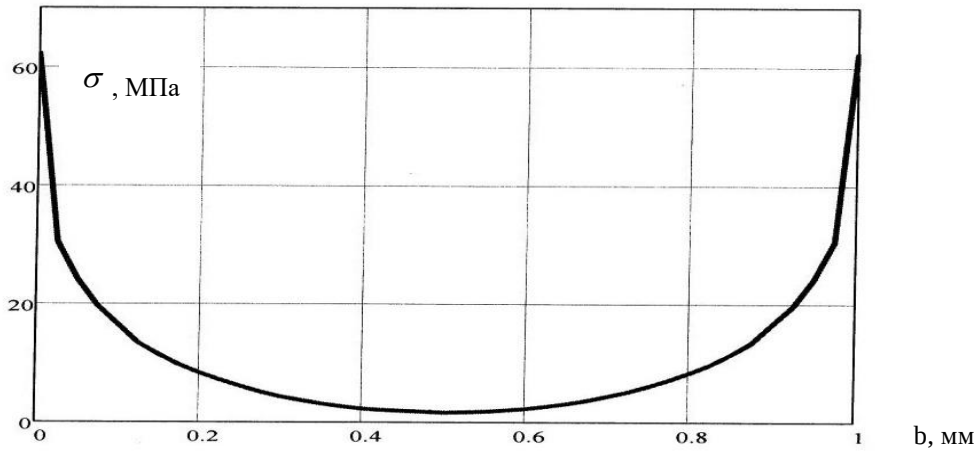


Рис. 5 - Эпюра контактных сил при толщине заполнителя b = 1 мм, высоте h = 2 мм

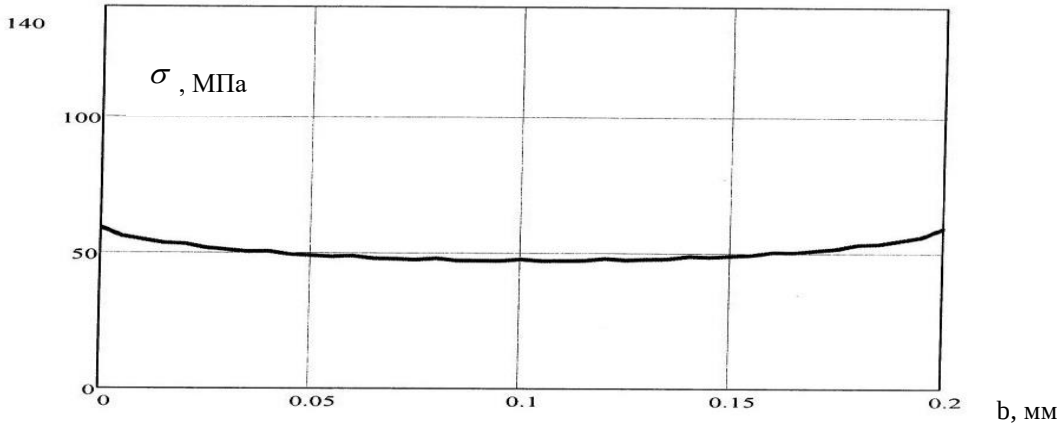


Рис. 6 - Эпюра контактных сил при толщине наполнителя b = 0,2 мм, высоте, h = 10 мм

В результате вычислительных экспериментов выявлено, что при деформации сжатия нижних волокон верхнего листа обшивки имеет место поперечная деформация и вспучивание листа в направлении вертикальной оси к нижнему листу, что служит объяснением выравнивания распределения контактных сил в плоскости сварки при некоторых соотношениях размеров свариваемых элементов (рис.7).

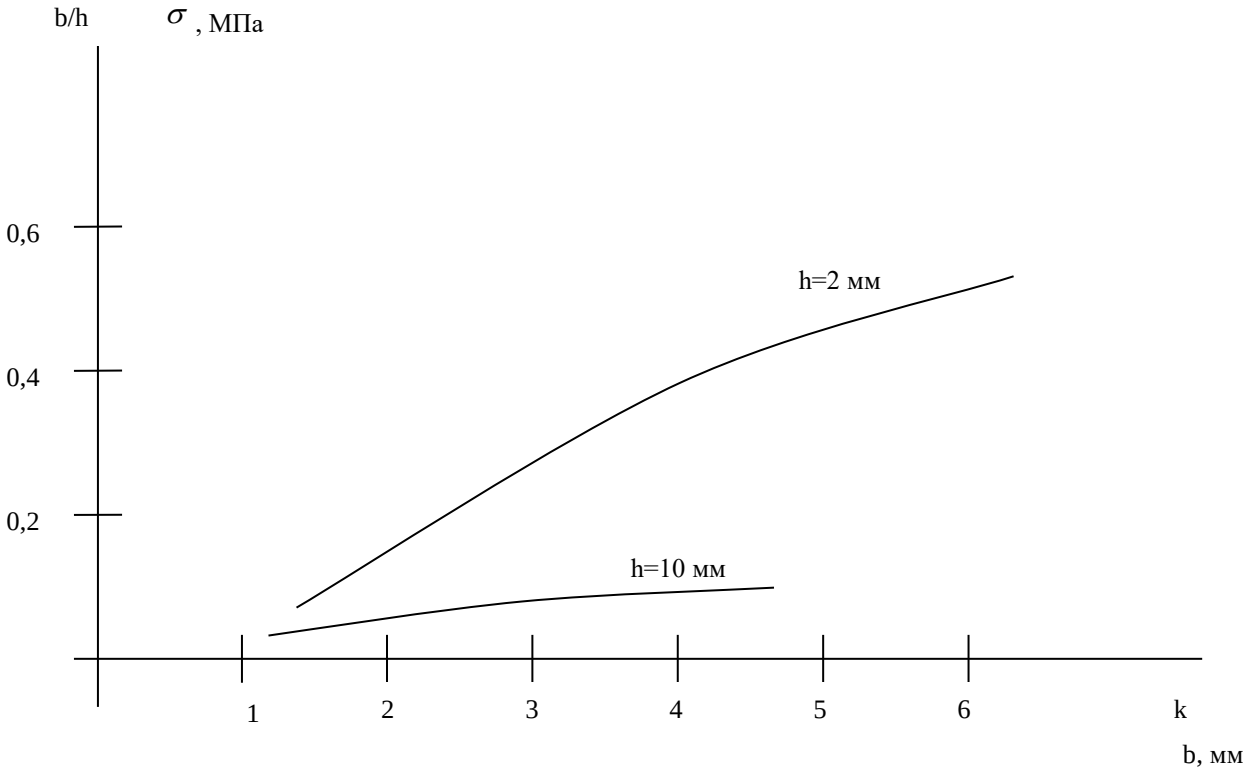


Рис. 7 - Графики изменения коэффициента концентрации контактных сил в зависимости от соотношения размеров элементов

Также показано, что неравномерность распределения контактных сил зависит от соотношения размеров свариваемых элементов и при определенных вариантах размеров воздействие технологического давления может привести к раскрытию стыков в средней части контактных поверхностей свариваемых элементов, что послужит

отрицательным фактором влияния на качество сварки, а использование технологического листа исключает влияние соотношения размеров свариваемых элементов на характер распределения контактных сил, но в конструкциях с отношением толщины b заполнителя к его высоте h = 2 мм, не превышающем значение b/h = 0,25 (при h =10 мм b/h = 0,07), распределение контактных сил более равномерное при непосредственном нагружении листа обшивки технологическим давлением сварки.

Выводы:

1. Учет поперечных деформаций элементов конструкции (листов обшивки), по сравнению с решением, основанным на гипотезе плоских сечений, дает существенную корректировку эпюры распределения контактных сил и позволяет получить более полную и объективную картину влияния конструктивных параметров свариваемых элементов на характер распределения контактных сил.

2. На основе рассмотрения контактных задач с учетом действия сил трения предложена и обоснована схема комбинированного нагружения, обеспечивающая наиболее равномерное распределение сил контактного давления, исключающая возможность возникновения зон затрудненной деформации и использование которой позволяет реализовать пластическое состояние на контактных поверхностях при минимальных значениях технологического давления и температуры.

3. Показано, что применение комбинированной схемы нагружения дает снижение необходимого нормального давления до 30 %, что позволяет исключить возможность недопустимого искажения формы свариваемых элементов.

Библиографический список

1. Тарновский, И.Я., Леванов, А.Н., Поксеваткин, М.И. Контактные напряжения при пластической деформации. Москва : Металлургия, 1966. 281 с.

2. Бондарь, А.В., Пешков, В.В., Киреев, Л.С., Шурупов, В.В. Диффузионная сварка титана и его сплавов. Воронеж : Изд-во ВГУ. 1998. 256 с.

3. Гельман, А.С. Основы сварки давлением. Москва : «Машиностроение», 1970. 312 с.

4. Mac Farlane J.S., Tabor D. Adhesion of solids and the effect of surface films. «Procedings of the Royal Society». 202A. 1950, № 1069.

5. Ганаго, О.А., Субич, В.Н., Степанов, Б.А. и др. Исследование процесса осадки с кручением тонкого слоя. //Машиностроение. 1980. № 6. С. 110-113.

6. Александров, В.М., Ромалис, Б.Л. Контактные задачи в машиностроении. М. : Машиностроение, 1986. 176 с.

7. Леванов, А.Н., Колмогоров, В.Л., Буркин, С.П. Контактное трение в процессах обработки металлов давлением. Москва: Металлургия, 1976, 416 с.

УДК 621. 791. 715

ЗАВИСИМОСТЬ ВРЕМЕНИ СОЕДИНЕНИЯ ДАВЛЕНИЕМ ЗАГОТОВОК ИЗ ТИТАНА ОТ ДЕФОРМАЦИЙ ПОЛЗУЧЕСТИ

Семеноженков М.В.[1], Семеноженков В.С.[2]

[1]ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

[2]Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. На основе метода конечных элементов выполнен сравнительный анализ влияния геометрических параметров заготовок на распределение контактных напряжений. Приведены данные расчетных и экспериментальных исследований

качества сварки. Показано существенное влияние времени выдержки заготовок под давлением и приведены рекомендации параметров технологического процесса.

Ключевые слова: сварка, контакт, давление, время, выдержка, качество.

Abstract. Based on the finite element method a comparative analysis of the influence of geometrical parameters of workpieces on the distribution of contact stresses has been performed. The data of calculated and experimental studies of welding quality are given. Significant influence of holding time of workpieces under pressure is shown and recommendations for technological process parameters are given.

Keywords: welding, contact, pressure, time, holding time, quality.

Соединение (сварка) заготовок происходит в условиях пластических деформаций слоев металла в зоне контакта, а также деформаций ползучести. Это указывает на важность такого параметра, как время выдержки заготовок под давлением. Установление минимально необходимого времени технологического процесса соединения возможно с помощью математического моделирования численными методами, в частности, методом конечных элементов с использованием программ ANSYS 10/ED, ABAQUS.

Для достижения необходимого результата разработана математическая модель материала элементов конструкции [1; 2]. Из заготовок (материалы ОТ4-1, ВТ6) в виде листов (ГОСТ 1497-84) вырезали образцы для испытаний длиной рабочей части 80 мм и шириной 20 мм и наносили координатную сетку размером 15х15 мм. На испытательной машине Р-10 осуществляли одноосное растяжение образцов. С помощью нагревательного устройства образцы нагревали до температур 700, 800, 900 и 1000 ^{0}С. Далее, по окончании испытаний по изменению размеров ячеек сетки и вычисляли величины деформаций. Состояние пластичности выражается уравнением:

$$\sigma_Э = A\ \varepsilon_Э^m , \qquad (1)$$

где $\varepsilon_Э$ - эквивалентная деформация;

$\sigma_Э$ - эквивалентное напряжение;

A, m – константы материалов [2; 3] для исследуемых материалов для сплава ОТ4-1 m = 0,042; 0,037; 0,03; 0,026 и A = 120; 85; 64; 51 МПа при температурах 700; 800; 900 и 1000 ^{0}С соответственно, а для сплава ВТ6 m = 0,044; 0,04; 0,031; 0,029 и A = 123; 87; 65; 54 МПа при аналогичных температурах.

Модели материалов использовались при вычислениях пластических деформации и деформации ползучести. Пусть состояние кратковременной ползучести материала – эквивалентная скорость суммарной деформации $\xi_Э$:

$$\xi_Э = \xi_{ПЛ} + \xi_{ПЗ} \ , \qquad (2)$$

где $\xi_{ПЛ}, \xi_{ПЗ}$ – эквивалентные скорости деформации пластичности и деформации ползучести [1].

Состояние ползучести можно выразить уравнениями:

$$\xi_{ПЗ} = B\ \sigma_Э^n ,$$

$$\xi_Э = \frac{d\varepsilon_Э}{dt} = B \cdot \sigma_Э^n + \frac{d\sigma_Э}{dt} \cdot \sigma_Э^{\frac{1}{m}-1} \cdot \frac{1}{m} \cdot \left(\frac{1}{A}\right)^{\frac{1}{m}},$$

где B – константа материала (для сплава ОТ4-1 B = 2,3 10^5);

t – время процесса ползучести [2].

Предел текучести и модуль упрочнения сплава ОТ4-1 для билинейной диаграммы «интенсивность напряжений - интенсивность деформаций» составляли 14 и 17 МПа соответственно.

Пусть предлагается оценивать состояние свариваемости деталей как

$$\psi = \sigma_Э \cdot \varepsilon_Э / A_П ,$$

где $0 \le \psi \le 1;\ 0 \le t \le t_K$ [3].

Полная (качественная) свариваемость будет достигнута при ψ = 1,

$$\psi_O = (B \cdot \sigma_Э^n \cdot t_O + \varepsilon_{ЭП})\sigma_Э / A_П = 1,$$

где t_0, ψ_O - граничные значения.

Необходимое время технологического процесса

$$t_{OH} = (A_П - A \cdot \varepsilon_П^{1+m}) \cdot A^{-(1+n)} \cdot B^{-1} \cdot \varepsilon_П^{-(1+n)m}$$

Выполненное сравнение расчетных и экспериментальных данных по величине осевой деформации соединяемых заготовок при различных технологических давлениях показало их удовлетворительное совпадение. Отличие не превысило 12%. При исследованиях использовали конструкции с заготовкой (заполнителем) толщиной $\Delta_з$ = 0,3 мм и второй заготовкой (обшивкой) толщиной Δ_0 = 1 мм, выполненные из сплава ОТ4-1 при технологических параметрах T =1173 К, t = 60 мин.

Напряженно-деформированное состояние исследовалось в двумерной постановке в условиях плоской деформации. Коэффициент трения на контактных поверхностях соединяемых заготовок принят равным 0,4.

Граничные условия на поверхности контакта заполнителя и обшивки задавались контактным элементом «CONTA 171» (2-D 2-Node Surfase-to-surfase Contact). Деформирующий контактный элемент задан «TARGET 169» (2-D Target Segment). Технологический лист, передающий давление на соединяемые заготовки, принят абсолютно жестким, неподвижным и плоским. Граничные условия заданы аналогично описанным выше.

Ввиду того, что расчетная схема симметрична относительно вертикальной оси, для уменьшения объема вычислений при решении задачи рассматривалась только правая часть элемента конструкции. При этом на оси симметрии сечения перемещения узлов перпендикулярные этой оси принимались равными нулю. Влияние отброшенной части элемента обшивки справа учитывалось закреплением правой границы обшивки в горизонтальном направлении.

Упругие, пластические деформации и деформации ползучести вычислялись независимо друг от друга. В соответствии с обобщенным принципом независимости и наложения составляющих деформаций и напряжений различных типов общая деформация вычисляется по формуле:

$$\varepsilon = \varepsilon_е + \varepsilon_р + \varepsilon_с \ , \qquad (3)$$

где $\varepsilon_е$, $\varepsilon_р$ – деформации мгновенной упругости и пластичности соответственно;

$\varepsilon_с$ – деформации ползучести.

Законы ползучести определены экспериментально.

Предел текучести и модуль упрочнения сплава ОТ4-1 для билинейной диаграммы «интенсивность напряжений - интенсивность деформаций» составляли 12 и 15 МПа соответственно.

Модуль упругости сплава ОТ4-1 при T = 1173 К E=50000 МПа.

Использовался закон ползучести в виде

$$\dot{\varepsilon} = C_1 \ \sigma^{C_2} \ e^{-C_3/T} \ , \qquad (4)$$

где σ - эквивалентное напряжение; T – абсолютная температура; C_1, C_2, C_3 – эмпирические константы (для сплава ОТ4-1 C_1 = 1,2 10^5; C_3 = 2,3 10^5; C_2 = =1,2).

Проверка модели выполнена путем сравнения расчетных и экспериментальных данных по величине вдавливания (ε) заполнителя в обшивку при различных сварочных

давлениях. Результаты тестовых расчетов для заполнителя и обшивки с толщинами δ_0 = 1 мм и $\delta_з$ = 0,3 мм, выполненных из сплава ОТ4-1, приведены на рис.1.

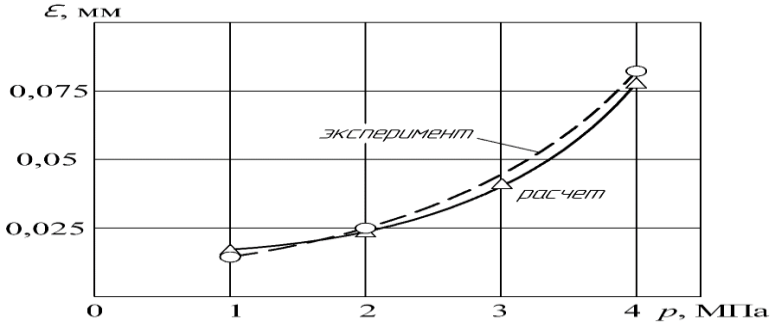


Рис.1 - Глубина вдавливания заполнителя в обшивку (T =1173 К, t = 60 мин)

При анализе результатов моделирования процесса сварки исследовали НДС материала заготовок в непосредственной близости от контактной зоны и перемещения нескольких узлов, расположенных на различном удалении от поверхности соединения.

Установлено, что при T =1173К и $p=\sigma_{ny}$ в процессе соединения происходит вдавливание заполнителя в обшивку и величина деформации металла непосредственно под заполнителем зависит от соотношения $\delta_0/\delta_з$ (рис. 2). При этом, например, зависимость вертикального перемещения металла обшивки от времени в точке, соответствующей центру заполнителя, при $\delta_0/\delta_з \leq 1{,}0$ имеет затухающий характер, а при $\delta_0/\delta_з \geq 3{,}3$ – увеличивается прямо пропорционально времени испытания (рис.2).

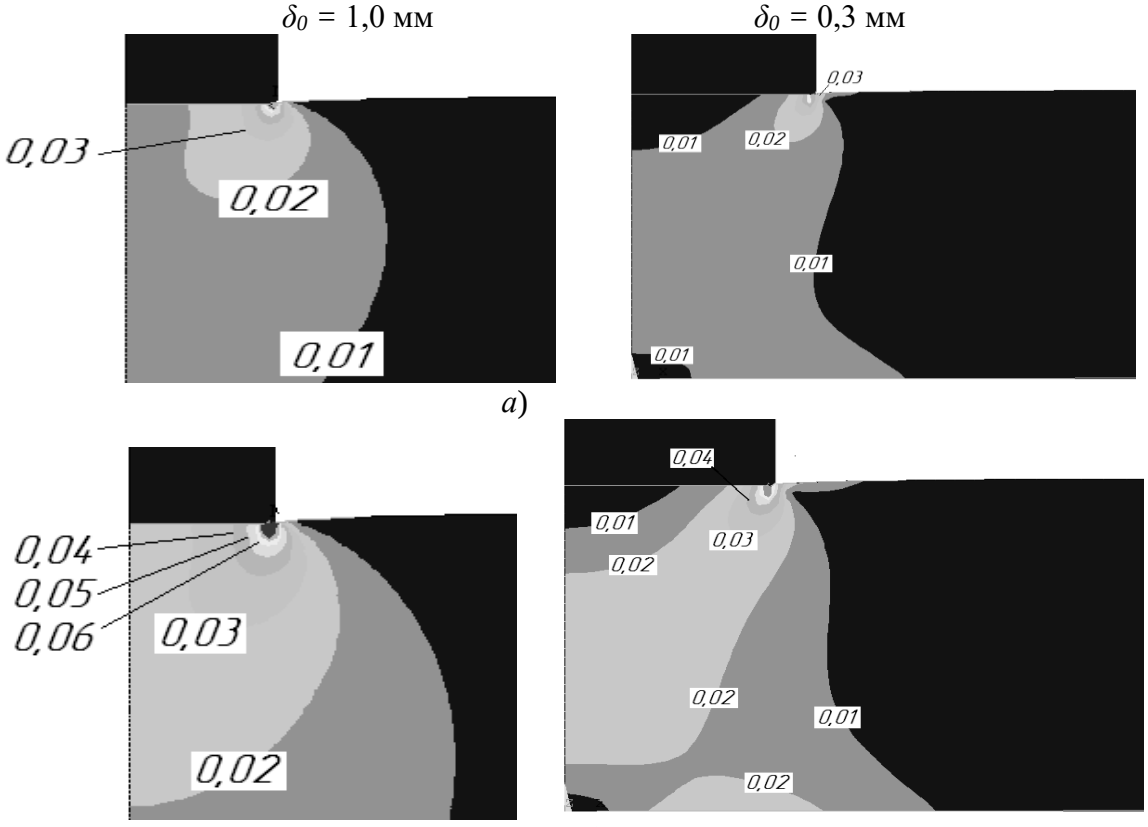


Рис.2 - Кинетика развития эквивалентной деформации

в области контакта заполнителя с обшивкой: *а* – t = 1800 с; *б* – t = 2700 с.

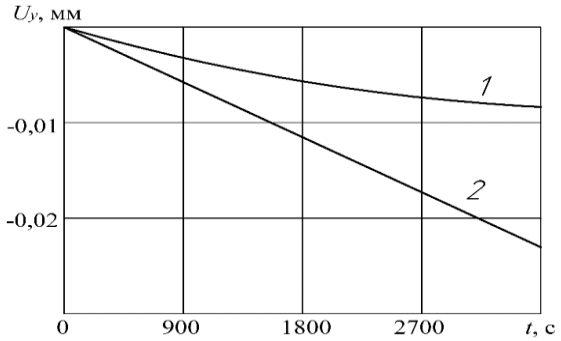


Рис.3 - Зависимость глубины вдавливания заполнителя от времени:
1 – $\delta_0/\delta_з$=1,0; 2 – $\delta_0/\delta_з$=3,3

Выводы:

1. Уточнено условие свариваемости деталей и время технологического процесса.

2. Вычислительные эксперименты процесса диффузионного соединения заготовок показали наличие зоны стесненной деформации под поверхностью заполнителя шириной примерно равной его толщине, находящейся в состоянии всестороннего сжатия и для обеспечения благоприятных условий перехода контактных зон соединяемых заготовок в пластическое состояние необходимо изменение направления сил трения.

3. Установлено неблагоприятное для развития деформационных процессов напряженно-деформированное состояние при толщине обшивки менее трех толщин заполнителя, обусловленное наличием силы трения в контакте между обшивками и технологическими листами, что указывает также на необходимость изменения направления сил трения.

Библиографический список

1. Чудин В.Н. Соединение элементов корпусных конструкций давлением. //Вестник машиностроения. 2014. №1. С. 78-80.

2. Елисеев В.В., Одинг С.С. Исследование релаксации напряжений при термофиксации цилиндрических двухслойных оболочек //Изв. вузов. Машиностроение. 1984. № 11. С. 15-19.

3. Бондарь А.В., Пешков В.В., Киреев Л.С., Шурупов В.В. Диффузионная сварка титана и его сплавов. Воронеж: Изд-во ВГУ. 1998. 256 с.

УДК 656.21

АСПЕКТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТАМОЖЕННОЙ ПРОЦЕДУРЫ ТАМОЖЕННОГО ТРАНЗИТА

Сербина Л.В., Попова Е.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье представлены методы улучшения сложностей при применении таможенной процедуры таможенного транзита. Рассмотрены такие технические проблемы, как недостатки применения таможенных пломб, проблемы при работе с программными средствами, проблемы с ССРК «Янтарь», слабое оперативное взаимодействие таможенных органов и участников ВЭД при внесении изменений и

дополнений в электронные транзитные декларации. С административной точки зрения изучена ситуация с транзитом на короткие расстояния.
Ключевые слова: таможенный транзит, таможенные пломбы, государственные закупки, транзит на короткие расстояния.

Abstract. Ways of development of characteristics in the process of application of customs procedure of customs transit are presented in this article. Such technical problemsare viewed in this article as disadvantages of using customs seals, problems with software, with SSRC «Yantar», poor operative cooperation between customs officers and foreign trade operators while making amendments and additions in electronic transit declaration.Transit over short distances is studied at administrative point.
Keywords: customs transit, customs seals, public procurements, transit over short distances.

Российская Федерация обладает огромным транзитным потенциалом, который сформирован благодаря огромной площади страны, которая связывает Европу с Азией. Грамотное использование ресурсов может позволить России стать ведущей транзитной державой, но для этого следует сократить большое количество торговых барьеров, среди которых и таможенные органы РФ. Развитие транзита и усовершенствование технических и административных его направлений должны стать одной из основных задач таможенной службы как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе [1].

Модернизация и упрощение некоторых транзитных операций таможенных органов позволит убрать некоторые временные и денежные барьеры участникам ВЭД, увеличить доходы в государственный бюджет.

Средний абсолютный цепной прирост равен 8,8 транзитных деклараций в год. Оформление таможенной процедуры таможенного транзита будет небольшими темпами, но возрастать. Количество оформленных транзитных деклараций в настоящее время превышает 876.

Надо отметить, что существует проблема потерь таможенных пломб во время железнодорожных перевозок. Суть данной проблемы состоит в том, что на железнодорожном транспорте используются пломбы не для железнодорожного транспорта, а обычные пломбы, которые часто слетают в процессе доставки товаров [2].

В 1089 случаях завершения таможенной процедуры таможенного транзита было использовано 296 таможенных пломб. 6 раз таможенные пломбы были повреждены, что вело к дополнительному таможенному контролю. То есть в 2,03 % случаев таможенные пломбы повреждаются.

Закупка железнодорожных пломб невозможна ввиду того, что их стоимость в несколько раз превышает стоимость обычных пломб. Так как в корне устранить проблему не удастся, то следует оптимизировать систему государственных закупок обычных таможенных пломб, привлекать большее число поставщиков [4].

К примеру, последняя закупка запорно-пломбировочных устройств повышенной надежности от ФТС России в Единой информационной системе в сфере закупок обошлась федеральному бюджету в 5 495 000 руб. (350 тыс. шт.) при стоимости 15,7 руб. за 1 шт.

В то же время интернет-магазин «ПломбВей» предлагает данную марку пломб за 15,5 руб. за 1 шт. Если убрать розничную наценку и обратиться непосредственно к изготовителю, то можно прийти к выводу, что ценник за 1 пломбу будет ещё ниже.

Таким образом, одним из решений данной проблемы является привлечение к системе государственных закупок большего числа поставщиков. Это можно сделать

путём информирования на официальном сайте 98 ФТС России, привлечения поставщиков путём оповещения их по электронной почте.

Проблемным вопросом являются «подвисания», «вылеты» и слабая автоматизация программных средств таможенных органов РФ. Данный аспект можно решить путём улучшения и модификации самих программных средств в ЦИТТУ ФТС России. Здесь образуется некоторая бюрократическая сложность. Повышение квалификации сотрудников таможенных органов проходит в РТА, но, как известно, программистов РТА не выпускает, поэтому придётся обращаться к сторонним организациям. Для повышения квалификации должностных лиц могут быть использованы высвобожденные 70 тыс. руб.

Что касается программных средств для написания программ, то существует огромное количество бесплатных программ для данных целей, которыми пользуются многие программисты, среди них: PascalABC.NET, FreePascal, Lazarus, HiAsm, Алгоритм, InteliiJ IDEA. Данная работа позволит создать программные средства на начальном этапе всего за 48 тыс. руб.

Результатом проделанной работы будет служить значительное ускорение работы таможенных органов в части работы с отчетами и оформлением. К примеру, на открытие одной транзитной декларации в КПС «Транзитные операции» уходит порядком 20с. Это лишь одно открытие транзитной декларации, обычно транзитные декларации открываются по нескольку раз, даже если они и оформлены верно и у таможенных органов нет вопросов по их оформлению [3].

Простои составляют в среднем почти 5с только в случае одного открытия программы. Конечно, полностью от данных задержек избавиться не получится, но рекомендуется их сократить до 5с. Модификация КПС «Транзитные операции» позволит сократить время открывания на 75 %.

Необходимо также использование стационарной системы радиационного контроля «Янтарь», которая определяет радиационный фон у определённых видов товаров, таких как керамика, фаянс, фарфор и так далее. Это объясняется тем, что эти материалы изготавливаются из материалов, содержащих природные радионуклиды. То есть радиационный фон для данных материалов – нормальное явление, если этот радиационный фон не превышен. В данном случае нет смысла полностью менять или модифицировать «Янтарь» на другое техническое средство. Но можно именно в случае с фарфором, фаянсом и керамикой использовать другие средства радиационного контроля, которые имеются в пользовании таможенного поста, через который пересекается таможенная граница ЕАЭС [5].

Для того, чтобы закрепить данное предложение на практике, необходимо создать профиль риска, в котором в качестве меры по минимизации риска будет служить использование отличных от ССРК «Янтарь» технических средств радиационного контроля при перемещении установленных категорий товаров. Это позволит сократить временные и денежные затраты участников ВЭД, разгрузит складские помещения и позволит сократить время таможенного контроля, так как должностное лицо вместо «Янтаря» будет сразу использовать необходимое техническое средство [7].

Таможенный транзит на короткие расстояния является достаточно сложной перевозкой, который характеризуется определёнными временными и денежными затратами для лица, ответственного за товар, к примеру, оформление транзитной декларации, внесение обеспечения уплаты таможенных платежей и др. [6].

Данная проблема требует комплексного решения, связанного с выделением особенностей таможенного транзита на короткие расстояния, на законодательном уровне.

На сегодняшний момент транзит на короткие расстояния никак не урегулирован законодательством. Это является значимой проблемой, ведь, в таких случаях транзит на тысячи километров по разным субъектам РФ будет равен тому же транзиту внутри одного населённого пункта, к примеру, когда товар прибывает в аэропорт и должен быть доставлен на ближайший СВХ, который находится в том же городе, в нескольких километрах от аэропорта [9].

Таможенный перевозчик будет обязан полностью соблюсти условия помещения товара под таможенную процедуру таможенного транзита и это приводит к огромным затратам [10].

Таким образом, надо идентифицировать таможенный транзит на короткие расстояния как перевозку, целью которой является помещение товара на хранение для последующей «растаможки», при том, что расстояние между СВХ и таможенным постом отправления равно не более 5 км, либо СВХ и таможенный пост находятся в пределах одного населённого пункта.

Основные пункты, которые необходимо отметить в законодательстве РФ при транзите на короткие расстояния, - это:

– обеспечение таможенного транзита без транзитных деклараций, с использованием транспортных, коммерческих документов;

– обеспечение технического оснащения маршрута следования транспортного средства [8].

Рассмотрим в отдельности каждый из предложенных пунктов. Отсутствие транзитной декларации позволит сократить время и деньги участников ВЭД на её оформление для того, чтобы груз прошёл условные 5 км при коротких расстояниях. Экономия здесь образуется за счёт того, что участнику ВЭД не придётся обращаться к сторонним организациям для оформления транзитной декларации. Деньги и время на её оформление останутся у участника ВЭД, а транспортные и коммерческие документы будут у него в наличии в любом случае, так как для пересечения таможенной границы эти документы необходимы. Главный пункт, который должен здесь соблюдаться, – в транспортных и коммерческих документах должны быть отображены сведения, которые отражаются в транзитных декларациях [7].

Необходимо также наладить использование таможенного наблюдения, а именно произвести установку видеонаблюдения по маршруту следования транспортного средства [10].

Кроме того, обобщая все вышесказанное можно утверждать, что для улучшения транзита нужен целый комплекс мер, включая необходимость:

– оптимизировать затраты денежных средств при государственных закупках путём привлечения большего числа поставщиков;

– организовать курсы повышения квалификации для сотрудников IT-отдела таможни;

– разработать зональный профиль риска, мерой по минимизации риска в котором служит использование отличных от ССРК «Янтарь» технических средств радиационного контроля при таможенном контроле товаров, изготовленных из фаянса, керамики и фарфора;

– законодательно выделить таможенный транзит на короткие расстояния и его упрощённое оформление;

– использовать при транзите на короткие расстояния транспортные, коммерческие и иные документы;

– технически оснастить маршрут следования при транзите на короткие расстояния;

– создать онлайн-площадку, где бизнес и таможня смогут оперативно взаимодействовать.

Библиографический список

1. О таможенном регулировании в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон: [3 авг. 2018 г. № 289-ФЗ] // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

2. Мирончук. В.А., Золкин, А.Л., Куныгина, Л.В., Попова, Е.А. Государственное управление железнодорожным транспортом и его совершенствование /. – Краснодар: Индивидуальный предприниматель Кабанов Виктор Болеславович (Издательство "Новация"), 2022. – 162 с. – EDN UPTHVK.

3. Шатохин, А.А., Попова, Е.А., Буракова, А.В. Повышение эффективности организации порожних вагонопотоков при управлении назначениями порожних вагонов // 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. 173-180. – EDN TUIQAL.

4. Попова, Е. А. Повышение качества обслуживания клиентов в грузовом сообщении в рамках предоставления услуг «Грузовой экспресс» / Е. А. Попова //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. 170-172. – EDN WWODXP.

5. Попова, Е.А., Журавлева, И.В. Целевая модель комплексной транспортной услуги // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022»): Труды международной научно-практической конференции, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 186-191. – EDN OMDCIM.

6. Попова, Е. А. Повышение качества обслуживания клиентов в грузовом сообщении в рамках предоставления услуг «Грузовой экспресс» // 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. 170-172. – EDN WWODXP.

7. Журавлева, И. В. Предложение по увеличению количественных показателей работы станции// Актуальные проблемы железнодорожного транспорта: Сборник статей научной конференции, Воронеж, 01 октября 2018 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2018. – С.8-10. – EDN YLYHSH.

8. Попова, Е. А., Журавлева, И.В. Совершенствование автоматизированных интеллектуальных систем в управлении работой станции / Е. А. Попова, И. В. Журавлева // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022»): Труды международной научно-практической конференции, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 178-182. – EDN NXYSR.

9. Попова, Е. А., Журавлева, И.В. Способы привлечения клиентов к услугам транспортно - логистического процесса / Е. А. Попова, И. В. Журавлева // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022»): Труды международной научно-практической конференции, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 166-169. – EDN NEZNIC.

10. Попова, Е.А., Журавлева, И.В. Целевая модель комплексной транспортной услуги // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022»): Труды международной научно-практической конференции, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 186-191. – EDN OMDCIM.

УДК 625.12

ОСОБЕННОСТИ КОМПРЕССИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ЗАСОЛЕННЫХ ГРУНТОВ

Смоляницкий Л.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье рассмотрена методика компрессионных испытаний в том числе засоленных грунтов, когда в процессе длительных опытов происходит испарение поровой воды и достигается предельная концентрация солей, которые выпадают в осадок. При этом загрузочный штамп прибора и кольцо скрепляются вместе, выпавшим в осадок солями, как цементом.

Ключевые слова: образец грунта, компрессионное испытание, сжимаемость грунта, специфические грунты, засоление грунта.

Abstract. The paper considers the methodology of compression tests including saline soils, when in the process of long-term tests pore water evaporates and the maximum concentration of salts that precipitate out is reached. In this case the loading die of the device and the ring are bound together by the precipitated salts like cement.

Keywords: soil sample, compression test, soil compressibility, specific soils, soil salinity.

Испытание грунта методом компрессионного сжатия проводят для определения следующих характеристик деформируемости: коэффициента сжимаемости m_0, модуля деформации E, структурной прочности на сжатие p_{str} , коэффициентов фильтрационной и вторичной консолидации c_v и c_a для песков мелких и пылеватых, глинистых грунтов с показателем текучести I_L>0,25, органоминеральных и органических грунтов, относительного суффозионного сжатия ε_{sf} и начального давления суффозионного сжатия p_{sf} для засоленных (содержащих легко- и среднерастворимые соли) песков

(кроме гравелистых), супесей и суглинков [1]. Эти характеристики определяют по результатам испытаний образцов грунта в компрессионных приборах (одометрах) или компрессионно-фильтрационных приборах (для определения характеристик суффозионного сжатия), исключающих возможность бокового расширения образца грунта при его нагружении вертикальной нагрузкой.

Результаты испытаний должны быть оформлены, как правило, в виде графиков зависимостей деформаций образца от нагрузки и их изменения во времени.

Диапазон давлений, при которых проводят испытания, определяется в программе испытаний или принимается в пределах полуторного значения проектного давления на грунт.

Для испытаний используют образцы грунта ненарушенного сложения с природной влажностью или водонасыщенные, или образцы нарушенного сложения с заданными значениями плотности и влажности. Образец должен иметь форму цилиндра диаметром не менее 71 мм и отношением высоты к диаметру 1:3,5.

В состав установки для испытания грунта в условиях компрессионного сжатия должны входить:

- компрессионный прибор (одометр), состоящий из рабочего кольца, цилиндрической обоймы, перфорированного вкладыша под рабочее кольцо и поддона с емкостью для воды;
- механизм для вертикального нагружения образца грунта;
- устройства для измерения вертикальных деформаций образца грунта.

При определении характеристик суффозионного сжатия применяют компрессионно-фильтрационный прибор, конструкция которого должна обеспечивать подачу воды к образцу снизу и отвод ее.

Первоначальная нагрузка на образец, создаваемая штампом и закрепленными на нем измерительными приборами, должна быть не более 0,0025 *МПа*.

При испытании для определения характеристик суффозионного сжатия дополнительно к физическим характеристикам должны быть определены: коэффициент фильтрации по ГОСТ 25584, количество легко- и среднерастворимых солей (степень засоленности) и их качественный состав (по результатам анализа водной и солянокислой вытяжек).

При необходимости водонасыщение образца проводят путем фильтрации воды снизу вверх под арретиром. Для этого заполняют поддон водой. Водонасыщение проводят для глинистых грунтов в течение 2-5 суток, для песков - до момента появления воды над штампом.

Проведение испытания для определения характеристик коэффициента сжимаемости m_o, модуля общей деформации E_o и начального давления фильтрационного сжатия p_{sf} нагружение испытуемого образца проводят равномерно, без ударов, ступенями нагрузки. Первую ступень давления p_1 при испытании песков, в том числе заторфованных, принимают в зависимости от коэффициента пористости e по таблице 1, а последующие ступени давления принимают равными 0,0125; 0,025; 0,05; 0,1 МПа и далее с интервалом 0,1 МПа до заданного значения нагрузки.

Таблица 1 - Зависимость начального прилагаемого давления от коэффициента пористости грунта

Коэффициент пористости e	$e \geq 0{,}75$	$0{,}75 > e > 0{,}6$	$e \leq 0{,}6$
Первая ступень давления, p_1 МПа	0,0125	0,025	0,05
Примечание. В отдельных случаях, предусмотренных заданием, могут быть приняты более дробные ступени давления p_1, исходя из особенностей деформируемости грунта, условий отсыпки и условий возведения сооружения.			

При испытании глинистых грунтов, в том числе органоминеральных, для определения их структурной прочности на сжатие p_{str} первую и последующие ступени давления принимают равными 0,0025 МПа до момента начала сжатия образца грунта. Начало сжатия следует считать при относительной вертикальной деформации образца грунта 0,005. При дальнейшем нагружении за очередную ступень давления принимают ближайшее большее значение глинистых водонасыщенных грунтов, а в случае их частичного разуплотнения после отбора и подъема образца на поверхность для определения p_{str} следует учитывать относительное разуплотнение.

За критерий условной стабилизации деформации принимают скорость деформации образца, не превышающую 0,01 мм за последние 4 ч наблюдений для песков, 16 ч - для глинистых и 24 ч - для органоминеральных и органических грунтов.

При испытании насыпных грунтов с заданными плотностью и влажностью ступени давления и время их выдержки принимают увлажнения грунта *Kw* (таблица 2).

Таблица 2 - Зависимость ступеней давления от относительной влажности грунта

K_W	p_i, МПа	Δt_i, ч
1,2	0,02	1
1,20 - 1,25	0,015	3
1,26 - 1,35	0,010	10
1,35	0,01	24
Примечание. Последняя ступень нагрузки выдерживается до условной стабилизации деформации.		

При определении *Cv* и *Ca* насыпных глинистых грунтов с заданными плотностью и влажностью учитывают при необходимости реальный градиент напора поровой жидкости, значение которого задается в программе испытаний.

Испытания засоленных грунтов для определения характеристик суффозионной сжимаемости в компрессионно-фильтрационном приборе следует выполнять по схемам:

- «одной кривой» (при испытании одного образца грунта) - для определения характеристик сжимаемости грунта природной влажности при различных давлениях, относительной просадочности и относительного суффозионного сжатия при одном заданном значении давления;

- «трех кривых» (при испытании трех образцов грунта) - для определения при различных давлениях характеристик сжимаемости грунта природной влажности, относительной просадочности и относительного суффозионного сжатия.

Компрессионно-фильтрационные испытания грунтов выполняют по схеме нисходящего или восходящего потока фильтрующей жидкости, а также при любых значениях градиента напора *I* при условии отсутствия механической суффозии.

При испытании по схеме «одной кривой» нагрузку на образец грунта природной влажности производят ступенями нагружения до заданного давления аналогично компрессионному испытанию. После условной стабилизации деформации образца грунта его необходимо замочить водой, продолжая замачивание до условной стабилизации просадки [3]. После окончания просадочных деформаций или в случае их отсутствия следует начать непрерывную фильтрацию воды через образец (при заданном давлении) до условной стабилизации суффозионного сжатия.

Испытание по схеме «трех кривых» проводят на трех образцах грунта ненарушенного сложения, отобранных из одного монолита и отличающихся по плотности сухого грунта не более чем на 0,05 *г/см*^{3}, или на трех образцах нарушенного

сложения, имеющих одинаковые (заданные) степень засоленности и плотность сухого грунта. Один образец испытывают при природной влажности. При этом нагрузку на образец грунта производят ступенями нагружения до заданного давления. Второй образец надлежит перед нагружением замочить (без применения арретира) до полного водонасыщения и затем прикладывать нагрузку на образец ступенями нагружения до заданного давления. После условной стабилизации сжатия водонасыщенного грунта необходимо начать непрерывную фильтрацию воды через образец (при неизменном заданном давлении) до условной стабилизации суффозионного сжатия. Третий образец следует замочить до полного водонасыщения (без передачи нагрузки на образец грунта и без применения арретира) и затем производить выщелачивание солей (рассоление грунта) путем непрерывной фильтрации воды или жидкости заданного состава через образец. После условного рассоления грунта необходимо прикладывать нагрузку на образец ступенями до заданного давления, поддерживая образец в водонасыщенном состоянии.

За критерий условного рассоления грунта β_1 при выщелачивании солей без нагрузки (при испытании по схеме «трех кривых») следует принимать значения β_1, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание водорастворимых солей в зависимости от вида грунта и β_1

Содержание водорастворимых солей, %	Значение β_1 в зависимости от вида грунта, д.е.		
	Песок	Супесь	Суглинок
< 5	0,80	0,65	0,60
5-10	0,85	0,70	0,65
11-20	0,90	0,80	0,75
21-30	0,95	0,90	0,85
> 30	1,00	0,95	

За критерий условной стабилизации суффозионного сжатия грунта при заданном давлении следует принимать приращение относительной деформации, не превышающее 0,001, а при приращении степени выщелачивания солей - равное 0,1.

После начала фильтрации воды через образец грунта показания индикаторов деформаций следует регистрировать в первый час через 15 мин, далее - через час (но не менее пяти раз) в течение рабочего дня, затем один раз в день при испытании грунтов, содержащих легкорастворимые соли, и один раз в два-три дня при испытании грунтов, содержащих среднерастворимые соли.

В процессе выщелачивания солей необходимо отбирать фильтраты для определения в них количества солей по массе плотного остатка: первый фильтрат - после сбора 50 мл жидкости, второй - через 2-3 суток, далее - один раз в неделю при испытании грунтов, содержащих легкорастворимые соли, и один раз в две недели - при испытании грунтов, содержащих среднерастворимые соли.

После завершения испытания рабочее кольцо с влажным грунтом взвешивают, производят контрольное измерение высоты образца грунта в кольце, определяют влажность грунта и массу сухого грунта, а также количественный и качественный состав солей.

По результатам компрессионных испытаний строятся графики зависимости коэффициента пористости грунта от нагрузки и вычисляются по известным формулам из механики грунтов коэффициент относительной сжимаемости, модуль общей деформации и др. характеристики. Классификация грунта по ГОСТ 25100-2010. Грунты. Классификация [2] в зависимости от степени его засоленности устанавливается в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 - Разновидность по степени засоленности D_{sal} (для морского типа засоления – NaCl, Na_2SO_4)

Разновидность грунтов	Суммарное содержание легкорастворимых солей, % массы сухого грунта		
	Песок	Супеси	Суглинки и глины
Незасоленные	<0,05	<0,15	<0,20
Слабозасоленный	0,05–0,15	0,15-0,35	0,20–0,40
Среднезасоленный	0,15–0,30	0,35-0,60	0,40–0,80
Сильнозасоленный	≥ 0,30	≥0,60	≥ 0,80

При испытании грунтов на просадочность по ГОСТ 23161-2012. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик просадочности [3], как указывалось выше, также выполняются компрессионные испытания по методике одной или двух кривых и при этом предусматривается увлажнение грунта через нижний поршень. В процессе проведения испытания вода насыщает образец грунта и выдавливается через верхний поршень.

Подводя итог, необходимо отметить следующее. В описанных выше методиках испытаний в соответствии с указанными нормативными документами предполагается, что концентрация солей в поровых растворах не достигает предельных концентраций. Однако это условие иногда нарушается. Имеют место случаи при продолжительных опытах (несколько суток и более), высокой температуре воздуха в лабораторном помещении и низкой относительной влажности, когда концентрация растворенных солей в выдавливаемом под приложенной нагрузкой из образца грунта поровом растворе достигает предельной концентрации. Соль выпадает в осадок, который попадает в зазор между поршнем и кольцом и скрепляет их между собой. При этом поршень фиксируется, и нагрузка не передается на образец грунта. Информация о том, что испытание грунта проведено не корректно, становится известной в процессе разборки прибора. Автором в процессе производственной деятельности неоднократно фиксировались случаи заклинивания поршня выпавшими в осадок из раствора солями как в случаях компрессионных испытаний грунтов без дополнительного увлажнения, так и при дополнительной подаче воды через нижний поршень.

Следовательно, при компрессионных испытаниях грунтов, содержащих растворенные соли в поровом растворе, иногда при дискомфортных условиях в помещении лаборатории (высокая температура сухого воздуха) в выдавленном из образца грунта под нагрузкой поровом растворе достигается предельная концентрация растворенных солей, которые выпадают в осадок, заклинивая поршень прибора в кольце. В результате, условия испытания образца грунта становятся не корректными (опыт испорчен). Поэтому рекомендуется не допускать высокой температуры воздуха в лаборатории (использовать кондиционер), постоянно увлажнять воздух, устанавливая рядом с компрессионными приборами открытые емкости с водой, а результаты опытов, в которых фиксировалось заклинивания поршня, надо выбраковывать.

Библиографический список

1. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения прочности и деформируемости.

2. ГОСТ 25100-.2010. Грунты. Классификация.

3. ГОСТ 23161-2012. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик просадочности.

УДК 625.12

О ПРОЧНОСТИ ГРУНТОВ

Смоляницкий Л.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье изложены основные положения, характеризующие прочность грунтов, методы определения прочностных характеристик грунтов. Приведены результаты исследований автора, согласно которым угол трения песчаного грунта существенно уменьшается в затопленном состоянии грунта.

Ключевые слова: удельное сцепление грунта, угол внутреннего трения, одноплоскостной срез.

Abstract. The article presents the main provisions characterizing the strength of soils, the methods for determining the strength characteristics of soils. The results of the author's research, according to which the friction angle of sandy soil significantly decreases in the flooded state of the soil, are given.

Keywords: specific cohesion of soil, angle of internal friction, single-plane shear.

Прочность скального грунта, бетона, кирпича определяется предельной нормальной нагрузкой на единицу площади, при которой происходит его разрушение. При этом испытываемый образец кубической или цилиндрической формы раскалывается по трещинам, проходящим под углом примерно 45° к оси приложения нагрузки. Образец дисперсного глинистого грунта расплющится под нормальной нагрузкой, а образец песчаного грунта сохранит такую форму только за счет капиллярных сил и рассыпится при малейшем давлении. Из наблюдений за склонами и откосами известно, что их разрушение происходит в результате смещения одной части грунта относительно другой по какой-то наклонной поверхности. Это обстоятельство позволяет выяснить природу прочности дисперсных грунтов.

Проведем следующий опыт. На жесткий предмет положим, например, доску. На доску положим другой предмет, например, толстую книгу весом *G, H*. Поднимаем доску за один край до тех пор, пока книга не начинает смещаться вниз. Теперь измерим угол наклона доски (рис. 1).

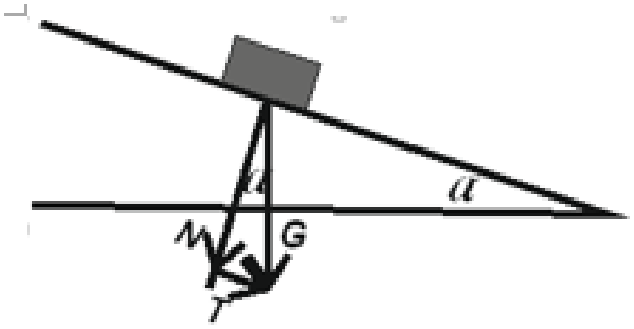


Рис 1. Разложение веса на нормальную и касательную силы.

Вес книги *G* раскладывается на нормальную к доске силу $N = G\cos\alpha$ и сдвигающую силу $T = G\sin\alpha$. Спроектируем действующие на наклонную плоскость силы и напишем условие равновесия: $\xi G\cos\alpha - G\sin\alpha = 0$, или $\xi = tg\alpha$, где ξ –

коэффициент трения между поверхностями доски и книги, α – угол предельного отклонения.

Перейдем к грунту. Выкопаем траншею с вертикальными откосами в песчаном грунте и будем заглублять ее до тех пор, пока не произойдет смещение грунта (оползень). Конечно, сухой песок смещается сразу, формируя устойчивый откос. Измерим угол наклона поверхности смещения грунта (поверхности скольжения в оползне): α – угол предельного отклонения и угол внутреннего трения песка – φ. Таким образом, прочность песчаного грунта определяется двумя факторами - нормальным давлением на грунт и углом его внутреннего трения. Нормальное давление, умноженное на тангенс угла внутреннего трения, превращается в силу сопротивления смещения грунта, распределенную по поверхности смещения, что является прочностью песчаного грунта. Природой этой составляющей прочности грунта является внешняя сила, действующая выше поверхности скольжения (собственный вес грунта или дополнительная нагрузки, или то и другое в совокупности) и трение между частицами песка. В связном грунте еще добавляется удельное сцепление c – это внутренняя сила сопротивления (на единицу площади), распределенная по плоскости смещения, природой которой являются электростатическое взаимодействие между поверхностями минеральных частиц с оболочками связанной воды, капиллярные силы, созданные менисками в порах между частицами, цементационные связи солей, коагуляционные связи коллоидов и другие факторы, действующие на уровне молекул и атомов. Сила сцепления (удельное сцепление, умноженное на площадь поверхности смещения) действует также вдоль поверхности смещения (сдвига).

Итак, прочность грунта на единицу площади как сопротивление сдвигу по закону Кулона выражается уравнением: $\tau = c + \sigma tg\varphi$ (1).

В песчаном грунте $\tau = \sigma tg\varphi$ (2).

Песчаный массив может приобретать прочность не только под действие внешних сил, прижимающих частицы друг к другу, но и под действием капиллярных (внутренних) сил, создаваемых менисками воды.

Простой пример. Вы с трудом идете вдоль песчаного берега реки или моря по воде или вдали от воды по сухому песку – ноги проваливаются в песок. Отойдите от кромки воды на 1–2 метра на капиллярно влажный песок, и песок легко выдерживает ваш вес и даже сохраняет отпечатки, пока не высохнет или не зальется водой. Здесь прочность песка определяется капиллярным давлением. В том случае, когда не все давление передается на минеральные частицы, когда поры заполнены водой, и вода частично воспринимает давление, прочность грунта составляет:

$\tau = c + (\sigma - u)tg\varphi$ (3),

где u – поровое давление. Рассмотрим объемную задачу. Главные нормальные напряжения действуют по трем осям, при этом большее главное напряжение действует по оси Z и равно σ_1, а меньшие главные напряжения $\sigma_2 = \sigma_3$ действуют по осям X и Y. Отобразим эти напряжения на диаграмме Мора (рис. 2)

При изменении угла α величины составляющих напряжений также будут меняться, и если касательные (сдвигающие) напряжения достигнут определенной доли от нормальных, то, как показывают опыты на сдвиг, произойдет скольжение одной части грунта по другой. Таким образом, условием предельного равновесия грунта в данной точке будет:

$\tau a \leq f(\sigma_a + P_e)$; $\tau a / (\sigma_a + P_e) = tg\Theta \leq f$ (4).

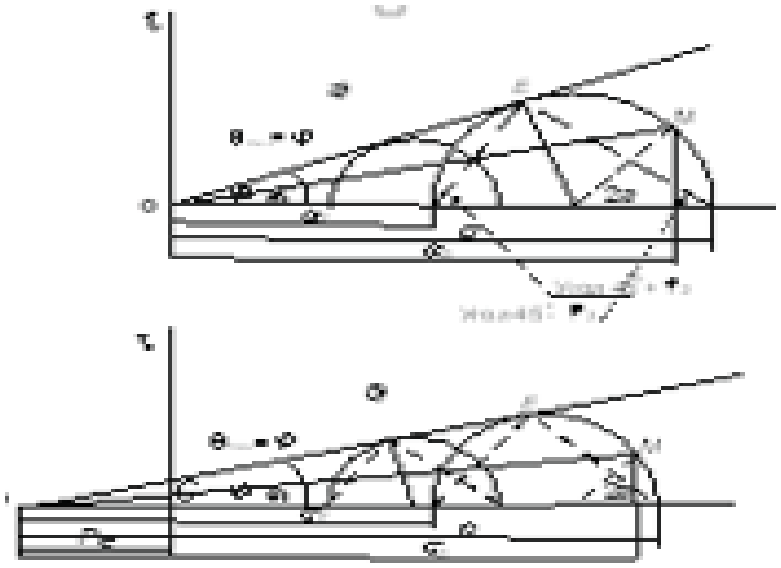


Рис 2. Схема предельных напряжений
а) в несвязных (песчаных) грунтах,
б) в связных (глинистых) грунтах

Если f – величина постоянная, то в предельном состоянии она представляет собой тангенс угла наклона прямолинейной огибающей кругов предельных напряжений:

$$(\sigma_1 - \sigma_2) / (\sigma_1 + \sigma_2) = \sin\varphi;\ tg\Theta_{max} \le f. \qquad \text{(рис. 2, } а, б\text{)}.$$

С другой стороны, это отношение равно тангенсу угла отклонения Θ, т.е. угла, на который отклоняется полное напряжение для площадки σ от нормали к этой площадке. Так как через заданную точку можно провести множество площадок, то, очевидно, необходимо отыскать самую невыгодную площадку, для которой будет существовать максимальный угол отклонения Θ_{max}. Тогда условие предельного равновесия для сыпучих грунтов согласно диаграмме сдвига, т.е. максимальное значение угла отклонения Θ_{max} , наступит тогда, когда огибающая OE коснется круга предельных напряжений. Из геометрических соотношений вытекает, что поставленному условию удовлетворяет равенство, где σ_1 и σ_2 – главные напряжения; φ – угол внутреннего трения грунта. Это и есть условие предельного равновесия для сыпучих грунтов. Ему можно придать несколько другой вид после тригонометрических преобразований, а именно:

$$\sigma_z = \sigma_1 (1 - \sin\varphi) / (1 + \sin\varphi) \qquad (5);$$

$$(\sigma_z - \sigma_x)^2 + 4\tau^2_{zx} = (\sigma_z + \sigma_x + 2 - ctg\varphi)^2 \sin^2\varphi;\ \sigma_2 / \sigma_1 = tg^2(45^o \pm \varphi/2) \qquad (6).$$

Для связных грунтов, подобно предыдущему, пользуясь кривой предельных напряжений (рис. 2. б), получим условие предельного равновесия в виде:

$$\sigma_1 - \sigma_2 = 2 \sin\varphi\ [(\sigma_1 + \sigma_2) /2 + P_e], \qquad (7),$$

а так как $P_e = c$ / tgφ, где c - сцепление грунта, определяемое как начальный параметр огибающей кругов предельных напряжений, то уравнение может быть представлено в виде:

$$1/\cos\varphi\ (\sigma_1 - \sigma_2) / 2 - tg\varphi(\sigma_1 + \sigma_2) / 2 = c \qquad (8).$$

Последняя формула широко используется в задачах теории предельного равновесия. Условие предельного равновесия в составляющих напряжениях σ_z, σ_y и $\boldsymbol{\tau_{zy}}$ для связных грунтов имеет следующий вид:

$$[(\sigma_z - \sigma_y)^2 + 4\tau^2_{yz}] / (\sigma_z + \sigma_y + 2c\ ctg\varphi)^2 = \sin^2\varphi \qquad (9).$$

Круг предельных напряжений дает возможность определить направления площадок скольжения для любой заданной точки. Таким образом, в условиях предельного равновесия площадки скольжения будут наклонены под углом (45°±φ/2) к направлению площадок главных напряжений. В том случае, когда грунт взвешен в воде, в расчете нормального давления, следует применять удельный вес взвешенного в воде грунта.

В практике инженерных изысканий для строительства прочностные характеристики грунтов определяются в основном методом одноплоскостного среза по ГОСТ 12248. 2010. Испытание грунта методом одноплоскостного среза проводят для определения следующих характеристик прочности: сопротивление грунта срезу τ; угла внутреннего трения φ, удельного сцепления c для песков (кроме гравелистых и крупных), глинистых и органо-минеральных грунтов.

Эти характеристики определяют по результатам испытаний образцов грунта в одноплоскостных срезных приборах с фиксированной плоскостью среза путем сдвига одной части образца относительно другой его части касательной нагрузкой при одновременном нагружении образца нагрузкой, нормальной к плоскости среза.

Для глинистых грунтов по специальному заданию может быть проведен повторный срез образца по фиксированной плоскости - срез «плашка по плашке». Не допускается испытывать грунты, выдавливаемые в процессе испытания в зазор между подвижной и неподвижной частями срезной коробки.

Сопротивление грунта срезу определяется как предельное среднее касательное напряжение, при котором образец грунта срезается по фиксированной плоскости при заданном нормальном напряжении. Для определения c и φ необходимо провести не менее трех испытаний при различных значениях нормального напряжения.

Испытания проводят по следующим схемам:

- консолидированно-дренированное испытание - для песков и глинистых грунтов независимо от их степени влажности в стабилизированном состоянии;

- неконсолидированно-недренированное испытание - для водонасыщенных глинистых и органоминеральных грунтов в нестабилизированном состоянии и просадочных грунтов, приведенных в водонасыщенное состояние замачиванием без приложения нагрузки.

Для испытаний используют образцы грунта ненарушенного сложения с природной влажностью или в водонасыщенном состоянии, или образцы нарушенного сложения с заданными значениями плотности и влажности (в т.ч. при полном водонасыщении), или образцы, отобранные из уплотненного массива, для искусственно уплотненных грунтов.

При этом образцы просадочных грунтов испытывают в водонасыщенном состоянии, а набухающих - при природной влажности.

Образцы должны иметь форму цилиндра диаметром не менее 70 мм и высотой от 1/2 до 1/3 диаметра. Для однородных глинистых грунтов (без включений) допускается при испытаниях в полевых лабораториях уменьшать диаметр образца до 56 мм.

В состав установки для испытания грунта методом одноплоскостного среза должны входить:

- срезная коробка, состоящая из подвижной и неподвижной частей и включающая рабочее кольцо с внутренними размерами, как указано выше жестких сплошного и перфорированного штампов;

- механизм для вертикального нагружения образца;

- механизм создания касательной нагрузки;

- устройства для измерения деформаций образца и прикладываемой нагрузки.

Для испытания образца песчаных грунтов применяют срезную коробку с нижней подвижной частью.

Конструкция срезного прибора должна обеспечивать первоначальное вертикальное давление на образец (от веса штампа и измерительных приборов на нем) не более 0,025 МПа.

При необходимости предварительного уплотнения образца могут применяться уплотнители, позволяющие производить уплотнение при заданном давлении и сохранении природной или заданной влажности, а также в условиях полного водонасыщения. В состав уплотнителя должны входить следующие основные узлы:

- цилиндрическая обойма, в которую помещается рабочее кольцо с образцом;
- жесткий перфорированный штамп;
- механизм для вертикального нагружения образца;
- ванна для водонасыщения образца;
- гидроизолирующие элементы;
- устройство для измерения вертикальных деформаций образца.

Предварительное уплотнение образца при консолидированно-дренированном испытании проводят непосредственно в рабочем кольце срезного прибора или в уплотнителе. При предварительном уплотнении в уплотнителе рабочее кольцо с подготовленным образцом грунта следует поместить в обойму уплотнителя, а затем собранную обойму установить в ванну уплотнителя на перфорированный вкладыш (предварительно торцы образца необходимо покрыть влажным бумажным фильтром). Далее необходимо установить на образец перфорированный штамп, произвести регулировку механизма нагрузки, установить приборы для измерения вертикальных деформаций грунта и записать их начальные показания.

Для испытаний образцов грунта в условиях полного водонасыщения необходимо предварительно замочить образцы, заполнив ванну уплотнителя водой.

При испытании просадочных грунтов, имеющих природную влажность меньше влажности на границе раскатывания, необходимо доувлажнить образцы до влажности, равной влажности на границе раскатывания.

Образцам набухающих грунтов, предназначенным для определения сопротивления срезу в условиях полного водонасыщения после стабилизации деформаций набухания при заданном нормальном давлении, необходимо передать до начала замачивания давление заданное нормальное давление.

Время насыщения образцов водой должно быть не менее значений, указанных в таблице ГОСТ 12248.

Если при заданных нормальных давлениях зависимость $\tau = f(\sigma)$ на начальном участке имеет существенно нелинейный характер, то значения p должны быть изменены так, чтобы соблюдалась линейность указанной зависимости.

Каждую ступень давления при предварительном уплотнении выдерживают в течение времени, указанного в таблице 5.1 ГОСТ, а конечную ступень - до достижения условной стабилизации деформаций сжатия образца грунта.

За критерий условной стабилизации деформации принимают ее приращение, не превышающее 0,01 мм за время, указанное в таблице 5.1 ГОСТ.

В процессе предварительного уплотнения образцов грунта, а при их испытаниях в водонасыщенном состоянии и в период замачивания, регистрируют в журнале испытаний вертикальные деформации образцов. В конце каждой ступени нагружения записывают показания приборов для измерения деформаций, а на последней ступени так, чтобы зафиксировать наступление условной стабилизации деформации сжатия образца грунта.

При замачивании образца грунта вертикальные деформации следует фиксировать по окончании замачивания, а для набухающих грунтов фиксируют наступление условной стабилизации деформации набухания. На образец грунта передают то же нормальное давление, при котором происходило предварительное уплотнение грунта, за исключением образцов просадочного грунта, испытываемых в водонасыщенном состоянии. В этом случае нормальное давление при срезе должно составлять 0,1; 0,2; 0,3 МПа.

Испытание на повторный срез выполняют при том же нормальном давлении, при котором был осуществлен первый срез. Нормальную нагрузку следует передать на образец в одну ступень и выдержать ее не менее:

- 5 мин - для песков;
- 15 мин - для супесей;
- 30 мин - для суглинков и глин;
- 10 мин - при повторном срезе.

При передаче касательной нагрузки ступенями их значения должны составлять 5% от значения нормальной нагрузки, при которой производят срез. На каждой ступени нагружения записывают показания приборов для измерения деформаций среза через каждые 2 мин, уменьшая интервал между измерениями до 1 мин в период затухания деформации до ее условной стабилизации.

За критерий условной стабилизации деформации среза принимают скорость деформации, не превышающую 0,01 мм/мин.

При непрерывно возрастающей касательной нагрузке скорость среза должна быть постоянной и соответствовать указанной в таблице 5.3. ГОСТ. Деформации среза фиксируют не реже чем через 2 мин. Испытание следует считать законченным, если при приложении очередной ступени касательной нагрузки происходит мгновенный срез (срыв) одной части образца по отношению к другой или общая деформация среза превысит 5 мм.

При проведении среза с постоянной скоростью за окончание испытаний принимают момент, когда срезающая нагрузка достигнет максимального значения, после чего наблюдается некоторое ее снижение или установление постоянного значения, или общая деформация среза превысит 5 мм.

После окончания испытания следует разгрузить образец, извлечь рабочее кольцо с образцом из прибора и отобрать пробы для определения влажности из зоны среза образца.

При выполнении неконсолидированно-недренированного испытания рабочее кольцо с образцом грунта помещают в срезную коробку и закрепляют в ней. Далее устанавливают сплошной штамп, производят регулировку механизма нагрузки, устанавливают зазор 0,5-1 мм между подвижной и неподвижной частями срезной коробки, устанавливают приборы для измерения деформации среза и записывают начальные показания. На образец грунта передают сразу в одну ступень нормальное давление, при котором будет производиться срез образца.

Если при давлениях 0,125 и 0,15 МПа происходит выдавливание грунта в зазор между подвижной и неподвижной частями срезной коробки, то необходимо их уменьшить на 0,025 МПа. После передачи нормальной нагрузки приводят в действие механизм для создания касательной нагрузки и производят срез образца грунта не более чем за 2 мин с момента приложения нормальной нагрузки.

При передаче касательной нагрузки ступенями их значения не должны превышать 10% значения нормального давления, при котором производится срез, и приложение ступеней должно следовать через каждые 10-15 с.

При передаче непрерывно возрастающей касательной нагрузки скорость среза принимают в интервале 2-3 мм/мин так, чтобы срез проходил в течение указанного времени.

По измеренным в процессе испытания значениям касательной и нормальной нагрузок вычисляют касательные и нормальные напряжения по приведенным выше формулам.

При проведении повторных испытаний угол внутреннего трения φ и удельное сцепление c вычисляют по формулам:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{n\sum \tau_i\sigma_i - \sum \tau_i \sum \sigma_i}{n\sum (\sigma_i)^2 - (\sum \sigma_i)^2}; \qquad (10)$$

$$c = \frac{\sum \tau_i \sum \sigma_i^2 - \sum \sigma_i \sum \tau_i\sigma_i}{n\sum (\sigma_i)^2 - (\sum \sigma_i)^2}; \qquad (11)$$

Опытные значения сопротивления срезу, определенные при различных значениях нормальных напряжений, относят к одному инженерно-геологическому элементу или отдельному монолиту грунта (при $n > 3$); n – число испытаний.

Необходимо отметить, что определение прочностных характеристик грунта выполняется путем разрушения образца и результат испытания существенно зависит от применяемой методики. При консолидированно-дренированном испытании образец грунта предварительно уплотняется в воде нагрузкой (до полного исчезновения порового давления), при которой будет приложено разрушающее усилие. Например, на приборе одноплоскостного среза предварительное уплотнение выполняется нагрузками 100, 200 и 300 *кПа.* Давление 300 *кПа* соответствует примерно бытовому давлению на глубине 15 метров. А если нас интересует прочность грунта в массиве на глубине 5 метров? В этом случае прочность грунта по результатам испытаний будет завышена. Испытания образцов по методике недренированно-неконсолидированного среза (обычно выполняется для определения прочности грунтов в оползневом массиве) предполагают возможность возникновения в образце при испытании порового давления, когда не вся нормальная нагрузка передается на скелет грунта. Но поровое давление обычно неизвестно.

Если песчаный грунт (и легкая супесь) имеет капиллярную влажность, то его прочность достаточно высока, так как угол внутреннего трения имеет высокое значение (в зависимости от крупности песка и его плотности от 32 до 40 градусов). Когда песок затоплен (или он воздушно сухой), его прочность резко, скачкообразно уменьшается. Назовем «затопленным грунтом» такой грунт, который не только водонасыщен, но в нем поры заполнены водой так, что в них отсутствуют капиллярные мениски. В затопленных песках (и в легких супесях) капиллярная вода полностью заменена гравитационной водой и грунт взвешен в ней.

При испытаниях песчаного грунта в одноплоскостном срезном приборе по данным, указанным в работах [2; 3] и в опытах автора данной статьи, значение угла внутреннего трения оказывалось одинаковым в песке при капиллярной влажности и в затопленном состоянии. Причина этого заключалась в том, что в тонкой плоскости среза вода частично отжималась и условие затопления переходило в условие капиллярной влажности.

Совершенно другой результат был получен автором при испытаниях песка в массиве, когда разрушение (сдвиг) захватывает большой объем грунта. Автором было установлено следующее. В опытах на вращательный срез разрушающий момент при

затоплении образца песка (средней крупности и мелком) уменьшался в 1,95-2,1 раза, в других опытах разрушающее нормальное давление на песок, которое передавалось через штамп, при затоплении песка уменьшалось в 3-3,5 раза. (При этом следует отметить, что в связи с ограничением объема емкости, в которой проводились штамповые испытания, значения 3-3,5 могут быть завышенными).

Также в лабораторных условиях исследовалось влияние затопления на устойчивость откосов, сложенных песчаными грунтами. Угол естественного откоса песка средней крупности (без дополнительной нагрузки сверху) составлял 23-24 градуса в сухом и затопленном состояниях, а при капиллярной влажности в лотке глубиной 10 см устойчивым является даже вертикальный откос. Устойчивый откос, под нагрузкой 80 *кПа*, в капиллярно влажном песке при разных влажностях при средней плотности имел предельное заложение в разных опытах от 1:1,55 до 1:1,62, а в образцах затопленных и в воздушно сухом песке устойчивый откос имел заложение 1:3,4 - 1:3,5, то есть угол внутреннего трения затопленного песка под нагрузкой составил примерно 17 градусов.

Опыты производились по разным методикам: формировался откос, путем удаления уже затопленного песка, устойчивый откос в капиллярно влажном песке медленно затапливался снизу. Следует отметить, что нормативами при возведении насыпей отсыпкой песчаного грунта в воду рекомендованы значение устойчивого заложения откоса для песка крупного и средней крупности 1:2, а для песка мелкого пылеватого - 1:4. Очевидно имелось в виду, что устойчивое заложение откосов в песке при его отсыпке в воду устанавливалось от 1:2 до 1:4 в зависимости от крупности песка – от крупного до пылеватого. Таким образом песок, переходя из капиллярно влажного, даже водонасыщенного состояния, в затопленное состояние скачкообразно существенно теряет прочность в результате исчезновения капиллярных сил, прижимающих минеральные частицы грунта друг к другу и взвешивания этих частиц в поровой воде. Предлагается учитывать снижение прочности песка (легкой супеси) практически в два раза введением характеристики «угол внутреннего трения затопленного песка $\varphi_{зат}$», тогда:

$$\varphi_{зат} = arc\ 0{,}5tg\varphi \qquad (12).$$

При этом уравнение, определяющее прочность песка, примет вид:

$$\tau = c + \sigma x tg\varphi_{зат} \qquad (13).$$

Отметим, что в Классификации оползней Института Геоэкологии РАН выделяются поверхностные малосвязные отложения, которые при затоплении оползают до устойчивого откоса с углом, равным половине угла внутреннего трения грунта, из которого они сложены.

Угол внутреннего трения песков φ может быть определен по таблицам результатов статического или динамического зондирования [1, табл. 1.47, 1.51] При этом сопротивление погружению наконечника зонда практически одинаково, когда песок имеет капиллярную влажность или затоплен (расположен ниже уровня подземной воды). Причем здесь нет противоречия. Наконечник зонда раздвигает частицы песка, уплотняет песок вокруг себя в зоне влияния до двух диаметров – фактически выполняется испытание песка на деформацию – уплотнение. А для определения угла внутреннего трения необходимо произвести сдвиг по поверхности разрушения, чтобы реализовалось трение – сопротивление сдвигу. Поэтому, в очень плотный песок зонд погрузить невозможно, так как пористость песка уменьшиться не может, а для сдвига требуются усилия, которые невозможно реализовать. Таблицы для определения угла внутреннего трения по сопротивлению зондирования построены по корреляции с результатами лабораторных или полевых испытаний песка на сдвиг. При испытании на лопастной срез сопротивление песка затопленного

примерно в два раза меньше, чем песка с капиллярной влажностью, о чем было сказано выше.

Таким образом, при инженерно-геологических изысканиях следует обращать особое внимание на возможность затопления прослоев и слоев песка, а при расчете устойчивости склонов и откосов учитывать существенное снижение угла внутреннего трения в период их затопления.

Библиографический список

1. Смоляницкий Л.А. Земляное полотно железных и автомобильных дорог. Воронеж: РГУПС, 2020. 168 с.

2. Терцаги К и Пек Р. Механика грунтов в инженерной практике. М.: Госстройиздат, 1958, 608 с.

3. Цытович Н.А. Механика грунтов. М.: Госстройиздат, 1963. 640 с.

УДК 625.12

РЕЗУЛЬТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ОСНОВАНИЙ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

Смоляницкий Л.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье приведены требования нормативных документов к производству обследования оснований, результаты обследований, выводы по результатам обследований длительно эксплуатируемых объектов.

Ключевые слова: основание сооружения, грунт, плотность грунта, глубина заложения фундамента, деформация.

Abstract. The article presents the requirements of normative documents for the survey of foundations, the results of the survey, the conclusions from the results of the survey of long-term operating facilities.

Keywords: foundations of structures, soil, soil density, foundation depth, deformation.

Обследования технического состояния оснований и фундаментов проводится в соответствии с техническим заданием. Состав, объемы, методы и последовательность выполнения работ обосновываются в рабочей программе, входящей в общую программу обследования, с учетом степени изученности и сложности природных условий. Обследование фундаментов зданий и сооружений, построенных с сохранением вечномерзлого состояния грунтов основания, предпочтительно проводить в зимний период, построенных на оттаивающих и талых грунтах - в летний период года.

В состав работ по обследованию грунтов оснований и фундаментов зданий и сооружений включают:

- изучение имеющихся материалов по инженерно-геологическим исследованиям, проводившимся на данном или на соседних участках;
- изучение планировки и благоустройства участка;
- изучение материалов, относящихся к заложению фундаментов исследуемых зданий и сооружений;
- проходку шурфов, преимущественно вблизи фундаментов;
- бурение скважин с отбором образцов грунта, проб подземных вод и определением их уровня;

- зондирование грунтов;
- испытания грунтов статическими нагрузками;
- исследования грунтов геофизическими методами;
- лабораторные исследования грунтов оснований и подземных вод;
- обследование состояния искусственных свайных оснований и фундаментов [1].

При обследовании оснований и фундаментов обычно:
- уточняется инженерно-геологическое строение участка застройки;
- отбираются пробы грунтовых вод для оценки их состава и агрессивности (при необходимости);
- определяется тип фундаментов, их форма в плане, размер, глубина заложения, выявляются выполненные ранее усиления фундаментов и закрепления оснований;
- устанавливаются повреждения фундаментов, отбираются пробы для лабораторных испытаний материалов фундаментов;
- устанавливается наличие и состояние гидроизоляции.

Расположение и общее число выработок, точек зондирования, необходимость применения геофизических методов, объем и состав физико-механических характеристик грунтов определяются согласно программе обследования и зависят от размеров здания или сооружения и сложности инженерно-геологического строения площадки. Для детализации исследования грунтовых условий в местах деформирования зданий и сооружений учитывают также выявленные ранее деформации их конструкций.

В результате обследования грунтов устанавливают соответствие новых данных архивным (при наличии). Выявленные различия в инженерно-геологической и гидрогеологической обстановке и свойствах грунтов используют для выявления причин деформаций и повреждений зданий, разработки прогнозов и учитывают при выборе способов усиления фундаментов или упрочнения основания (если необходимо).

Контрольные шурфы проходят в зависимости от местных условий с наружной или внутренней стороны фундаментов. При этом шурфы располагают, исходя из следующих требований: в каждой секции фундамента - по одному шурфу у каждого вида конструкции в наиболее нагруженном и ненагруженном участках. При наличии зеркальных или повторяющихся (по плану и контурам) секций - в одной секции отрываются все шурфы, а в остальных - один-два шурфа в наиболее нагруженных местах; в местах, где предполагают установить дополнительные промежуточные опоры, в каждой секции отрывают по одному шурфу. Дополнительно отрывают для каждого строения два-три шурфа в наиболее нагруженных местах с противоположной стороны стены, там, где имеется выработка.

При наличии деформаций стен и фундаментов шурфы в этих местах проходят обязательно, при этом в процессе работы назначают дополнительные шурфы для определения границ слабых грунтов оснований или границ фундаментов, находящихся в неудовлетворительном состоянии.

Глубина шурфов, расположенных около фундаментов, должна превышать глубину заложения подошвы на 0,5-1 м. Длина обнажаемого участка фундамента должна быть достаточной для определения типа и оценки состояния его конструкций.

Оборудование, способы проходки и крепления выработок (скважин) инженерно-геологического назначения выбираются в зависимости от геологических условий и условий подъезда транспорта, наличия коммуникаций, стесненности площадки, свойств грунтов, поперечных размеров шурфов и глубины выработки.

Для исследования грунтов ниже подошвы фундаментов рекомендуется бурить скважину со дна шурфа. Глубина заложения выработок должна назначаться, исходя из глубины активной зоны основания, конструктивных особенностей здания и сложности

геологических условий. Физико-механические характеристики грунтов следует определять по образцам, отбираемым в процессе обследования. Число и размеры образцов грунта должны быть достаточными для проведения комплекса лабораторных испытаний.

Интервалы определения характеристик по глубине, число частных определений деформационных и прочностных характеристик грунтов должны быть достаточны для вычисления их нормативных и расчетных значений. Результаты инженерно-геологических изысканий должны содержать данные, необходимые для определения свойств грунтов оснований для возможности надстройки дополнительных этажей, устройства подвалов и т.п., выявления причин дефектов и повреждений и определения мероприятий по усилению оснований, фундаментов, надфундаментных конструкций; выбора типа гидроизоляции подземных конструкций, подвальных помещений; установления вида и объема водопонижающих мероприятий на площадке.

Материалы инженерно-геологического обследования должны представляться в виде Технического отчета по результатам инженерно-геологического и геотехнического обследования основания. В процессе проведения обследования ведется рабочий журнал, который должен содержать все условия проходки, атмосферные условия, схемы конструкций фундаментов, размеры и расположения шурфов и т.д.

Автор в течение многих лет лично участвовал в обследовании оснований многочисленных зданий и сооружений (в основном в г. Воронеже), некоторые из них эксплуатируются уже 50-150 лет. Было установлено, что даже в тех случаях, когда грунт под фундаментом уплотнился на величину 0,03-0,05 *г/см*^{3}, его влажность оставалась практически неизменной. Исключением являлись объекты, на которых происходили утечки техногенных или бытовых вод. На одном объекте (промплощадка старинной кордовой фабрики в г. Воронеже) при реконструкции в 60-х годах прошлого века часть территории была покрыта асфальтобетоном, а на другой части устроены, постоянно поливаемые, цветники. Первоначально полутвердый грунт в природном состоянии (покровный суглинок) под водонепроницаемым покрытием подсох - приобрел твердую консистенцию, а под фундаментами около цветников увлажнился, стал тугопластичным (глубина заложения подошвы фундаментов - 2-3 метра).

На территории крупных населенных пунктов построены сотни тысяч зданий разной этажности, которые в подавляющем большинстве случаев (когда в основании под подошвой фундаментов не залегали специфические грунты, не учтенные при проектировании, или не было долговременного замачивания грунтов техногенной водой или атмосферными осадками) находятся в стабильном состоянии.

С целью повышения качества и удешевления изысканий для таких территорий необходимо разработать местные нормативы с таблицами характеристик «условных ИГЭ» с учетом геоморфологии, стратиграфии, гипсометрии, генезиса грунтов, их плотности и консистенции.

Однако эта задача существенно усложнена двумя факторами: отсутствием финансирования и полным развалом региональной системы накопления фондовых материалов. Отчеты по изысканиям не сдаются в архивы местных органов архитектуры и не доступны для использования сторонними организациями.

Необходимо в законодательном порядке создать общедоступные сайты в интернете, в которых должны размещаться результаты всех новых изысканий и оцифрованные отчеты прошлых лет. В цивилизованных странах издаются общедоступные бюллетени, в которых публикуются результаты изысканий.

Важным вопросом при испытаниях грунтов является статистическая обработка результатов, а конкретно, определение коэффициента надежности по грунту. Отметим

сначала, что методы расчетов оснований и фундаментов, устойчивости земляных сооружений, откосов и природных склонов являются достаточно приближенными. Незнание многих факторов, влияющих на деформации (осадку) и устойчивость, компенсируются для сооружения коэффициентами перегрузки, а для грунтов – коэффициентами надежности. Поэтому в отчетах по инженерно-геологическим изысканиям на конкретных объектах в таблицах нормативных и расчетных характеристик значения плотностей грунта следует округлять до 0,01 *г/см*^{3}, значения модуля общей деформации - до целых значений *МПа*, удельного сцепления - до целых значений *кПа*, угла внутреннего трения - до целых значений градусов.

При экспертизе отчетов по инженерно-геологическим изысканиям обнаруживаются два случая определения расчетных характеристик грунтов. В первом случае (это отчеты квалифицированных организаций, в которых коэффициенты надежности по грунтам рассчитывались программой) иногда разница между нормативными и расчетными характеристиками настолько мала, что приводятся значения удельного сцепления и угла внутреннего трения до второго знака после запятой, потому что при округлении получатся одни и те же цифры для нормативных и расчетных характеристик. Во втором случае (в слабых организациях) расчетные значения произвольно без расчетов уменьшают на несколько процентов. Плох и первый случай и второй. Предложение по улучшению методики были приведены автором ранее.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Нормативные документы достаточно полно регламентируют процесс обследования оснований и фундаментов эксплуатируемых сооружений.

2. Влажность грунтов оснований обследованных эксплуатируемых зданий практически не изменилась на объектах, где уровень подземных вод также не изменялся (консолидация грунтов не происходила).

3. С целью доступности результатов инженерно-геологических изысканий на конкретных территориях для широкого круга специалистов и возможности их обобщения, экземпляр отчета по изысканиям должен в обязательном порядке исполнителем работ сдаваться в архив отдела архитектуры местной администрации, как это было в период СССР и делается в большинстве зарубежных стран сейчас.

Библиографический список

1. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.

УДК 625.12

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Смоляницкий Л.А.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье рассмотрена существующая методика определения нормативных и расчетных характеристик грунтов. Внесены предложения по усовершенствованию методики определения расчетных характеристик и доказана их правомерность.

Ключевые слова: инженерно-геологический элемент, вероятность, средние арифметические значения измеренной величины, среднеквадратичное отклонение, истинное значение, расчетное значение характеристики.

Abstract. The paper considers the existing methodology for determining the normative and design characteristics of soils. Proposals to improve the methodology for determining design characteristics are made and their validity is proved.

Keywords: geotechnical element, probability, arithmetic mean of the measured value, standard deviation, true value, calculated value of the characteristic.

В процессе инженерно-геологических изысканий для проектирования строительных сооружений в инженерно-геологическом разрезе выделяется какое-то количество слоев грунта. В зависимости от генезиса количество слоев, их мощность, взаимное пространственное расположение может быть различным, а геотехнические характеристики в пределах каждого слоя могут варьировать в каком-то диапазоне. Для практического применения при проектировании необходимо упорядочение геологического разреза, которое заключается в объединении однородных геологических слоев на основании нормированного статистического обобщения численных значений характеристик грунтов. Такое обобщение выполняется в соответствии с ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний [1]. Нормативный документ основан на законах статистики с использованием следующих определений из теории вероятностей:

- вероятность - числовая характеристика возможности появления какого-либо определенного события в тех или иных определенных условиях, которые могут повторяться неограниченное число раз, выражаемая в долях единицы или процентах;
- вероятности, с которыми характеристики грунтов, трактуемые как случайные величины, принимают те или иные значения, образуют распределение вероятностей, для установления которого по выборочным данным оценивают один или несколько параметров распределения;
- доверительный интервал - интервал, вычисленный по выборочным данным, который с заданной вероятностью (доверительной) накрывает неизвестное истинное значение оцениваемого параметра распределения;
- доверительная вероятность - вероятность того, что доверительный интервал накроет неизвестное истинное значение параметра, оцениваемого по выборочным данным;
- односторонняя доверительная вероятность - вероятность того, что неизвестное истинное значение параметра не выйдет за пределы нижней (или верхней) границы доверительного интервала;
- среднее значение (выборочное) - среднеарифметическое частных значений, образующих выборку величин, независимых друг от друга и от пространственных координат;
- среднеквадратическое отклонение - мера отклонения опытных данных от выборочного среднего значения или функциональной зависимости, выражаемая в абсолютных единицах и вычисляемая по формулам;
- коэффициент вариации - мера отклонения опытных данных от выборочного среднего значения, выражаемая в долях единицы или процентах и вычисляемая по формуле;
- сравнительный коэффициент вариации - мера изменчивости величины, зависящая от начала отсчета выборки и вычисляемая по формуле;

- число степеней свободы - число независимых наблюдений, равное числу определений *n* характеристики минус число оцениваемых статистических параметров;

- метод наименьших квадратов - метод статистической оценки функциональной зависимости путем установления таких ее параметров, при которых сумма квадратов отклонений опытных данных от этой зависимости является минимальной;

- инженерно-геологический элемент (ИГЭ) - основная грунтовая единица при инженерно-геологической схематизации грунтового объекта;

- расчетный грунтовый элемент (РГЭ) - основная грунтовая единица, выделяемая с учетом применяемого при проектировании грунтового объекта расчетного или экспериментального метода.

Статистическую обработку результатов испытаний проводят для оценки неоднородности грунтов, выделения ИГЭ, а при необходимости и РГЭ, и вычисления нормативных и расчетных значений характеристик грунтов. Опытные данные, для которых проводится статистическая обработка, должны быть получены единым методом испытания. Применяемые в настоящем стандарте методы статистической обработки используют нормальный закон распределения вероятностей. При обосновании могут быть использованы и другие законы распределения, например, логарифмически нормальный.

Неоднородность грунта оценивают с помощью коэффициента вариации характеристик грунта. Для сравнения неоднородности по разным характеристикам может применяться сравнительный коэффициент вариации. Статистическую обработку проводят для частных значений характеристик грунтов или фиксируемых в отдельных испытаниях величин, которые составляют случайную выборку. При наличии закономерного изменения характеристики в каком-либо направлении (чаще всего с глубиной) статистическую обработку проводят для определения параметров корреляционной зависимости, аппроксимирующей опытные точки линейной или кусочно-линейной функцией.

Статистическую обработку результатов испытаний выполняют для ИГЭ или РГЭ. За ИГЭ принимают некоторый объем грунта одного и того же происхождения, подвида или разновидности (см. ГОСТ 25100 [2]) при условии, что значения характеристик грунта изменяются в пределах элемента случайно (незакономерно) либо наблюдающаяся закономерность такова, что ею можно пренебречь. В случае выявления закономерности следует решить вопрос о необходимости разделения предварительно выделенного ИГЭ на два или несколько новых ИГЭ. ИГЭ наделяют постоянными нормативными и расчетными значениями характеристик. Комплекс ИГЭ используют при создании инженерно-геологической модели объекта.

За РГЭ принимают некоторый объем грунта необязательно одного и того же происхождения, подвида или разновидности, в пределах которого нормативные и расчетные значения характеристик по условиям применяемого расчетного или экспериментального метода проектирования объекта могут быть постоянными или закономерно изменяющимися по направлению (чаще всего по глубине). РГЭ может включать в себя один или несколько ИГЭ. Комплекс РГЭ используют при создании расчетной геомеханической модели объекта (однако при этом местоположение, конфигурацию и объем ИГЭ и РГЭ устанавливают с учетом сведений об объекте строительства и геологических данных). Выделение РГЭ должно осуществляться совместно изыскателем и проектировщиком.

Для всех характеристик грунта вычисляют нормативные, а для характеристик, используемых в расчетах, и расчетные значения. Нормативные значения характеристик определяют или как среднестатистические, получаемые осреднением их частных значений, или как отвечающие осредненным по частным значениям,

аппроксимирующим зависимостям между измеряемыми в опытах величинами (или функционально с ними связанными величинами), или по зависимостям каких-либо из этих величин от координат по одному из направлений.

Расчетное значение получают делением нормативного значения на коэффициент надежности по грунту γ_g. Коэффициент надежности по грунту γ_g должен устанавливаться с учетом изменчивости и числа определений характеристики (числа испытаний) при заданной доверительной вероятности. В расчетное значение характеристики проектировщиком в соответствии с указаниями норм проектирования различных видов сооружений могут вводиться и другие коэффициенты надежности, учитывающие влияние факторов, которые не могут быть учтены статистическим путем. Для отдельных характеристик грунтов по указаниям норм проектирования различных видов сооружений их расчетные значения могут быть приняты равными нормативным значениям.

Значения доверительной вероятности при вычислении расчетного значения характеристики грунта принимают в соответствии с рекомендациями норм проектирования различных видов сооружений, и они должны быть указаны в техническом задании и программе работ на проведение инженерно-геологических изысканий. Число определений характеристики грунтов, необходимое для вычисления ее нормативного и расчетного значения, может быть установлено в зависимости от заданных коэффициента вариации характеристики, показателя точности (погрешности) ее среднего значения и доверительной вероятности. Минимальное число определений характеристик грунтов или фиксируемых в опытах значений должно быть шесть.

Исследуемую толщу грунтов предварительно разделяют на ИГЭ с учетом их происхождения, текстурно-структурных особенностей, вида, подвида или разновидности [2], а также сведений об объекте строительства. Значения характеристик грунтов в каждом предварительно выделенном ИГЭ анализируют с целью установить и исключить значения, резко отличающиеся от большинства значений, если они вызваны ошибками в опытах или принадлежат другому ИГЭ. Окончательное выделение ИГЭ проводят на основе оценки характера пространственной изменчивости характеристик грунтов и их коэффициента вариации или сравнительного коэффициента вариации. При этом необходимо установить, изменяются ли характеристики грунтов в пределах предварительно выделенного ИГЭ случайным образом или имеет место их закономерное изменение в каком-либо направлении. Для анализа используют физические характеристики, а при достаточном количестве - и механические. Для выделения ИГЭ дополнительно могут быть использованы зондирование, геофизические методы и другие экспресс-методы.

Для оценки характера пространственной изменчивости характеристик могут быть использованы инженерно-геологические разрезы, планы, а также трехмерные модели. Для выявления закономерного изменения характеристик строят точечные графики изменения их значений по направлению, выявляют корреляционную зависимость показателей свойств от координат. Если установлено, что характеристики грунтов изменяются в пределах предварительно выделенного ИГЭ случайным образом, то этот элемент принимают за окончательный независимо от значений коэффициента вариации характеристик.

За единый инженерно-геологический элемент могут быть приняты грунты, представленные часто сменяющимися тонкими (менее 20 см) слоями и линзами грунтов различного вида, подвида или разновидности. Слои и линзы, сложенные рыхлыми песками, глинистыми грунтами с показателем текучести более 0,75, органоминеральными или органическими грунтами и другими грунтами,

оказывающими существенное влияние на проектное решение, следует рассматривать как отдельные инженерно-геологические элементы независимо от их мощности.

Линзы и прослои, мощность которых не позволяет отобрать достаточное число образцов, могут быть охарактеризованы нормативными значениями характеристик по единичным определениям. Расчетные значения в этом случае принимают при следующих коэффициентах надежности по грунту γg: для модуля деформации γg = 1,1; для угла внутреннего трения γg_{II} =1,1 и γg_{I} = 1,15; для удельного сцепления γg_{II} =1,25 и γg_{I} = 1,5.

При наличии закономерного изменения характеристик грунтов в каком-либо направлении следует решить вопрос о необходимости разделения предварительно выделенного ИГЭ на два или несколько новых ИГЭ. Дополнительное разделение ИГЭ не проводят, если выполняется условие $V<V\partial on$, где V - коэффициент вариации; $V\partial on$ - допустимое значение, принимаемое равным для физических характеристик 0,15, для механических, а также для параметров зондирования, - 0,30. Если коэффициенты вариации превышают указанные значения, то дальнейшее разделение ИГЭ проводят так, чтобы для вновь выделенных ИГЭ выполнялось условие $V<V\partial on$.

Разделение ИГЭ может быть проведено на основе сравнения средних значений характеристик грунта во вновь выделенных ИГЭ. При проведении дополнительного разделения первоначально выделенного ИГЭ, определяя границы вновь выделяемых ИГЭ, необходимо учитывать:

- наличие тенденции к закономерному изменению характеристик грунтов (положение уровня подземных вод);
- наличие слоев специфических грунтов (просадочных, набухающих, засоленных, органоминеральных и органических);
- наличие в скальных грунтах зон разной степени выветрелости и разгрузки;
- наличие в дисперсных грунтах, прежде всего в элювиальных, зон разной степени выветрелости;
- наличие грунтов разной консистенции;
- наличие мерзлых грунтов разного состояния и степени льдистости.

Формирование РГЭ проводят на основе выделенных при инженерно-геологической схематизации ИГЭ применительно к конкретному методу расчета объекта (экспериментального метода) с наделением его конкретными характеристиками, необходимыми для возможности использования этого метода. При этом РГЭ в общем случае могут не совпадать с ИГЭ по одному или нескольким показателям (форме, размерам, характеристикам и их значениям). В РГЭ могут быть также объединены два соседних ИГЭ, представленных грунтами разного происхождения, но одного подвида или разновидности. При выделении РГЭ, в пределах которых значения характеристик принимают закономерно изменяющимися по направлению, их нормативные и расчетные значения устанавливают в соответствии с закономерностями изменения.

Нормативные и расчетные значения угла внутреннего трения φ и удельного сцепления c по результатам опытов на одноплоскостной срез вычисляют:

- путем статистической обработки частных значений $tg\varphi_j$ и c_j (первый способ);
- путем статистической обработки всех пар опытных значений сопротивления срезу τ_j и нормального напряжения σ_j как единой совокупности (второй способ).

Второй способ должен применяться в соответствии с нормами проектирования конкретных видов сооружений. Число определений частных значений $tg\varphi_j$ и c_j в первом способе и число определений пар τ_j и нормального напряжения σ_j во втором способе должно быть не менее шести.

Согласно ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний, нормативными характеристиками считаются значения характеристик, соответствующие 85-процентной обеспеченности (это означает, что только в 15% случаев из общей массы измеренных значений имеются отклонения по величине в неблагоприятную сторону), а расчетными характеристиками значения характеристик, соответствующие 95-процентной обеспеченности (это означает, что только в 5% случаев из общей массы измеренных значений имеются отклонения по величине в неблагоприятную сторону). В этих случаях расчетные характеристики находятся делением нормативных значений характеристик на соответствующие коэффициенты надежности по грунту.

Необходимо отметить, что методы расчетов осадок сооружений, устойчивости земляных сооружений, откосов и природных склонов, являются достаточно приближенными. Незнание многих факторов, влияющих на деформации (осадку) и устойчивость компенсируются для сооружения коэффициентами перегрузки, а для грунтов – коэффициентами надежности. Как показывает опыт, коэффициенты надежности, рассчитанные по ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний, дают очень маленькие значения, в результате чего иногда разница между нормативными и расчетными характеристиками настолько мала, что приводятся значения удельного сцепления и угла внутреннего трения до второго знака после запятой, потому что при округлении получатся одни и те же цифры для нормативных и расчетных характеристик.

Автором данной статьи с учетом известных положений математической статистики и с использованием кривой нормального распределения ошибки в зависимости от заданной вероятности предлагается следующий предельно простой и достаточно точный для практических целей алгоритм определения нормативных и расчетных значений характеристик грунтов.

Если мы задаемся (для конкретного инженерно-геологического элемента) рекомендованным нормативами количеством частных значений характеристик не менее шести, то расчеты выполняются в следующем порядке:

1. Рассчитываются среднее значение плотности p_{cp}, модуля E_{cp}, для прочностных характеристик – (по графикам среза) средние значения сцепления c_{cp} и угла внутреннего трения φ_{cp}. по формуле

$$\tilde{x} = (x_1+x_2+x_3+x_4+x_5+\ldots.+x_n) / n = \Sigma\, x_i / n, \qquad (1)$$

где x_i – частные значения указанных выше характеристик грунтов, n – их общее количество, $\tilde{x}$ – среднее значение характеристики.

2. Рассчитываются среднеквадратичные отклонения (стандарт) s_n для всех характеристик по формуле:

$$S_n = \sqrt{\frac{(\bar{x}-x_1)^2+(\bar{x}-x_2)^2+(\bar{x}-x_3)^2+\ldots+(\bar{x}-x_n)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n (x-x_i)^2}{n-1}}, \qquad (2)$$

3. Частные значения характеристик, для которых разница со средним значением больше $3s_n$, отбрасываются как ошибочные.

4. Заново рассчитываются по оставшимся частным значениям средние значения, которые теперь являются нормативными (средними) значениями характеристик: $p_н$, $E_н$, $c_н$ и $\varphi_н$.

5. Задаемся величиной ξ - количества стандартов s, которые соответствуют заданной доверительной вероятности. Тогда при заданной доверительной вероятности 0,85 (по таблице нормального распределения) значение ξ = 1,43 и ошибка измерения составит $\xi_{0,85}$ = 1,43s_n, а при заданной доверительной вероятности 0,95 значение $\xi_{0,95}$ = 2,00 и ошибка измерения составит $\xi_{0,95}$ = 2,00s_n.

Значения характеристик по второму (по деформациям) и по первому (по несущей способности) примут значения:

$p_{II} = p_н - 1.43\ s_p$; $p_I = p_н - 2{,}00 s_p$ (3)

$c_{II} = c_н - 1.43 s_c$; $c_I = c_н - 2{,}00 s_c$ (4)

$\varphi_{II} = \varphi_н - 1.43\ s_\varphi$; $\varphi_I = \varphi_н - 2{,}00\ s_\varphi$ (5)

Здесь σ_p,σ_c, σ_φ – значения среднеквадратичных отклонений по плотностям, удельным сцеплениям и углам внутреннего трения. Нормативные и расчетные значения характеристик округляются: для плотностей - до 0,01 *г/см*^{3}; для модуля деформации - до 1 *Мпа*; для удельного сцепления - до 1 *кПа*; для угла внутреннего трения - до одного градуса.

В тех случаях, когда количество определений характеристик менее шести, можно принять значения коэффициентов надежности по грунту для песка 1,1, для глинистого грунта 1,15 (для угла внутреннего трения) и 1,5 (для сцепления).

Таким образом, предложенный автором данной статьи метод определения расчетных характеристик грунта дает более надежные и обоснованные значения характеристик.

Библиографический список

1. ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.

2. ГОСТ 25100-2012. Грунты. Классификация.

УДК 625.12

НОРМАТИВНАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ ПО ВОПРОСАМ НАДЕЖНОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Смоляницкий Л.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье рассмотрены нормативные документы и установленные ими термины, описывающие состояние сооружений в том числе земляного полотна железных дорог. В некоторых действующих учебных пособиях применяется техническая терминология, не соответствующая принятым стандартам в Российской федерации.

Ключевые слова: надежность, устойчивость, деформации, стабильность, несущая способность, уровень ответственности сооружения.

Abstract. The article deals with the normative documents and their terms describing the state of structures, including the railroad bed. Some existing manuals use technical terminology which does not comply with accepted standards in the Russian Federation.

Keywords: reliability, stability, deformations, stability, bearing capacity, responsibility level of a structure.

Первичным фактором, определяющим надежность земляного полотна, является качество нормативных документов. Уровень нормативного документа определяет широту охвата ведомств и организаций, попадающих под его действие.

Земляное полотно как объект инфраструктуры железнодорожного (в соответствии с поправками в ст. 48.1 Градостроительного кодекса РФ и СП 238 [1; 2]) и

автодорожного транспорта относятся к сооружениям нормального уровня ответственности.

Железнодорожный путь и окружающая его природная среда представляют собой природно-техническую систему.

Природно-техническая система должна быть надежной. Понятие «надежность» включает два фундаментальных положения:

I - обеспечение устойчивости сооружения в целом и его частей;

II - отсутствие недопустимых по величине деформаций.

Соответственно нормативными документами [3], предусмотрен расчет нижнего строения пути по двум предельным состояниям: I - по несущей способности, II – по деформациям.

Иногда термин «надежность» в учебных пособиях подменяется термином «стабильность». Понятия «надежность» и «стабильность» близки между собой, но имеют некоторое отличие. Термин «надежность» взят из русского языка (в переводе на английский – reliable), включает и первое и второе предельные состояния конструкции, а термин «стабильность» пришел из английского языка (stability в переводе на русский язык означает «устойчивость») и описывает только первое предельное состояние. Поэтому, слово «дестабилизация» означает «разрушение», то есть потерю устойчивости. Повышение надежности может означать и уменьшение деформаций, и восстановление конструкции, а стабилизация конструкции означает ее восстановление.

Надежность строительного объекта - это его способность выполнять требуемые функции в течение расчетного срока эксплуатации. Нормальная эксплуатация конструкции (в соответствии с условиями, предусмотренными в строительных нормах или в задании на проектирование) в течение расчетного срока службы, включает соответствующее техническое обслуживание, капитальный ремонт и реконструкцию. Расчетный срок службы отсчитывается от начала эксплуатации объекта или возобновления его эксплуатации после капитального ремонта, или реконструкции и продолжается до состояния, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна.

Комплекс мероприятий по поддержанию необходимой степени надежности земляного полотна в течение расчетного срока службы в соответствии с требованиями нормативных и проектных документов должен включать систематическое наблюдение за его состоянием в целях оценки соответствия проектным решениям и нормативным требованиям, прогноза остаточного ресурса сооружения. Надежность земляного полотна следует обеспечивать на стадиях инженерных изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации. Принятые проектные и конструктивные решения должны быть обоснованы результатами расчета по предельным состояниям сооружений в целом, их конструктивных элементов и соединений, а также, при необходимости, данными экспериментальных исследований. Для обеспечения требуемой долговечности земляного полотна при его проектировании необходимо учитывать условия эксплуатации по назначению, расчетное влияние окружающей среды, свойства грунтов, возможность их деградации, например, попеременное замораживание и оттаивание.

К первой группе предельных состояний относятся факторы, превышение которых ведет к потере несущей способности конструктивных элементов земляного полотна, то есть к разрушению любого характера (например, пластическому, хрупкому, усталостному), к потере устойчивости отдельных конструктивных элементов или сооружения в целом, к созданию условий, при которых возникает необходимость прекращения эксплуатации, а иногда и к возникновению аварийной ситуации. Авария – это опасное техногенное происшествие, создающее на объекте определенной

территории или акватории угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению сооружения, оборудования и транспортных средств, нарушению производственного или транспортного процесса, а также к нанесению ущерба окружающей природной среде [4].

При второй группе предельных состояний (деформации) достигается превышение факторов, приводящее к нарушению нормальной эксплуатации конструкции, ухудшению условий ее эксплуатации, но не приводящие к потере ее устойчивости или к разрушению.

Состав нормативных документов охватывает все периоды существования земляного полотна – инженерные изыскания, проектирование, эксплуатацию, ликвидацию.

В учебной литературе по железнодорожному пути и автодорогам деформации и разрушения иногда объединены одним термином «болезни земляного полотна», что не соответствует общестроительной практике.

В нормативных источниках используется также термин «отказ» [5]. Отказом называется событие, при котором нарушается работоспособное состояние объекта вследствие недопустимого изменения его параметров или свойств под влиянием внутренних физико-химических процессов или внешних механических, климатических или иных воздействий. Критерии отказа зависят от особенностей и характера рассматриваемого объекта. Причинами отказа бывают явления, процессы, события и состояния, вызвавшие его возникновение. Последствия отказа могут быть самыми различными в зависимости от объекта и значимости отказа. Критичность отказа — это совокупность признаков, характеризующих его последствия.

Для определения отказов используются следующие термины:

- критический отказ - отказ, тяжесть последствий которого признана недопустимой и требует принятия специальных мер по снижению вероятности данного отказа и возможного ущерба, связанного с его возникновением;
- ресурсный отказ - отказ, в результате которого объект достигает предельного состояния;
- независимый отказ - отказ, не обусловленный другими отказами;
- зависимый отказ - отказ, обусловленный другими отказами;
- внезапный отказ - отказ, характеризующийся скачкообразным изменением одного или нескольких параметров;
- постепенный отказ - отказ, возникающий в результате постепенного изменения значений одного или нескольких параметров объекта;
- перемежающийся отказ - многократно возникающий и самоустраняющийся отказ одного и того же характера;
- явный отказ - отказ, обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами контроля и диагностирования при подготовке объекта к приемке в эксплуатацию;
- скрытый отказ - отказ, не обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами контроля и диагностирования при проведении технического обслуживания или специальными методами диагностики;
- конструктивный отказ - отказ, возникающий по причине, связанной с несовершенством или нарушением установленных правил и норм проектирования и конструирования;
- производственный отказ - отказ, возникающий по причине, связанной с несовершенством или нарушением установленного процесса строительства или ремонта объекта;

- эксплуатационный отказ - отказ, возникающий по причине, связанной с нарушением установленных правил и условий эксплуатации;

- деградационный отказ - отказ, обусловленный естественными процессами старения, изнашивания, коррозии и усталости при соблюдении всех установленных правил и норм проектирования, строительства и эксплуатации.

Отказы земляного полотна железных и автомобильных дорог и отдельных их сооружений имеют решающее значение при определении надежности и долговечности. «Болезни» и «отказы» земляного полотна должны быть разделены по предельным состояниям в соответствии с общестроительными нормативными документами – на деформации и разрушение (потерю устойчивости).

1. Деформации можно подразделить на следующие основные виды:

1.1. Деформации, вызванные уплотнением грунта

Такие деформации не опасны, они постепенно уменьшаются и прекращаются. Но они регламентированы нормативными документами (предельными неравномерными осадками). При снижении естественного уровня подземных вод в песках основания удельный вес грунта увеличивается, возрастает давление от собственного веса грунта, происходит его дополнительное уплотнение, иногда неравномерное. Грунт насыпи после завершения строительства, даже при его качественном уплотнении в течение некоторого времени претерпевает осадку (доуплотняется) за счет собственного веса и под действием внешней нагрузки. При этом уплотнение может происходить в результате уменьшения пористости без удаления или с удалением поровой воды (консолидация), или в результате пластических смещений минеральных частиц (ползучесть). Возможно совмещение консолидации грунта с его ползучестью.

К сказанному следует добавить еще два известных положения. Во-первых, длительная ползучесть сопровождается перестройкой глубинной структуры грунта – глинистые минералы разворачиваются базальными поверхностями нормально действующему давлению. При пластических деформациях может происходить уплотнение грунта без уменьшения его влажности. Во-вторых, уплотнение грунта сопровождается сжатием воздуха в его порах, частичным растворением воздуха в поровой воде.

Также отдельно следует отметить деформации насыпей, возведенных с недостаточным уплотнением грунтов при их строительстве. При этом возможны три варианта таких насыпей [9].

Вариант 1. Отсыпка насыпи производилась слоями большой толщины (более 30 см), при этом влажность грунта была близка к оптимальной. В этом случае, даже при тщательном уплотнении между уплотненными слоями грунта (толщиной 20-25 см) оставались слои совершенно не уплотненного грунта, которые в процессе эксплуатации будут доуплотняться в верхней части насыпи (до глубины 3-4 метра) в основном под действием динамической кратковременной нагрузи от поездов и автомашин, а ниже - за счет собственного веса грунта. Процесс такого доуплотнения глинистых грунтов длительный (несколько лет). Постепенно деформации затухнут, если неуплотненный грунт не будет увлажняться через откосы во влажные сезоны года. Если при таком увлажнении консистенция грунта достигнет мягкопластичного, а тем более текучепластичного состояния, то возникнет расползание насыпи с выдавливанием в откосы слабого грунта, при этом интенсивность деформаций начнет возрастать.

Вариант 2. Во время отсыпки насыпи влажность грунта была значительно выше оптимальной (консистенция мягкопластичная), но отсыпка грунта велась слоями не более 30 см с попыткой тщательного уплотнения. Пористость грунта уменьшилась до

степени водонасыщения 0,95-0,96. Дальнейшее уплотнение грунта возможно только при удалении лишней воды. Поэтому глинистый грунт в процессе эксплуатации доуплотняться практически не будет, так как удаление лишней воды (это капиллярная и пленочная вода) под дополнительным давлением происходит очень медленно (десятилетия и столетия). Возможны два подварианта.

А) Расползание железнодорожной насыпи будет продолжаться долго, до тех пор, пока выросшие балластные мешки, в результате поддержания головки рельса на постоянном уровне, приведут к замене части глинистого грунта в теле насыпи на балластный материал, и в сухие периоды года сдвигающие и удерживающие силы уравновесятся. В мокрые сезоны деформации будут возобновляться до осушения балластных мешков. На автомобильных дорогах подъем уровня дорожной одежды на дренирующем материале также приведет к увеличению удерживающих сил и постепенному затуханию деформаций.

Б) Расползание насыпи будет прогрессирующим и приведет к разрушению в виде глубоких оползней грунта в откосах с захватыванием основной площадки. Потребуется полное восстановление насыпи с заменой слабых глинистых грунтов на песок или супесь, которые должны укладываться послойно, с уплотнением, с предварительным устройством уступов в откосной части разрушенной насыпи.

Вариант 3. При возведении насыпи влажность грунта была выше оптимальной и его уплотнение не производилось. Деформации таких насыпей при эксплуатации завершается подвариантом *Б) варианта 2*.

Необходимо отметить, что при обследовании деформирующихся насыпей, кроме визуального осмотра, построения геодезических профилей, необходимо оценить состояние грунта по образцам ненарушенной структуры, отобранным в разных точках (не менее 6-10) поперечного сечения с определением следующих характеристик: плотности сухого грунта p_d, степени водонасыщения S_r, показателя текучести I_L.

По результатам определения характеристик могут быть сделаны следующие выводы:

- S_r больше 0,95 – дальнейшее уплотнение грунта насыпи в процессе ее эксплуатации невозможно, независимо от показателя консистенции;
- степень водонасыщения грунта S_r меньше 0,90;
- показатель консистенции I_L меньше 0,5 – уплотнение грунта в теле насыпи будет продолжаться в процессе эксплуатации с постепенным затуханием деформаций;
- если I_L больше 0,75 – уплотнение грунта в теле насыпи в процессе эксплуатации невозможно, расползание насыпи может прогрессировать с последующим ее разрушением.

1.2. Деформации, возникающие в результате замерзания грунта (пучины)

Такие деформации могут быть опасны. Территория России расположена преимущественно в климатической зоне с большой амплитудой колебания температур воздуха между летним и зимним периодами года, следствием чего является периодическое замерзание и оттаивание грунта земляного полотна от дневной поверхности в глубину. Пучины на железных и автомобильных дорогах, особенно в северной части России, если грунт земляного полотна пучинистый, а толщина дорожной одежды вместе с песчаным и щебенистым основанием меньше глубины промерзания, приводят к образованию трещин, разрушающих земляное полотно и дорожную одежду. На железных дорогах пучины приводят к неравномерным, а иногда и недопустимым (более 2 см) просадкам пути. В зимних условиях осуществляется выправка пути на деревянных «карточках», то есть пластинках разной толщины (от 5 до 50 мм), которые по мере роста пучин подкладываются под подкладку на шпалу, а при оттаивании пучин – извлекаются. В последние годы земляное полотно железных

дорог первой категории утепляют плитами из пенополистирола толщиной 4 см в надежде, что грунт под «теплым одеялом» не успеет за период отрицательных температур промерзнуть.

Пучинообразованию подвержен любой глинистый грунт, даже хорошо уплотненный при оптимальной влажности – замерзает не только капиллярная, но и пленочная вода в порах грунта. При замерзании грунта вода подтягивается из незамерзшего расположенного ниже грунта (что было ранее нами установлено и более подробно изложено с ссылками [8]).

Морозное пучение, с одной стороны, приводит к неравномерным деформациям земляного полотна, с другой – приводит к накоплению влаги в замерзших слоях грунта и к снижению их прочности при оттаивании. Склонность к морозному пучению оценивается относительной величиной пучения, то есть отношением величины подъема грунта к толщине промерзшей зоны грунта или при лабораторных испытаниях – к толщине образца. Влияет минералогический состав на величину пучения – наиболее опасными являются каолиновые глинистые грунты. Относительная величина пучения в таких грунтах в 4-8 раз превышает величину пучения в гидрослюдистых и монтмориллонитовых глинах. Наименьшей пучинистостью обладают гидрослюдовые глины. По гранулометрическому составу наиболее неблагоприятны пылеватые грунты. При большом содержании глинистых частиц пучинистость также возрастает. За исключением однородных крупнозернистых материалов все грунты склонны к пучинообразованию.

1.3. Деформации при изменении влажности грунта и действии капиллярных сил

В литературе по земляному полотну изменение плотности грунтов объясняется его увлажнением в сезоны дождей и высыханием их в сухие сезоны, то есть его набуханием и усадкой [6]. Набухание глинистого грунта возможно, если в его вещественном составе имеется глинистая фракция группы монтмориллонита в количестве более 10-15% от общего количества глинистых фракций. Но возможно набухание грунта и без изменения его влажности. При увлажнении грунта атмосферной или паводковой водой, может происходить разуплотнение грунта в результате увеличения радиусов капиллярных менисков в порах грунта и, следовательно, уменьшения капиллярных сил, прижимающих минеральные частицы грунта друг к другу. Капиллярное давление действует независимо от внешнего давления на частицы грунта и набухание, которое испытывает грунт, является самостоятельным процессом.

1.4. Деформации, вызванные вибродинамическими нагрузками на балластные мешки

Такие деформации опасны для железнодорожного пути, так как при определенных величинах упругих колебаний рельсошпальной решетки железнодорожного пути нарушается ее устойчивое защемление в балласте, что приводит к расстройству пути, а в некоторых случаях и к его разрушению.

Автором на основании испытаний простых лабораторных моделей был сделан вывод о том, что при наличии воды в балластных мешках вибродинамическая поездная нагрузка не гасится, а передается на стенки балластного мешка, приводя к его увеличению и просадкам пути. Между частицами балласта скапливается дождевая вода, содействующая интенсивному развитию мешка. Балластный материал, заполняющий мешок, воспринимает динамическую нагрузку от подвижного состава. При этом известно, что происходит распределение нагрузки по объему насыпи, то есть происходит уменьшение динамической нагрузки с глубиной и в стороны от балластной призмы. Напряжения, в соответствии с законами теории упругости, включают нормальные и касательные составляющие. В среде, заполненной водой (балластный

мешок заполнен водой), динамическая нагрузка передается полностью (шаровой тензор) через гидравлически свободную воду между частицами балласта в виде гидравлического удара на глинистый грунт стенок мешка, постоянно увеличивая его размеры. Результатом являются просадки пути. Для подтверждения этого предположения были проведены исследования в лабораторных условиях.

1.5. Деформации, вызванные наличием специфических грунтов

А. Просадочные грунты. Основание сложено лессовидными немерзлыми грунтами. Просадка грунта основания происходит при совпадении двух условий – грунт замачивается до влажности выше границы раскатывания, дополнительное давление от насыпи превышает начальное давление просадочности. Просадочность грунтов основания первого типа, не превышающая 5 см, при замачивании от бытового давления и от нагрузки от насыпи обычно не опасна, так как просадка постепенно прекращается. Просадочность основания второго типа от бытового давления при замачивании большой толщи грунта под насыпью может достигать значительных величин, превышающих предельно допустимые значения. Надежность основания может быть обеспечена недопущением замачивания просадочных грунтов основания на большую глубину путем своевременного устройства поверхностных водоотводов.

Б. Набухающие грунты. Опасны в откосах выемок. Увлажнение таких грунтов приводит к существенному снижению их прочности. Результатом являются сплывы и оползни грунта на поверхности откосов (солифлюкция). Если набухающие грунты с низкой прочностью залегают в толще грунтового массива и вскрываются выемками, то возможны глубокие оползневые смещения грунта (в связи с этим они отнесены нами к категории разрушения и рассматриваются в следующем разделе данной статьи). Для предотвращения неглубоких смещений грунта предусматривается укрепление откосов покрытиями – каменной наброской, тонкими габионами (матрасами), растительностью с длинной корневой системой.

В. Деформации, вызванные оттаивающим вечномерзлым грунтом. На огромных северо-восточных территориях России, на вечномерзлых грунтах построены и строятся железные и автомобильные дороги. В последние годы, в связи с увеличением продолжительности теплых периодов года, увеличилась глубина оттаивания мерзлых грунтов оснований и тела дорожных насыпей, при этом возросли неравномерные просадки (осадки) насыпей, их основания и, как следствие, верхнего строения пути и дорожной одежды как по величине деформаций, так и по протяженности деформирующихся участков дорог. Оттаивание рыхлого песка или глинистого грунта, приобретающего при оттаивании текучепластичную и даже текучую консистенцию в основании и теле насыпей, приводят не только к недопустимым по величине деформациям, но и может привести к опасным разрушениям конструкций.

Очевидно, что строительство таких объектов производилось по первому принципу – предполагалось сохранение мерзлого состояния основания и тела насыпей в процессе эксплуатации дороги. Сохранять мерзлое состояние основания можно покрытием его термоизолирующими материалами (слоем грунта или растительностью), или постоянным охлаждением через устройства вдоль насыпей конструкций типа «стен в грунте» из камня на глубину до мерзлого грунта, через которые холод будет постоянно поступать к оттаивающему основанию и грунту тела насыпей.

1.6. Деформации земляного полотна на оседающих территориях

Дневная поверхность над глубокими горными выработками, возникшими при добыче полезных ископаемых, может постепенно в течение длительного времени (десятилетия) оседать. Обычно провалы дневной поверхности не происходят, оседание поверхности постепенно замедляется и прекращается. В соответствии с деформациями основания происходят неравномерные осадки насыпей и верхнего строения пути или

дорожной одежды. Сложность заключается в том, что границы распространения оседающей территории заранее неизвестны, если не велся геодезический мониторинг территории. Бороться с этим техногенным явлением невозможно. Необходимо периодически осуществлять выправку рельсовых нитей и ремонт верхнего строения дорожной одежды или переносить дорогу на другое место.

Противоположным является техногенный подъем поверхности территории вблизи террикоников в районах шахтных подработок. Дневная поверхность вокруг террикоников приподнимается также в течение длительного времени даже после завершения горных работ и не увеличения терриконика. Границы подъема территории ограничены примерно двумя диаметрами терриконика во все стороны от его подошвы. Бороться с этим техногенным явлением также невозможно. Имеется только два решения – периодически выправлять путь и одежду дороги в течение длительного времени (двадцать-тридцать лет после завершения горных работ) или переносить дорогу на другое место.

Оседание земляного полотна над карстовыми пустотами опасно, оно может завершиться провалом в карстовую полость. Пустоты желательно забутовывать, заполнять цементным раствором.

1.7. Выплески разжиженного глинистого грунта в балластную призму

Такие деформации обычно приурочены к нулевым местам и выемкам. Во влажные периоды года пустоты в щебеночном балласте заполняются разжиженным глинистым грунтом, балласт становится подвижным - при вибродинамической нагрузке от подвижного состава рельсошпальная решетка теряет жесткость, возникают перекосы и горизонтальные смещения рельсов, нарушается ширина колеи. Для прекращения выплесков необходимо глинистый грунт, слагающий основную площадку на глубину до одного метра заменить на крупнозернистый песок. Если в естественном геологическом сложении под основной площадкой залегает на небольшой глубине водоносный горизонт (с уровнем на 0,5-1,5 метра ниже основной площадки, тем более напорный), то необходимо устройство подкюветного или закюветного горизонтального дренажа с понижением уровня подземных вод на глубину не менее, чем на 1-1,5 метра ниже подошвы балласта. Под подошвой балласта должен находиться слой капиллярно влажного, а не затопленного песка, который целесообразно покрыть слоем геотекстиля, но ни в коем случае не водонепроницаемой пленки.

2. Разрушения - потеря устойчивости (невозможность дальнейшей эксплуатации железнодорожного пути или автодороги) возникает в основном в следующих случаях:

- разрушение основания под поездной и автомобильной нагрузкой и от веса насыпи;
- смещение грунта на откосах выемок и насыпей (оползни, обвалы);
- размыв откосов подтопленных насыпей с последующим смещением грунта откосов;
- размыв основания верхнего строения пути и дорожной одежды в выемках и полувыемках потоками воды при ливневых осадках.

Рассмотрим перечисленные случаи разрушения нижнего строения пути.

2.1. Разрушение оснований земляного полотна из-за недостаточной несущей способности

В основании залегает толща слабого грунта, который выдавливается из-под подошвы насыпи, что приводит к ее разрушению. Обычно стабилизация таких насыпей осуществляется устройством контрбанкетов.

2.2. Оползни на откосах выемок и насыпей

В работе, обобщающей исследования многих авторов, выделяется пять типов оползневых процессов: обвалы, опрокидывание, скольжение, выдавливание и потоки [7]. Под оползнем понимается «совокупность склоновых движений масс пород, в процессе которых происходит разрушение и сдвиг вдоль одной или нескольких характерных поверхностей».

С точки зрения Ф.П. Саваренского, по строению и характеру разрушения оползни скольжения подразделяются на: асеквентные, консеквентные и инсеквентные. Асеквентные оползни образуются в однородных породах, неслоистых (в глинистых грунтах), поверхность скольжения вогнутая, по форме близкая к круглоцилиндрической с трещинами отрыва в верхней части склона в виде одного или нескольких заколов, в рельефе может быть несколько уступов, подошва часто приурочена к основанию склона. Консеквентные оползни образуются в неоднородных и трещиноватых породах, поверхность скольжения приурочена к слою более слабого грунта, смещение происходит в виде блока или блоков, форма поверхности скольжения плоская, волнистая, наклонно-ступенчатая. Инсеквентные оползни возникают в породах неоднородных, слоистых, поверхность скольжения пересекает несколько слоев, в вершине оползня она крутая, направлена вдоль поверхности трещины или трещин, к подошве выполаживается.

По классификации Института геоэкологии РАН им. Е.М. Сергеева, выделяются обвалы, оползни сдвига (оползни скольжения, срезания, соскальзывания, покровные), оползни разжижения (оползни течения, сплывы, оплывины, пластические, вязко-пластические). В оползнях сдвига по этой классификации в допредельном состоянии происходит концентрация в соответствующих зонах грунтового массива касательных сдвиговых напряжений: подготовка сдвигов грунта на крутых участках склона при формировании угла естественного откоса; ползучесть выветрелых приповерхностных склоновых отложений (покровные оползни) с перемещением по схеме бесконечного откоса; сдвиг по предопределенной геологическим строением зоне ослабления (по контакту с кровлей более прочных пород, по плоскости напластования). Деформирование склона (откоса) происходит в виде прогрессирующего сдвига с падением сопротивления по мере деформирования, снижением прочности от пикового значения до остаточного и постепенным формированием поверхности (плоскости) скольжения. По механизму сдвига выделяются: сдвиг-срезание; сдвиг по напластованию; сдвиг-скольжение покровных масс; сдвиг (сплыв) почвенного (почвенно-растительного) слоя.

Нарушение равновесия склоновых массивов в виде разжижения происходит вследствие преобладающего силового воздействия подземных (грунтовых) вод. Основной механизм разжижения, рассматриваемый в механике грунтов как фильтрационное деформирование грунта, это увеличение порового давления (давления воды в порах грунта) и, как следствие, уменьшение эффективных напряжений.

Разрушения грунтового массива, в том числе разрушения оползневого типа, происходят, когда сумма сдвигающих сил превышает сумму сил удерживающих.

Нарушение устойчивости имеет место, если:

— создается дополнительная нагрузка на бровке откоса или в его верхней части;

— утяжеляется грунт верхней части откоса в результате его дополнительного увлажнения, например, атмосферными осадками или техногенной и бытовой водой;

— возникает горизонтальная дополнительная сила при землетрясении;

— уменьшаются прочностные характеристики грунта при его увлажнении или под действием длительной виброударной нагрузки от движущегося транспорта;

— осуществлена подрезка грунта в нижней части откоса и его удаление с образованием более крутого заложения;

— размывается водным потоком грунт у подошвы насыпи (обычно при паводках);

— возникает водоносный поток в дренирующих грунтах откоса в периоды интенсивных ливней и бурного снеготаяния;

— выветривается скальный грунт в откосе (осыпи);

— быстро оттаивает весной замерзший слой грунта в откосах с южной экспозицией (солифлюкция).

2.3. Эрозионное разрушение склонов и откосов

Для защиты поверхности земли от размыва вдоль полосы отвода поверхностными водами должна быть выполнена ее планировка и регулирование поверхностного стока. Атмосферные и талые воды должны собираться в кюветы в выемках и в водоотводные канавы на нулевых местах и вдоль насыпей и сбрасываться в водоотводные сооружения под насыпями на более низкие места территории. Водоотводные сооружения должны располагаться как правило нормально оси дороги и работать в основном в безнапорном режиме. Не допустим турбулентный поток, который может размывать грунт земляного полотна вокруг трубы.

Наиболее благоприятным для сброса воды по кюветам и водоотводным каналам является вариант, когда уклон их дна обеспечивает при типовом сечении фактический расход ливневых и талых вод, протекающих с не размывающими скоростями.

2.4. Осыпи, обвалы и вывалы скального грунта в откосах выемок

Укрепление скальных откосов целесообразно осуществлять в тех случаях, когда трасса размещается в стесненных условиях у подошвы крутых откосов и склонов (скальные прижимы).

Поддерживающие и подпорные стены следует применять в местах наличия нависающих карнизов, когда удаление последних трудно осуществимо или требует выполнения значительного объема работ. Поддерживающие стены особенно целесообразны в случаях, когда карниз сложен менее выветриваемыми породами, чем породы нижележащих слоев. Подпорные стены целесообразно применять для удержания слоев горной породы, подсекаемых откосом выемки, когда уборка этих слоев затруднена или экономически нецелесообразна. При большой высоте откоса могут быть применены подпорные стены, заанкеренные в устойчивых слоях скалы.

Таким образом, в общем можно утверждать, что нарушение устойчивости возникает под влиянием двух основных факторов - изменяется напряженное состояние в грунтовом массиве или уменьшаются прочностные характеристики грунта, а также в случае, когда проявляются оба фактора одновременно.

Библиографический список

1. Градостроительный кодекс.
2. СП 238.132600…Железнодорожный путь.
3. ФЗ №394 от 30.12.2009. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений.
4. ГОСТ Р 22.05-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Технические чрезвычайные ситуации. Термины и определения.
5. ГОСТ 207.002. Надежность в технике (ССНТ). Основные понятия. Термины и определения.
6. Железнодорожный путь. Под ред. Яковлевой Т.Г. М.: Транспорт, 2001, 313с.
7. Оползни. Исследование и укрепление. Под ред. Р. Шустера и Р. Кразека. М.: Изд. МИР, 1981. 365 с.

8. Смоляницкий Л.А. Прогноз состояния земляного полотна. // Труды научно-исследовательского института геологии воронежского государственного университета. Т.40. Воронеж, 2006. с.139-146.
9. Смоляницкий Л.А. Земляное полотно железных и автомобильных дорог. Учебное пособие. Воронеж: Изд. ВФ РГУПС, 2020, 147 с.

УДК 629.47

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВАГОННОГО ХОЗЯЙСТВА

Стоянова Н.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Рассмотрены проблемы и перспективы развития вагонного хозяйства с целью повышения качества ремонта подвижного состава.
Ключевые слова: нетяговый подвижной состав, грузовой вагон, вагонное депо.

Abstract. The problems and prospects of the development of the carriage economy in order to improve the quality of repair of rolling stock are considered.
Keywords: non-traction rolling stock, freight car, wagon depot.

Для того, чтобы техническая эксплуатация вагонов была оптимальной, необходимо затраты на изготовление, техническое обслуживание и ремонт вагонов сделать приемлемыми. Эти затраты включаются в себестоимость перевозок. При этом требуется безусловное обеспечение безопасности пассажиров и персонала.

Основной задачей специалистов вагонного хозяйства является гарантия высоких технико-экономических показателей использования эксплуатируемого вагонного парка.

Показатели использования вагонов, учитываемые на отделениях и дорогах, зависят от результатов работы вагонного хозяйства, хотя и не задаются вагонным депо в виде нормативов [1]. Но все же некоторые показатели технического обслуживания и ремонта вагонов для депо нормируются:

- простой поездов в процессе технического обслуживания на технических станциях (на ПТО);
- простой вагонов в процессе подготовки под погрузку на ПТО;
- простой вагонов в текущем отцепочном ремонте;
- остаток неисправных вагонов в ремонте, в том числе в текущем.

Для анализа эксплуатационной работы используют численные характеристики выполнения графика движения поездов и обеспечения безопасности движения в поездной и маневровой работе.

Оценку выполнения графика движения производят в целом по дороге, отделению дороги, по диспетчерским участкам, станциям и отдельно по хозяйствам, в том числе и по вагонному. Такая оценка ведется в процентах поездов, отправленных и прибывших без опозданий.

Для анализа обеспечения безопасности движения на дорогах и отделениях используют абсолютные цифры, т.е. количество нарушений безопасности движения поездов. Состояние безопасности движения оценивается в сравнении с предыдущим годом или с рядом прошедших лет.

Экономическая оценка показывает, что убытки от простоя вагонов за длительный период существенно превышают убытки от нарушений безопасности движения.

Основным направлением совершенствования организации вагонного хозяйства на дорогах является разработка мер по выполнению установленных норм технического обслуживания вагонов и обеспечение безотказной работы вагонов на гарантийных участках с целью недопущения опозданий поездов и нарушений безопасности движения.

Такая задача может быть решена двумя путями.

Первый путь - это создание надежной конструкции вагонов для заданных условий эксплуатации, не требующих дорогого технического обслуживания. В этом случае стоимость вагонов будет высокой. Увеличивается и масса тары вагона, что также отражается на стоимости перевозок.

Второй путь - это использование малонадежных, но дешевых вагонов. В этом случае безопасность движения и сохранность грузов обеспечивается за счет развитой системы ремонта и технического обслуживания.

На наших железных дорогах, особенно до окончания перехода на роликовые подшипники, при наличии большого количества деревянных кузовов затраты на ремонт и ТО вагонов за установленный срок службы в несколько раз превышали стоимость изготовления вагона.

Восстановление технического ресурса таких вагонов до уровня, близкого к уровню новых вагонов, при капитальном ремонте практически невозможно. К концу 90-х годов XX века на сети дорог находилось несколько десятков тысяч полувагонов, платформ и крытых вагонов, непригодных для погрузки вследствие неудовлетворительного состояния кузова. По их техническому состоянию такие вагоны требовали капитального ремонта, поэтому вагонные депо не брали их в деповской ремонт и не могли подготовить на пунктах подготовки к перевозкам. Группы таких вагонов обычно курсировали в границах отделений дорог. Несмотря на запрещение пересылки вагонов с неисправными кузовами со станции на станцию, положение не менялось, т.к. не менялась система ремонта и ТО.

До 80-х годов XX века усиленно внедрялась система организации ремонта поврежденных кузовов непосредственно на предприятиях-грузополучателях. Однако это не привело к изменению ситуации, т.к. для качественного выполнения ремонта нужны технически оснащенные, специализированные подразделения, заинтересованные в результатах деятельности и имеющие постоянный объем работ.

Учитывая, что грузовые вагоны имеют большой установленный срок службы от 20 до 40 лет, целесообразно было бы установить систему капитального ремонта по техническому состоянию кузовов. Такая система применялась на наших дорогах после Второй мировой войны для всех существовавших тогда видов ремонта: капитального, среднего, годового. Но она была отменена, т.к. депо систематически завышали фактический объем ремонта. Поэтому для введения аналогичной системы восстановительного ремонта необходимы всесторонние экономические обоснования.

Система планового ремонта вагонов непосредственно связана с системой их технического обслуживания. Наличие в рабочем парке вагонов с неисправными кузовами создает угрозу безопасности движения и сохранности грузов. В то же время пункты технического обслуживания, пункты текущего отцепочного ремонта, да и вагонные депо в целом, не предназначены для выполнения восстановительного ремонта кузовов в объеме капитального. Они не имеют для этого необходимого оборудования и такой ремонт для них часто убыточен. Поэтому в ближайшей перспективе необходимо разграничение видов ремонта по предельному объему и введение планового ремонта по техническому состоянию кузовов.

Работы по созданию вагонов с более высокими показателями надежности являются наиболее перспективными.

В этом отношении ярким примером является перевод вагонов на роликовые буксы, в результате которого существенно изменилось положение с обеспечением безопасности движения по буксовому узлу. Буксовый узел с подшипником скольжения имел низкие показатели надежности, но был доступен для ремонта и восстановления в процессе эксплуатации. Его безотказность в значительной степени зависела от ТО. Буксовый узел с роликовыми подшипниками имеет высокие показатели надежности и поэтому закрыт, т.е. недоступен для визуального контроля. Его ремонт при ТО и в процессе текущего ремонта не предусмотрен и практически невозможен. Промежуточная ревизия букс без выкатки колесных пар аналогична визуальному контролю и результатов практически не дает. Поэтому безотказная работа букс обеспечивается в процессе их полной ревизии.

В процессе технического обслуживания и при текущем ремонте решается одна задача: выявление неисправностей буксового узла, смена колесной пары и направление ее в депо для производства полной ревизии букс. В перспективе необходима разработка новых и совершенствование существующих технических средств диагностики для своевременного выявления неисправностей буксового узла.

Положение осложняется тем, что срок службы подшипников не ограничен, а периодичность полной ревизии букс грузовых вагонов составляет шесть лет. В развитых странах срок службы подшипников ограничивается, а численные значения гамма-процентного ресурса нормированы. Например, гамма - 90 %, срок службы - 10 лет. По истечении установленного срока службы или установленной наработки подшипник заменяют независимо от его технического состояния.

Известно, что подшипники с большим сроком службы имеют чрезвычайно высокую вероятность отказа в результате усталостных явлений в металле и износа. Вследствие большого срока между полными ревизиями букс неисправные подшипники своевременно не выявляются. Не выявляется также смазка с выработанным ресурсом. Поэтому в перспективе необходимо ограничение срока службы подшипников, смазки и пересмотр всей системы ремонта букс.

В перспективе при техническом обслуживании должны остаться только работы по креплению, регулировке, уплотнению, а также по замене тормозных колодок.

В результате повышения надежности вагонов, перевода их на роликовые подшипники, сокращения перечня операций безотцепочного ремонта изменились требования к механизации работ по ТО вагонов. Отпала необходимость содержания буксосмазочного хозяйства, ремонта буксового узла. Все меньше используются самоходные ремонтные агрегаты, перемещающиеся в междупутьях по узкоколейке. Их уже реже применяют для транспортировки запасных частей вдоль парков, т.к. широкое распространение получили мотовозы и автодрезины. По этой же причине давно не используют тоннели для транспортировки запасных частей поперек парков.

Известны попытки использовать узкоколейки на междупутьях для передвижения смотровых машин, на которых находятся осмотрщики вагонов. Но при таком способе очень трудно осматривать механизм автосцепки, надрессорные балки тележек и т.д.

Видимо в ближайшей перспективе возникнет вопрос о демонтаже узкоколеек, как не оправдывающих затрат и загромождающих междупутья.

Давно отпала необходимость в устройствах для разъединения тормозных рукавов на сортировочных горках (были на около 100 крупных станциях).

В связи с сокращением перечня работ при текущем безотцепочном ремонте вагонов увеличивается потребность в текущем отцепочном ремонте. На пунктах подготовки вагонов к перевозкам это ТР-1, а на МПРВ и на СПРВ - ТР-2. Эти пункты и пути оборудуются мостовыми и козловыми кранами, крытыми помещениями.

В тоже время из-за общего улучшения технического состояния кузовов и повышения их надежности сокращается использование портальных вагоноремонтных машин.

В перспективе, в процессе совершенствования конструкции вагонов, необходимо учитывать контролепригодность и ремонтопригодность, т.е. приспособленность вагонов для технических средств диагностики и для механизации ремонтных работ [2].

Необходим также новый подход к технологии текущего ремонта вагонов с точки зрения социальной оценки труда. Например, для смены триангеля или тормозного башмака можно поднять вагон, выкатить тележку, снять и поставить новый триангель с помощью крана, взамен ручной работы под вагоном в крайне неудобном положении.

Необходимо также широкое продолжение разработки и внедрения средств технической диагностики при ТО вагонов.

В связи с исследованием причин износа гребней вновь возникает проблема ликвидации некоторых принципиальных конструктивных недостатков грузовых вагонов. Вагон опирается на подпятники тележек в двух точках, т.е. представляет собой неустойчивую механическую систему. Эта система при скорости свыше 25- 30 км/ч подвержена боковой качке. При несимметричной загрузке и в кривых участках пути кузов опирается на скользуны с одной стороны, препятствуя повороту тележек. Фрикционные гасители колебаний тележек при скорости движения до 55- 60 км/ч не работают и с рельсом взаимодействует вся масса вагона, отнесенная к колесу.

Тележки имеют недостаточную связность боковых рам и не имеют гашения колебаний виляния. В результате поперечные рамные усилия на тележке достигают 80-100 кН, а боковины тележек совершают колебания забегания (обгон) до 20 мм. В целом конструкция вагона по характеру и величинам нагрузок на его несущие элементы и по воздействию на путь, морально устарела. Поэтому в ближайшей перспективе необходима разработка принципиально новой тележки с новыми принципами связи кузова с тележками.

Появившийся избыток парка грузовых вагонов требует пересмотра концепции исключения вагонов из инвентаря, а именно разработки новых норм предельного невосстанавливаемого состояния [3; 4].

Остается актуальной проблема обеспечения депо технологическим оборудованием. Многое разрабатывается силами инженеров депо, хотя более целесообразно было бы иметь централизованное изготовление.

Обобщая тенденции развития вагонного хозяйства, можно свести их к следующим направлениям:

- изменение конструкции вагонов с целью существенного повышения надежности и ремонтопригодности;
- построение оптимальной системы ТО вагонов.

Библиографический список

1. Стоянова, Н. В. Совершенствование производства по ремонту нетягового подвижного состава / Н. В. Стоянова // 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.223-226. – EDN SAOAKA.

2. Стоянова, Н. В. Средства диагностики узлов и деталей нетягового подвижного состава / Н. В. Стоянова // 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.226-228. – EDN SAOAKA.

3. Стоянова, Н. В. Управление грузовым вагонным хозяйством / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 125-129. – EDN PKFQCY.

4. Стоянова, Н. В. Инновационное производство по ремонту грузовых вагонов / Н. В. Стоянова // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022») : ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 265-268. – EDN EGCIYT.

УДК 629.42

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ КОЛЕСНЫХ ПАР ARGUS

Стоянова Н.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Рассмотрены перспективы развития установки для обмера колес с целью повышения качества ремонта подвижного состава.

Ключевые слова: колесная пара, вагон, вагонное депо, диагностические устройства.

Abstract. The perspectives of development of wheelset measuring device to improve the quality of rolling stock repair are examined.

Keywords: wheel set, wagon, wagon depot, diagnostic devices.

Работа подвижного состава в системе колесо — рельс связана со значительным износом обоих компонентов, однако в особой степени это относится к колесам. В ходе эксплуатации ухудшаются геометрия колеса, качество его материала и состояние поверхности катания, растет напряжение, снижаются плавность хода и уровень безопасности движения.

При дальнейшем повышении скорости движения все большее значение будет приобретать контроль состояния колесных пар. В связи с этим для повсеместно внедряемой системы технического обслуживания подвижного состава по его состоянию потребуется точная информация о величине износа всех элементов колесной пары.

До сих пор износ измеряли вручную. Значительные затраты на эти работы, а также простои подвижного состава при выполнении измерений вынуждали проводить эти работы с большими интервалами времени. Автоматизация позволяет выполнять эти измерения за несколько минут. При этом обеспечивается повышенная точность

измерений и возможность планирования технического обслуживания.

Используемая в настоящее время установка для обмера колес обеспечивает 95% эксплуатационной готовности. Диагностические устройства, смонтированные под рельсами, выдерживают все нагрузки, связанные с движением поездов, и не требуют больших затрат на техническое обслуживание. Эксплуатационные расходы на установку невелики благодаря дистанционному управлению и бесконтактным методам измерений.

Регулярное снятие характеристик транспортных средств с их оценкой является основой надежного и экономичного технического обслуживания по состоянию. На железной дороге при эксплуатации регулярный контроль рельсового полотна мог бы значительно снизить затраты на проведение профилактических работ по техническому обслуживанию без ущерба для безопасности движения. Ожидается, что сравнимый потенциал экономии при повышенной безопасности движения может быть достигнут также при регулярном контроле ходовой части.

При наличии системы обмера может быть составлен кратко- или долгосрочный прогноз поведения любого из контролируемых параметров, например, изменения высоты гребня определенной колесной пары в течение двух недель. Прогноз позволяет определять остаточный срок эксплуатации каждой колесной пары и планировать мероприятия по ремонту. Кроме того, с помощью прогнозов можно планировать загрузку станочного парка депо, производство запасных частей и резерв подвижного состава.

Измерительная система ARGUS обмеряет и обследует колеса рельсового подвижного состава в движении. Установка длиной 20 м работает в специализированном депо Берлин-Руммельсбург, обслуживающем поезда ICE. Все измерения на поезде длиной 400 м, движущемся со скоростью около 10 км/ч, выполняются в течение 3 мин.

При проследовании поезда через установку все колеса проверяются по ряду параметров. Результаты измерений поступают в цех ремонта по системе передачи данных. Блок информации для каждого колеса может быть выделен с помощью системы идентификации. Все результаты измерений, дающие полную информацию о состоянии каждого колеса и колесных пар, помещаются в запоминающее устройство.

Доступ к данным с целью их оценки может быть разрешен компьютером более высокого уровня. Результаты измерений и рассчитанные по ним остаточные сроки эксплуатации позволяют планировать работы по обточке колес или замене колесных пар.

Имея данные о состоянии профиля каждого колеса, можно заранее задавать режим его обточки на колесотокарном станке.

Система ARGUS состоит из базового блока (компьютера управления и контроля) и ряда модулей:

- идентификации поезда;
- обнаружения некруглостей и ползунов;
- измерения диаметра и расстояния между внутренними гранями колес;
- обмера профиля;
- ультразвуковой дефектоскопии.

Измерительная установка, созданная на базе системы ARGUS, монтируется на открытом воздухе и может эксплуатироваться при температурах, свойственных для Центральной Европы. Датчики системы закрыты защитными корпусами, в которые под давлением подается подогретый воздух. Установка отвечает самым жестким требованиям в отношении достоверности диагностической информации (рис.1).

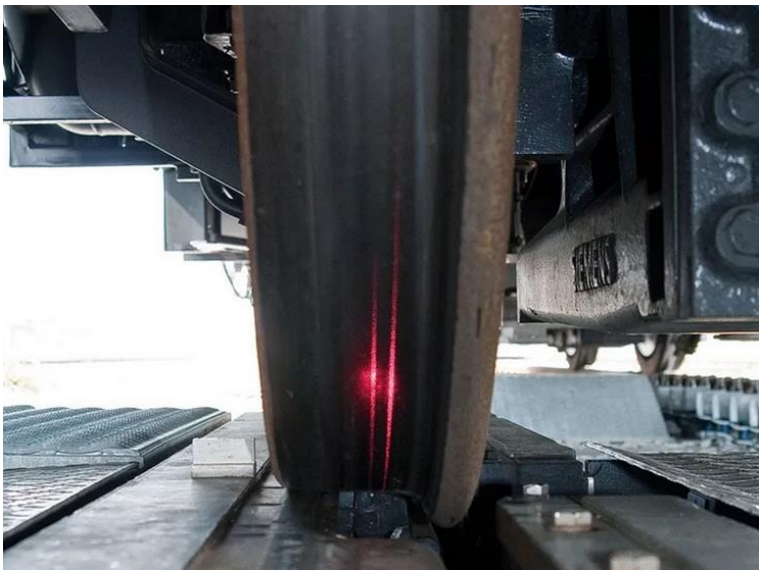


Рис.1 – Диагностика на измерительной установке

С определенными интервалами времени проводится калибровка измерительных устройств. Достоверность результатов измерений проверяется с помощью вероятностных методов расчета.

Благодаря модульному принципу при отказе одного из компонентов остальные сохраняют работоспособность. Установка работает в автоматическом режиме без персонала. Работоспособность установки может быть проверена дистанционно. Возможно также дистанционное устранение некоторых неисправностей.

Для визуализации и оценки данных используется специальная программа. Она состоит из отдельных программных модулей, которые можно также использовать независимо друг от друга. Основные обязательные данные, отображающие конфигурацию поезда, предельные размеры и виды измерений, содержатся в банке данных. Эта программа загружается в персональные компьютеры. Для получения необходимой информации компьютер через сеть подключается к банку данных системы ARGUS. С помощью этой программы возможен быстрый доступ ко всем результатам измерений, помещенным в банк данных. При этом можно получить данные для любой колесной пары. Имеется также внешний программный интерфейс, чтобы можно было выполнять дальнейшую обработку данных с помощью пакета программ Office.

Библиографический список

1. Стоянова, Н. В. Совершенствование производства по ремонту нетягового подвижного состава / Н. В. Стоянова // 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.223-226. – EDN SAOAKA.

2. Стоянова, Н. В. Средства диагностики узлов и деталей нетягового подвижного состава / Н. В. Стоянова // 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.226-228. – EDN SAOAKA.

3. Стоянова, Н. В. Управление грузовым вагонным хозяйством / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 125-129. – EDN PKFQCY.

4. Стоянова, Н. В. Инновационное производство по ремонту грузовых вагонов /Н. В. Стоянова // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022»): ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 265-268. – EDN EGCIYT.

5. G. Hauschild et al. Glasers Annalen, 2000, № 12, 8. 615 - 625.

УДК 629.47

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСА ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕСНЫХ ПАР

Стоянова Н.В.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Рассмотрены вопросы повышения уровня использования комплекса диагностики и мониторинга геометрических параметров колесных пар грузовых и пассажирских вагонов с целью обеспечения безопасности движения поездов.

Ключевые слова: колесная пара, вагон, вагонное депо, диагностические устройства. мониторинг, ремонт, техническое обслуживание.

Abstract. The issues of increasing the level of use of the complex of diagnostics and monitoring of geometric parameters of wheel sets of freight and passenger cars in order to ensure the safety of train traffic are considered.

Keywords: wheelset, wagon, wagon depot, diagnostic devices. monitoring, repair, maintenance.

Система технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов регламентирована соответствующими нормативными документами и предусматривает техническое обслуживание вагонов, находящихся в составах или транзитных поездах, а также порожних вагонов.

Размещение и техническое оснащение вагонных депо (ВЧД), контрольных постов (КП), пунктов подготовки вагонов к перевозкам (ППВ), пунктов технического обслуживания (ПТО) и ремонта вагонов и других подразделений вагонного хозяйства должны обеспечивать высокое качество и высокую производительность технического обслуживания. Работники пунктов технического обслуживания и подготовки вагонов к перевозкам должны своевременно и в точном соответствии с технологическим процессом и графиком движения поездов производить техническое обслуживание и ремонт вагонов.

Длительность технического обслуживания поездов разнообразна (в зависимости от длины состава), а значит, ремонтные и смотровые бригады, а также технические средства имеют непостоянную нагрузку [2]. Основной задачей пунктов технического обслуживания является обеспечение высокого уровня работоспособности вагонов в условиях непрерывно-возрастающей интенсивности эксплуатации вагонного парка. Задача состоит в том, чтобы, с одной стороны, возможно полнее использовать обслуживающие средства пунктов технического обслуживания, с другой - свести к минимуму задержки в обслуживании поездов и повысить пропускную способность станций.

Основной целью обеспечения безопасности движения поездов является кардинальное сокращение случаев браков и аварий при повышении скоростей движения поездов, пропускных способностей участков направлений и снижении непроизводительных расходов за счет создания многофункциональной системы управления и обеспечения безопасности движения поездов с использованием новых технических средств и технологий управления, цифровых систем связи и новых методов технической диагностики.

Повышение безопасности, повышение скорости движения, создание резерва пропускной способности и обеспечение возможности управления движением на крупных полигонах планируется за счет реализации такого мероприятия, как создание системы технической диагностики с повышенной достоверностью обнаружения дефектов и прогнозирующих диагностических систем на основе принципиально новых способов выявления дефектов на ходу поезда [1; 4].

Система управления безопасности железнодорожных перевозок пассажиров и грузов должна учитывать положение федерального закона «О техническом регулировании», особенности реформирования железнодорожного транспорта, а также необходимость обеспечения нормативных значений показателей безопасности перевозок при минимальном объеме затрат.

В соответствии с законом, система управления безопасностью должна выполнять ряд новых функций, касающихся нормирования показателей безопасности перевозок в целом; движения поездов и отдельных технологических процессов, влияющих на безопасность перевозок; функционирования технических средств и персонала; оценивания фактических значений показателей безопасности; прогнозирования изменений показателей безопасности функционирования технических средств.

Был разработан кардинально новый подход к решению проблемы измерения геометрических параметров колес на ходу поезда сотрудниками ООО «Агроэл». Был создан опытный образец измерительного комплекта «ЭКСПРЕСС-КОЛЕСО» (рис. 1), показавший высокую точность, а результаты испытаний практически полностью совпали с расчетными.

Рис. 1 - Напольное оборудование комплекса

Опытная эксплуатация в течение чрезвычайно морозной и снежной зимы доработанных до окончательного варианта сенсоров показала высокую надежность конструкции и электроники «Колеса», устойчивость к перепадам температуры, вибрации, осадкам.

Особенности комплекса:

- высокая точность оценивания геометрических параметров колес;
- отсутствие влияния на результаты измерений: прогиба рельса, угла набегания колеса, ускорения поезда, внешних факторов - таких, как климатические условия;
- улучшенная оптическая схема измерения толщины обода;
- адаптированные к геометрии вагонных колес конструкция и оптика сенсоров комплекса;
- возможность обнаружения кольцевых выработок;
- вибростойкая конструкция;
- автоматическое поддержание температуры сенсоров;
- пневматическая защита сенсоров от внешних факторов;
- расчётная предельная скорость поезда 72 км/ч.

Комплекс способен выдавать тревожные сигналы по шести параметрам:

- толщина гребня;
- толщина обода;
- расстояние между внутренними гранями;
- вертикальный подрез гребня;
- равномерный прокат;
- набег колеса.

Сигналы от напольного оборудования накапливаются и обрабатываются управляющим компьютером, входящим в состав постового оборудования [3; 4] (рис. 2).

Рис. 2 - Пара измерительных сенсоров без внешних кожухов
(с узлами пневмообдува и защиты от механических повреждений)

По всем параметрам введено понятие тревог для принятия решения об отцепке вагона или возможности его следования по гарантийному плечу.

Тревоги по каждому параметру представлены тремя уровнями:

- 0 - износ колеса 80 %;
- 1 - износ 90 %;
- 2 - эксплуатация колесной пары запрещена.

При тревогах 0 и 1 следование вагона возможно с учетом протяженности гарантийного плеча. Совместное использование информации о геометрии колес и набеге от двух комплексов «Колесо», расположенных на концах гарантийного плеча, дает возможность автоматически оценить изнашиваемость колёс и выдать рекомендацию об отцепке.

Использование комплексов диагностики и мониторинга геометрических параметров колесных пар позволит производить замер геометрических параметров колесных пар вагонов не только в поездах, следующих на ПТО вагонных депо, но и колесных пар вагонов транзитных поездов.

Это, в конечном итоге, приведет к снижению эксплуатационных расходов при гарантированном обеспечении бесперебойности и безопасности перевозочного процесса.

Библиографический список

1. Стоянова, Н. В. Средства диагностики узлов и деталей нетягового подвижного состава / Н. В. Стоянова // 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. 226-228. – EDN SAOAKA.

2. Стоянова, Н. В. Управление грузовым вагонным хозяйством / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021): Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 125-129. – EDN PKFQCY.

3. Стоянова, Н. В. Инновационное производство по ремонту грузовых вагонов /Н. В. Стоянова // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022») : ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 265-268. – EDN EGCIYT.

4. Орлов, В.В. Модель конденсаторного реактивного двигателя в установившемся режиме работы / В.В. Орлов // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России / Труды Международной научно-практической конференции. Секция: «Теоретические и практические вопросы транспорта» – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С.143-146. - EDN: CHNCWK.

УДК 629.42

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЕМ КАЧЕСТВА В ЛОКОМОТИВНЫХ РЕМОНТНЫХ ДЕПО

Стоянова Н.В.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Рассмотрены вопросы организации системы качества в локомотивных ремонтных депо с целью повышения качества ремонта подвижного состава.

Ключевые слова: тяговый подвижной состав, качество продукции, локомотивное ремонтное депо.

Abstract. The questions of quality system organization in locomotive repair depots with a view to improve the quality of rolling stock repair are reviewed.

Keywords: traction rolling stock, product quality, locomotive repair depot.

В рыночной экономике проблема качества является важнейшим фактором повышения уровня жизни, экономической, социальной и экологической безопасности. Стандарты ИСО серии 9000 установили единый, признанный в мире подход к договорным условиям по оценке систем качества и одновременно регламентировали отношения между производителями и потребителями продукции.

Качество работы включает обоснованность принимаемых управленческих решений, систему планирования. Качество работы непосредственно связано с обеспечением функционирования фирмы. Это – качество руководства и управления (планирование, анализ, контроль). От качества планирования (разработки стратегии, системы планов и т.п.) зависит достижение поставленных целей и качество продукции фирмы.

Понятие качества формировалось под воздействием историко-производственных обстоятельств. Это обусловлено тем, что каждое общественное производство имело свои объективные требования к качеству продукции. На первых порах крупного промышленного производства проверка качества предполагала определение точности и прочности (точность размеров, прочность и т.п.). Повышение сложности изделий привело к увеличению числа оцениваемых свойств. Центр тяжести сместился к комплексной проверке функциональных способностей изделия. В условиях массового производства качество стало рассматриваться не с позиций отдельного экземпляра, а с позиций стандарта качества всех производимых в массовом производстве изделий. С развитием научно-технического прогресса, следствием которого стала автоматизация производства, появились автоматические устройства для управления сложным оборудованием и другими системами. Возникло понятие «надежность».

Таким образом, понятие качества постоянно развивалось и уточнялось. В связи с необходимостью контроля качества были разработаны методы сбора, обработки и анализа информации о качестве. Фирмы, функционировавшие в условиях рыночной экономики, стремились организовать наблюдения за качеством в процессе производства и потребления. Упор был сделан на предупреждение дефектов.

Качество у производителя и потребителя – понятия взаимосвязанные. Производитель должен проявлять заботу о качестве в течение всего периода потребления продукта. Кроме того, он должен обеспечить необходимое послепродажное обслуживание. Особенно это важно для товаров, отличающихся сложностью эксплуатации программных продуктов.

Важными свойствами для оценки качества являются:

- технический уровень, который отражает материализацию в продукции научно-технических достижений;

- эстетический уровень, который характеризуется комплексом свойств, связанных с эстетическими ощущениями и взглядами;

- эксплуатационный уровень, связанный с технической стороной использования продукции (уход за изделием, ремонт и т.п.);

- техническое качество, предполагающее гармоничную увязку предполагаемых и фактических потребительных свойств в эксплуатации изделия (функциональная точность, надежность, длительность срока службы).

В теории и практике управления качеством выделены две проблемы: качество продукции и менеджмент качества. Обеспечение качества требует немалых затрат. До недавнего времени основная доля в затратах на качество приходилась на физический

труд. Но сегодня высока доля интеллектуального труда. Проблема качества не может быть решена без участия ученых, инженеров, менеджеров. Должна быть гармония всех составляющих профессионального влияния на качество. Значение повышения качества достаточно многообразно. Решение этой проблемы на микроуровне важно и для экономики в целом, т.к. позволит установить новые и прогрессивные пропорции между ее отраслями и внутри отраслей. Если не уделять серьезного внимания качеству, то потребуются значительные средства на исправление дефектов. Гораздо больший эффект будет достигнут путем разработки долгосрочных программ по предотвращению дефектов. До недавнего времени считалось, что качеством должны заниматься специальные подразделения. Переход к рыночной экономике обусловливает необходимость изучения опыта ведущих фирм мира по достижению высокого качества. Ведущие фирмы стран с развитой рыночной экономикой считают, что на достижение качества должны быть нацелены все службы. Ключевую роль в повышении качества играют требования потребителей, информация о неисправностях, просчетах и ошибках, оценки потребителей.

Исследования, проведенные в ряде стран, показали, что в компаниях, мало уделяющих внимания качеству, до 60% времени может уходить на исправление брака. Современное управление качеством исходит из того, что деятельность по управлению качеством не может быть эффективной после того, как продукция произведена, эта деятельность должна осуществляться в ходе производства продукции. Важна также деятельность по обеспечению качества, которая предшествует процессу производства. Качество определяется действием многих случайных, местных и субъективных факторов. Для предупреждения влияния этих факторов на уровень качества необходима система управления качеством. При этом нужны не отдельные разрозненные и эпизодические усилия, а совокупность мер постоянного воздействия на процесс создания продукта с целью поддержания соответствующего уровня качества. Управление качеством неизбежно оперирует понятиями: система, среда, цель, программа и др. Различают управляющую и управляемую системы. Управляемая система представлена различными уровнями управления организацией (фирмой и др. структурами). Управляющая система создает и обеспечивает менеджмент качества.

В современной литературе и практике используются следующие концепции менеджмента качества. Управляющая система начинается с руководства высшего звена. Именно руководство высшего звена должно исходить из стратегии, что фирма способна на большее по сравнению с прошлым. В организационной структуре фирмы могут быть предусмотрены специальные подразделения, занимающиеся координацией работ по управлению качеством. Распределение специальных функций управления качеством между подразделениями зависит от объема и характера деятельности фирмы. Для качества как объекта менеджмента свойственны все составные части менеджмента: планирование, анализ, контроль. Основой деятельности ведущих фирм стали следующие направления улучшения работы:

- заинтересованность руководства высшего звена;
- образование совета по улучшению качества работы;
- вовлечение всего руководящего состава в процесс улучшения работы;
- обеспечение коллективного участия;
- обеспечение индивидуального участия;
- создание групп по совершенствованию систем (групп регулирования процессов);
- более полное вовлечение поставщиков;
- обеспечение качества функционирования систем управления;

- разработка и реализация краткосрочных планов и долгосрочной стратегии улучшения работы;

- создание системы признания заслуг.

Особенно следует отметить такое направление, как обеспечение качества функционирования систем управления.

Сегодня в управлении качеством важное значение имеет наличие на фирмах сертифицированной системы менеджмента качества, что является гарантией высокой стабильности и устойчивости качества продукции. Сертификат на систему качества позволяет сохранить конкурентные преимущества на рынке.

В качестве примера рассмотрим систему управлением качества в локомотивных ремонтных депо. Эффективность функционирующей системы менеджмента качества заключается в своевременной разработке и введении в действие стандартов предприятия по всем направлениям производственно-хозяйственной деятельности депо, обеспеченностью необходимым качеством ремонта подвижного состава, удовлетворительной ритмичностью выпуска продукции, высоким уровнем квалификации работников и т.д. (рис.1).

Рис.1 – Ключевые показатели качества работы локомотивного ремонтного депо

В локомотивных ремонтных депо за своевременный и качественный ремонт отвечает заместитель начальника по качественному ремонту. Также день качества проводится каждый четверг на общем собрании, на котором присутствуют все работники депо, так же проводится опрос работников, которые допустили брак.

Для выполнения одной из важнейших задач локомотивного хозяйства – обеспечения перевозок исправными и надежными локомотивами – создана и действует система планово-предупредительных ремонтов подвижного состава и система технического обслуживания. Она устанавливается в соответствии с указанием Департамента локомотивного хозяйства ОАО «РЖД» и предусматривает проведение следующих видов ТО и ремонтов в условиях депо:

– Технические обслуживания: ТО-1, ТО-2, ТО-4, ТО-5;

– Ремонты: ТР-1, ТР-2 и ТР-3.

ТО-1 и ТО-2 предназначены для предупреждения появления неисправностей и поддержания электровозов в работоспособном и надлежащем санитарно-гигиеническом состоянии, обеспечения пожарной безопасности и безаварийной работы.

ТО-4 предназначено для обточки бандажей колесных пар без выкатки их из-под электровозов с целью поддержания оптимальной величины проката и толщины гребня в соответствии с требованиями инструкции по содержанию колесных пар.

ТО-5 выполняется:

– в процессе подготовки электровоза для постановки в запас МПС России (с консервацией для длительного хранения) и длительного содержания в резерве железной дороги (далее - РД) - ТО-5а;

– в процессе подготовки электровоза к отправке в недействующем состоянии в капитальный ремонт на заводы или в другие депо, СР и ТР в другие депо, передачи на баланс другим депо или передислокации –ТО-5б;

– в процессе подготовки электровоза к эксплуатации после постройки, ремонта на заводах или в других депо, после передислокации – ТО-5в;

– в процессе подготовки электровоза к эксплуатации перед выдачей из запаса МПС России или РД –ТО-5г.

ТР-1 и ТР-2 предназначены для восстановления основных эксплуатационных характеристик и работоспособности электровозов в соответствующих межремонтных периодах путем ревизии, ремонта или замены отдельных деталей, сборочных единиц, регулировки и испытания, а также частичной модернизации.

ТР-3 предназначен для восстановления основных эксплуатационных характеристик, исправности и ресурса (срока службы) электровоза путем ремонта или замены изношенных или поврежденных деталей и агрегатов с обязательной проверкой состояния остальных составных частей с устранением обнаруженных неисправностей.

Объемы обязательных работ, необходимость замены, ремонта или восстановления деталей, отдельных сборочных единиц при ТО-2, ТР-1, ТР-2 и ТР-3 устанавливаются Руководством по техническому обслуживанию и текущему ремонту электровозов переменного тока ВЛ80в/и.

На электровозах и тяговых агрегатах техническое обслуживание ТО-2 предусматривает контроль за состоянием основного оборудования и ходовых частей и устранение выявленных при этом неисправностей. При этом проверяют и устраняют неисправности по механической части, крышевому оборудованию, электрическим машинам, электрической аппаратуре, проверяют компрессоры и пневмосистемы, источники автономного питания и их системы.

Объем работ при всех видах ремонтов определяется Правилами ремонта, отраслевой нормативной документацией, а также ремонтной документацией. При производстве работ необходимо соблюдение требований ПТЭ, государственных и отраслевых стандартов, а также специальных отраслевых инструкций.

Библиографический список

1. Стоянова, Н.В. Определение максимально допустимой величины износа колеса в эксплуатации // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020) / Труды Международной научно-практической конференции. Секция: «Теоретические и практические вопросы транспорта» – Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2020 – с.111-114. - EDN: PAIYZA.

2. Стоянова, Н. В. Совершенствование производства по ремонту нетягового подвижного состава / Н. В. Стоянова // 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.223-226. – EDN SAOAKA.

3. Стоянова, Н. В. Средства диагностики узлов и деталей нетягового подвижного состава / Н. В. Стоянова // 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.226-228. – EDN SAOAKA.

4. Стоянова, Н.В. Организация системы качества на тепловозоремонтном заводе // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021) / Труды научно-практической конференции. – Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2021 – с.122-125. - EDN: USAHUO.

УДК 629.423.1

К ВОПРОСУ О МЕТОДЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АНАЛОГИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ

Тасанг Э.Х.[1], Быкадоров В.В.[1], Воронов О.В.[2], Иванова Е.И.[1], Клюев А.С.[1], Павлова Г.И.[2], Тищук Л.И.[2]

[1]Луганский национальный университет им. Владимира Даля, г. Луганск

[2]Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Работа посвящена дальнейшим исследованиям принципов построения систем автоматизированного проектирования (САПР) моделей инженерных объектов подвижного состава железнодорожного транспорта. Авторами излагается обобщенная методика, позволяющая в учебном процессе корректно применить единый подход к автоматизированному составлению моделей через их электрические аналогии.

Ключевые слова: метод электрических аналогий, граф, сечения, контуры, дерево, хорды, уравнения токов хорд.

Abstract. The work is devoted to further research of the principles of building computer-aided design (CAD) systems of models of engineering objects of railway rolling stock. The authors present a generalized methodology that allows the educational process to correctly apply a unified approach to the automated compilation of models through their electrical analogies.

Keywords: electrical analogy method, graph, sections, contours, tree, chords, chord current equations.

Зачастую в профессиональной деятельности инженера возникает необходимость в математическом моделировании процессов в объектах различной физической природы. Как правило, математические модели, основанные на применении фундаментальных физических законов конкретной прикладной задачи, связаны с решением систем обыкновенных дифференциальных уравнений или уравнений в частных производных в сочетании с множеством начальных или граничных значений [2; 7; 8]. Получение точного решения таких задач довольно затруднительно. Это

заставляет прибегать к применению различных численных методов [1], систем автоматизированного проектирования (САПР) [4].

Любой объект – конструкция изделия или оснастки, технологический процесс или процесс проектирования – моделируется одинаковыми математическими методами и средствами. Данный подход наблюдается и в высокоуровневых системных модулях. Подтверждением этого являются программные комплексы CAE-системы, такие как ANSYS, NASTRAN, WORKBENCH и т.д., в математической основе которых применён единый подход в автоматизации составления и решения системы уравнений, моделируемого объекта. При этом инженеру даётся возможность меньше заниматься рутинной вычислительной работой, а больше времени уделять анализу результатов расчётов и пониманию работы конструкции в целом, что способствует целенаправленному поиску решений оптимального проектирования.

Цель данной работы – дальнейшее развитие обобщённой методики автоматизированного составления математической модели и её программная реализация. Этапы такой методики были изложены ранее [4].

Для математических моделей и обозначения элементов применяют несколько форм. Зачастую математические модели представляют в виде эквивалентных схем замещения (метод электрических аналогий) [1-4]. Использование эквивалентных схем применяется при анализе функционирования радиоэлектронных устройств, магнитных цепей, в теплотехнике, гидро-газодинамике и др. При этом применяют специфические системы обозначений элементов на эквивалентных схемах.

Возможны два варианта электрической аналогии. В первой сила является аналогом электрического тока, во второй – напряжения.

В используемых в САПР методах формирования математической модели системы (ММС) принято моделируемую систему представлять в виде совокупности подсистем (таблица 1 [4]) определённой физической природы. Также в [4] предложено использовать единую систему обозначений для элементов всех подсистем, обычно применяемую при изображении электрических эквивалентных схем (электрических аналогий) (рисунок 1 [4]).

Переход от систем, отражающих механические, гидравлические, пневматические, тепловые и другие процессы в проектируемых устройствах к эквивалентной схеме заключается в замене обозначений элементов функциональной схемы подсистемы из таблицы 1 [4] обозначениями двухполюсников по рисунку 1 [4].

Приведём ряд электрических аналогий на примерах поступательного движения некоторых часто встречающихся объектов подвижного состава.

Рассмотрим её на примере механического вертикального поступательного движения для одного тела, массой m, опирающегося на основание через упруго-диссипативную связь (рис. 1).

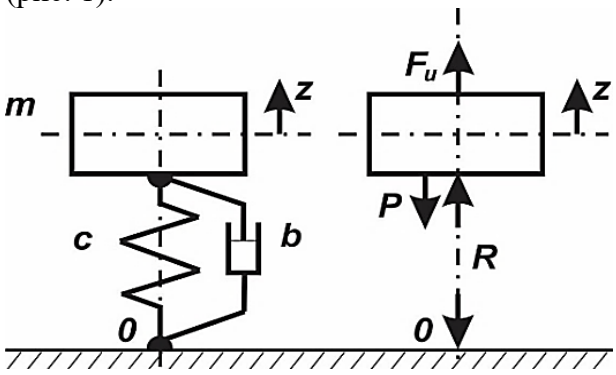


Рис. 1 – Механическое поступательное движение тела, массой m

Согласно уравнению равновесия сил, проложенных к массе:

$$F_и + R = P;$$
$$m\ddot{z} + b\dot{z} + cz = -P \qquad 1)$$

где z – перемещение; m – масса; b – демпфирование (коэффициент диссипации); c – жёсткость; P – внешняя сила от веса массы (со знаком минус, т.к. направлена против положительного направления перемещения z).

Рассмотрим электрическую схему параллельного соединения источника тока с элементами *R–L–C*. Запишем уравнения первого закона Кирхгофа (рис. 2):

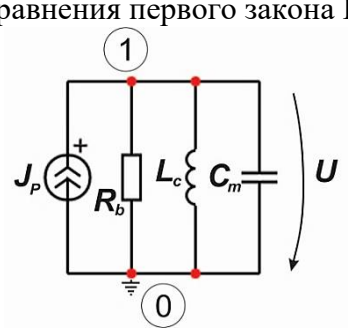


Рис. 2 – Электрическая схема параллельного соединения источника тока с элементами *R–L–C*

$$C_m \frac{dU_{10}}{dt} + \frac{U_{10}}{R_b} + \frac{1}{L_c}\int U_{10}dt = \mathcal{J}_P,$$
$$U_{10} = \frac{d\Phi}{dt} = \dot{\Phi} \Longrightarrow. \qquad (2)$$
$$\Longrightarrow C_m\ddot{\Phi} + \frac{1}{R_b}\dot{\Phi} + \frac{1}{L_c}\Phi = \mathcal{J}.$$

Согласно этой электрической аналогии для механической поступательной системы, скорость $\Longrightarrow$ потенциал узла 1 или напряжение узла 1 относительно узла 0 (основание), сила $\Longrightarrow$ электрический ток, масса $\Longrightarrow$ электрическая емкость (C), гибкость $\Longrightarrow$ индуктивность (L), механическое сопротивление $\Longrightarrow$ электрическое сопротивление (R), добавим электрическую аналогию перемещение (z) $\Longrightarrow$ магнитный поток (Φ).

Рассмотрим механическое поступательное движение для одного тела, массой m, являющегося элементом произвольной системы (рис. 3).

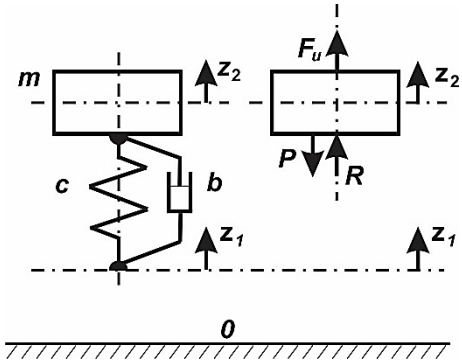


Рис. 3 – Механическое поступательное движение тела, массой m, являющегося элементом произвольной системы

В этом случае перемещение нижнего участка упруго-диссипативного элемента z_1 определяется реакциями остальной части системы и уравнение равновесия сил, приложенных к массе:

$$F_{и2} + R = -P$$
$$m\ddot{z}_2 + b(\dot{z}_2 - \dot{z}_1) + c(z_2 - z_1) = -P. \quad (3)$$

В данном выражении известными являются внешняя сила от веса массы P и внешнее усилие, возникающие от перемещения z_1: $F_{z1} = b\dot{z}_1 + cz_1$. После переноса этих усилий в правую часть равенства (3) получим:

$$m\ddot{z}_2 + b\dot{z}_2 + cz_2 = -P + F_{z1}. \quad (4)$$

Реакция от упруго-диссипативного элемента определяется разностью перемещений z_2 и z_1 и разностью изменения скоростей $\dot{z}_2$ и $\dot{z}_1$, а для электрического аналога это соответствует разности напряжений между узлами 2 и 1 относительно узла 0. Электрическим аналогом усилия F_{z1} является источник тока. Получим следующую схему замещения (рис. 4):

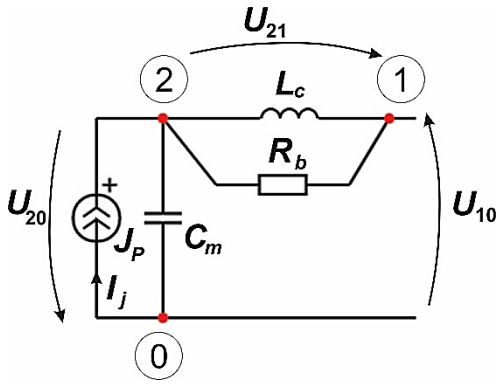


Рис. 4 – Электрическая аналогия механического поступательного движение тела массой m, являющегося элементом произвольной системы

Запишем 1-й закон Кирхгофа для узла 2 схемы по рис. 4:

$$C_m \frac{dU_{20}}{dt} + \frac{U_{21}}{R_b} + \frac{1}{L_c}\int U_{21}dt = \mathcal{J}_P, \quad (5)$$

Согласно 2-му закону Кирхгофа:

$$U_{21} = \frac{d\Phi_L}{dt} = \dot{\Phi}_L \Longrightarrow$$
$$U_{20} = U_{21} - U_{10} = \dot{\Phi}_L - U_{10} \Longrightarrow \quad (6)$$
$$C_m\ddot{\Phi}_L + \frac{1}{R_b}\dot{\Phi}_L + \frac{1}{L_c}\Phi_L = \mathcal{J}_P + C_m\dot{U}_{10}.$$

В последнем выражении:

$$C_m \equiv m, \frac{1}{R_b} \equiv b, \frac{1}{L_c} \equiv c, \Phi_L \equiv z_2, \mathcal{J}_P \equiv P, C_m\dot{U}_{10} \equiv F_{z1} = b\dot{z}_1 + cz_1. \quad (7)$$

С целью применения метода электрической аналогии рассмотрим упрощенную модель вертикальных колебаний рельсовых экипажей с двухъярусным подвешиванием: магистральных локомотивов (электровозов и тепловозов) и пассажирских вагонов. Качение колёс по рельсам считаем безотрывным, путь – жёстким, а возмущение – детерминированным гармоническим или более сложного вида [5]. Модель представляет собой двухмассовую систему, первая масса которой соответствует

обрессоренной массе тележки, вторая – массе кузова, приведенной к одной тележке. Две массы связаны упругими и диссипативными связями (рис. 5).

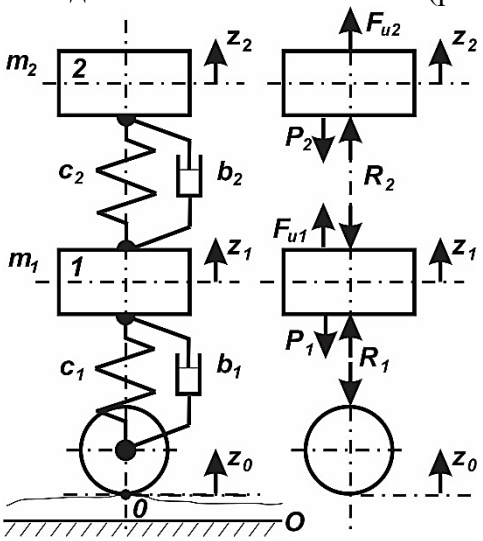


Рис. 5 – Поступательное движение двухмассовой системы

Для двухмассовой системы получим:

$$\begin{gathered} F_{\text{и}1} + R_1 - R_2 = -P_1 \\ F_{\text{и}2} + R_2 = -P_2, \end{gathered} \tag{8}$$

где инерционные составляющие масс $F_{\text{и}1} = m_1\ddot{z}_1$, $F_{\text{и}2} = m_2\ddot{z}_2$;

ревкции от диссипативных и упругих составляющих связей

$R_1 = R_{\text{д}1} + R_{\text{у}1} = b_1(\dot{z}_1 - \dot{z}_0) + c_1(z_1 - z_0)$,

$R_2 = R_{\text{д}2} + R_{\text{у}2} = b_2(\dot{z}_2 - \dot{z}_1) + c_2(z_2 - z_1)$;

1, 2 – тела массами m_1, m_2;

b_1, b_2 – демпфирование (коэффициент диссипации);

c_1, c_2 – жёсткости;

z_0, $\dot{z}_0$ – функция неровности пути и её производная – внешнее возмущения системы;

P_1, P_2 – внешние силы от веса масс.

После подстановки в (8) получим:

$$\begin{gathered} m_1\ddot{z}_1 + b_1(\dot{z}_1 - \dot{z}_0) + c_1(z_1 - z_0) - b_2(\dot{z}_2 - \dot{z}_1) - c_2(z_2 - z_1) = -P_1 \\ m_2\ddot{z}_2 + b_2(\dot{z}_2 - \dot{z}_1) + c_2(z_2 - z_1) = -P_2. \end{gathered} \tag{9}$$

В уравнениях (9) произведения $c_1 z_0$ и $b_1\dot{z}_0$ представляют собой возмущающие воздействия на упруго-диссипативные элементы между первой массой и колесом от известных перемещений z_0.

На основе (1) – (9) и рис. 2–5 составим схему замещения системы по рис. 5.

Потенциалы узлов 1, 2, 0 схемы (рис. 6) соответствуют скоростям перемещения центров масс 1, 2 и точки касания колеса с рельсом 0 (напряжения относительно основания системы – О).

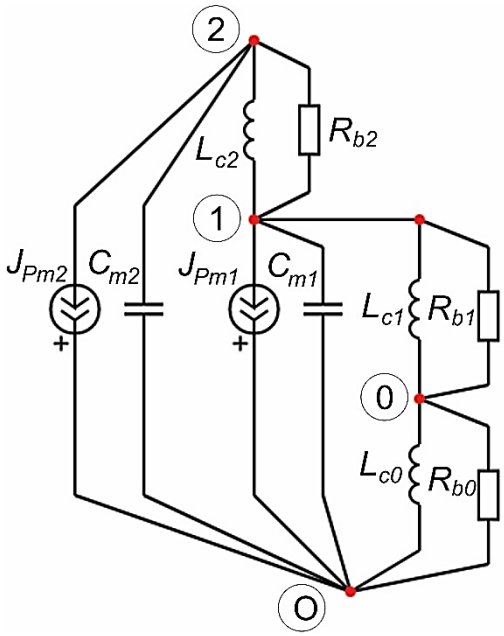


Рис. 6 – Электрическая аналогия механического поступательного движение двухмассовой системы

Между узлами 1 и 2 к узлу О подключены источники тока J_{Pm1} и J_{Pm2}, соответствующие силам от веса масс m_1, m_2 и электрические емкости C_{m1} и C_{m2}, соответствующие массам m_1 и m_2, для учёта их инерционных свойств.

Массы m_1 и m_2 опираются на последующие элементы через упруго-диссипативные связи, выраженные элементами L_{c1}, L_{c2} и R_{b1}, R_{b2}. Упруго-диссипативное основание представлено элементами L_{c0} и R_{b0}, соответствующими элементам $c_1 z_0$ и $b_1 \dot{z}_0$.

Аналогично предыдущей системе рассмотрим вертикальные колебания упрощенной модели локомотива, состоящей из платформы (кузова) массой m_K, тележек массой m_T и колёс (рис. 7).

Между кузовом и тележками, тележками и колесами имеются упруго-диссипативные связи. Локомотив движется с постоянной скоростью V под действием силы тяги F. Соответственно на кузов воздействует равнодействующая сила на автосцепке от состава и равная силе тяги F.

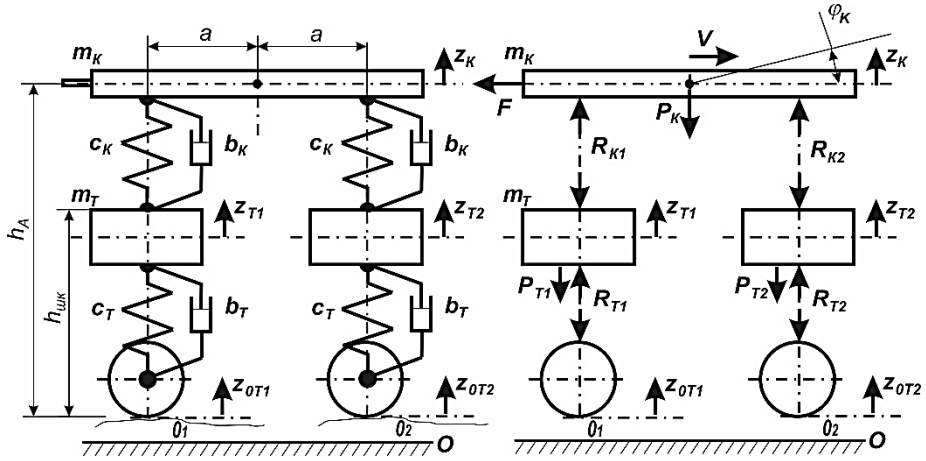


Рис. 7 – Вертикальные колебания упрощённой модели локомотива

Вследствии этого на кузов воздействует момент, поворачивающий его против часовой стрелки $M = F(h_A - h_{\text{ШК}})$, где h_A и $h_{\text{ШК}}$ – высота расположения автосцепки и шкворня. В результате перекоса кузова нагрузка на колеса отличается от статической, что приводит к реализации ими различной силы тяги и, естественно, к увеличению склонности к буксованию. Применим электрическую аналогию к расчету вертикальных нагрузок в рассмотренной модели с учетом перекоса кузова и перераспределения нагрузок на колеса.

В этом случае уравнения равновесия сил для кузова и тележек и моментов для кузова:

$$\begin{gathered} m_K\ddot{z}_{K1} + R_{K1} + R_{K2} = -P_K, \\ m_T\ddot{z}_{T1} + R_{T1} - R_{K1} = -P_T, \\ m_T\ddot{z}_{T2} + R_{T2} - R_{K2} = -P_T, \\ J_T\ddot{\varphi}_K - R_{K1}a + R_{K2}a = F(h_A - h_{\text{ШК}}), \end{gathered} \tag{10}$$

где реакции R_{K1}, R_{K2}, R_{T1}, R_{T2} определены аналогично предыдущему примеру:

$$\begin{gathered} R_{K1} = b_K(\dot{z}_K - \dot{z}_{T1}) + c_K(z_K - z_{T1} - \varphi_K a); \\ R_{K2} = b_K(\dot{z}_K - \dot{z}_{T2}) + c_K(z_K - z_{T2} + \varphi_K a); \\ R_{T1} = b_T\big(\dot{z}_{T1} - \dot{z}_{0T1}(t)\big) + c_T\big(z_{T1} - z_{0T1}(t)\big); \\ R_{T2} = b_T\big(\dot{z}_{T2} - \dot{z}_{0T2}(t)\big) + c_T\big(z_{T2} - z_{0T2}(t)\big); \end{gathered}$$

$z_{0T1}(t)$, $\dot{z}_{0T1}(t)$, $z_{0T2}(t)$, $\dot{z}_{0T2}(t)$ – функции неровности пути и их производные – внешние возмущения системы; $M_P = F(h_A - h_{\text{ШК}})$ – момент, разворачивающий кузов против часовой стрелки; $z_{\text{П}} = \varphi_K a$ – перемещение кузова в точках опор кузова на тележки от воздействия разворачивающего кузов момента на угол φ_K.

Тогда после подстановки в (10) получим:

$$\begin{gathered} m_K\ddot{z}_K = -P_K - b_K\big(2\dot{z}_K - \dot{z}_{T1} - \dot{z}_{T2}\big) - c_K(2z_K - z_{T1} - z_{T2}), \\ m_T\ddot{z}_{T1} = -P_T - b_T\big(\dot{z}_{T1} - \dot{z}_{0T1}(t)\big) - c_T\big(z_{T1} - z_{0T1}(t)\big) + b_K(\dot{z}_K - \dot{z}_{T1} - \dot{\varphi}_K a) + \\ + c_K(z_K - z_{T1} - \varphi_K a), \\ m_T\ddot{z}_{T2} = -P_T - b_T\big(\dot{z}_{T2} - \dot{z}_{0T2}(t)\big) - c_T\big(z_{T2} - z_{0T2}(t)\big) + b_K(\dot{z}_K - \dot{z}_{T2} - \dot{\varphi}_K a) + \\ + c_K(z_K - z_{T2} - \varphi_K a), \\ J_T\ddot{\varphi}_K = F(h_A - h_{\text{ШК}}) + b_K a(\dot{z}_{T2} - \dot{z}_{T1} - 2\dot{\varphi}_K a) + c_K a(z_{T2} - z_{T1} - 2\varphi_K a). \end{gathered} \tag{11}$$

Разложим M_P на пару усилий, приложенных в точках опор кузова на тележки:

$$F_P = \frac{F(h_A - h_{\text{ШК}})}{a}. \tag{12}$$

Учитывая линейность жёсткостных характеристик упругих элементов и принцип суперпозиции усилий, определим перемещения кузова в точках опор, опор кузова на тележки.

Суммарные жёсткости от каждой опоры до колеса:

$$c = \frac{c_{\text{К}} c_T}{c_{\text{К}} + c_T}. \tag{13}$$

Тогда перемещения точек опор кузова на тележки от воздействия разворачивающего кузов момента (моменту, разворачивающему кузов, противодействуют жесткости опор как слева, так и справа):

$$z_P = \frac{F_P}{2c}. \tag{14}$$

Постоянная составляющая перемещения z_P соответствует составляющим $\varphi_K a$ в системе (11). Её производная равна 0. После подстановки z_P вместо $\varphi_K a$, и отбрасывая последнее уравнение равновесия моментов для кузова, имеем:

$$\begin{gathered} m_K \ddot{z}_K = -P_K - b_K\left(\dot{z}_K - \dot{z}_{T1} - \dot{z}_{T2}\right) - c_K(2z_K - z_{T1} - z_{T2}), \\ m_T \ddot{z}_{T1} = -P_T - b_T\left(\dot{z}_{T1} - \dot{z}_{0T1}(t)\right) - c_T\left(z_{T1} - z_{0T1}(t)\right) + b_K(\dot{z}_K - \dot{z}_{T1}) + \\ + c_K(z_K - z_{T1} - z_P), \\ m_T \ddot{z}_{T2} = -P_T - b_T\left(\dot{z}_{T2} - \dot{z}_{0T2}(t)\right) - c_T\left(z_{T2} - z_{0T2}(t)\right) + b_K(\dot{z}_K - \dot{z}_{T2}) + \\ + c_K(z_K - z_{T2} + z_P). \end{gathered} \tag{15}$$

Составим электрическую аналогию для модели (15) (рис. 8):

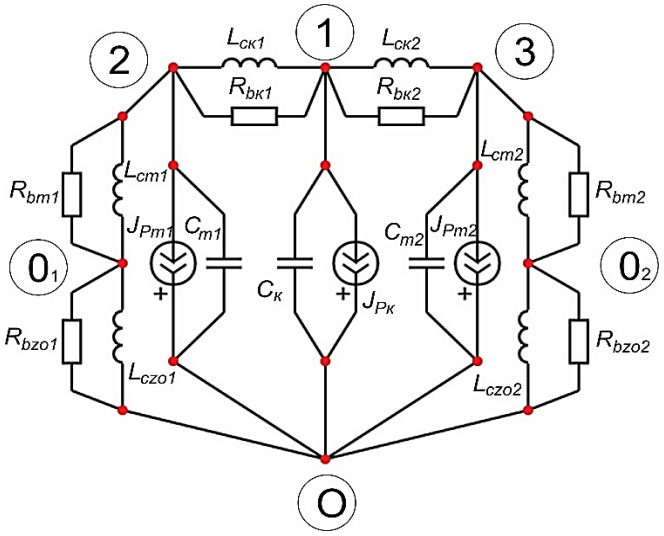


Рис. 8 – Электрическая аналогия вертикальных колебаний упрощенной модели локомотива

Все предыдущие примеры представляют электрические аналогии механического вертикального поступательного движения тел.

Рассмотрим поступательное движение в горизонтальном направлении транспортного средства массой m_1 (рис. 9).

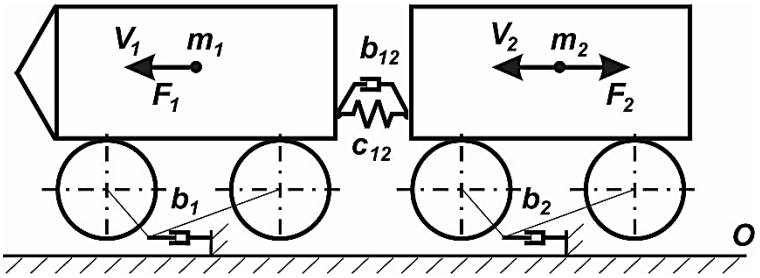


Рис. 9 – Поступательное движение в горизонтальном направлении транспортного средства с вагоном

Масса m_1 движется по направлению и под действием силы тяги F_1 со скоростью V_1. Между массой m_1 и основанием O происходит трение, выраженное коэффициентом диссипации b_1. Транспортное средство движет вагон массой m_2 через упруго-диссипативную связь b_{12}, c_{12}. Вагон движется со скоростью V_2. Между вагоном и основанием присутствует трение, выраженное коэффициентом диссипации b_2. На вагон воздействует сила сопротивления от последующих вагонов F_2. Положительное направление для перемещений z_1 и z_2 масс m_1 и m_2 соответствует направлению скоростей V_1 и V_2.

Согласно уравнению равновесия сил, проложенных к массам, получим:

$$\begin{aligned} m_1\ddot{z}_1 + b_1\dot{z}_1 + b_{12}(\dot{z}_1 - \dot{z}_2) + c_{12}(z_1 - z_2) = F_1, \\ m_2\ddot{z}_2 + b_2\dot{z}_2 - b_{12}(\dot{z}_1 - \dot{z}_2) - c_{12}(z_1 - z_2) = -F_2, \end{aligned} \tag{16}$$

Тогда электрическая аналогия для модели (16) (рис. 10):

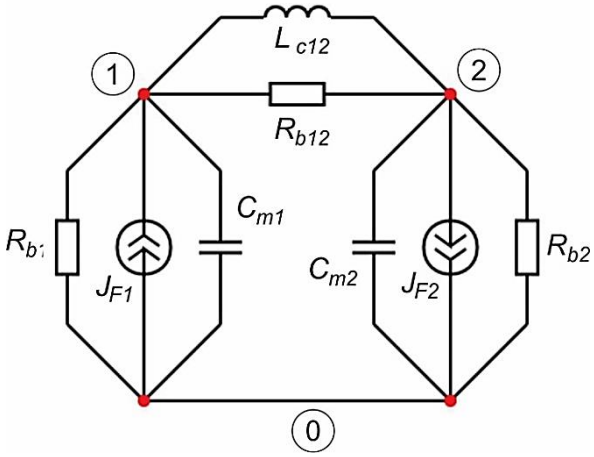


Рис. 10 – Электрическая аналогия поступательного движения
в горизонтальном направлении транспортного средства с вагоном

Покажем процесс автоматизированного формирования расчётной системы уравнений схемы замещения и её анализа для упрощения изложения материала, для статического режима работы, без учета динамических процессов. Используя дальнейшие выкладки, без особых затруднений ее можно применить и для учета динамических процессов. Для схемы по рис. 10 статический режим моделируется следующим образом (рис.11):

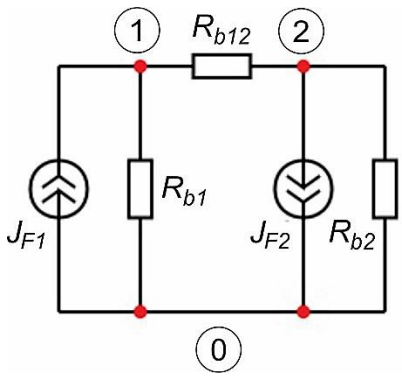


Рис. 11 – Электрическая аналогия поступательного движения
в горизонтальном направлении транспортного средства с вагоном

При статическом режиме (на постоянном токе) электрическая эквивалентная схема содержит только элементы: источники ЭДС – *E*, источники тока – *J* и активные сопротивления – *R*. Для этих элементов фазовые переменные и соотношения между ними и их параметрами будут следующие (рис. 12):

Рис. 12 – Элементы эквивалентных схем цепи постоянного тока и соотношения между фазовыми переменными и их параметрами

Уравнения математической модели элемента (ММЭ), приведенные под каждым элементом на рис. 12, называются компонентными. Уравнения, отражающие связи элементов между собой в составе системы, называются топологическими. Топологические уравнения могут выражать законы сохранения, условия неразрывности, равновесия и т. п.

Таким образом, при заданной конфигурации схемы все её элементы имеют индивидуальный номер и номер узлов начала и конца ветви, причем положительное направление тока принято от начала ветви к его концу. Компонентные составляющие параметра элемента представлены в виде его типа: *E* – источник ЭДС; *J* – источник тока; *R* – активное сопротивление, а топологические составляющие – номера узлов начала и конца элемента.

В стандартных методах анализа сначала определяются контурные токи или узловые напряжения; представляющие интерес токи или напряжения ветвей получают наложением указанных переменных. В ряде случаев требуется вводить в уравнения непосредственно токи и (или) напряжения любых ветвей в явном виде. Соответствующие уравнения более общего вида основаны на применении таких важных подграфов, как сечение, контур и дерево графа.

Рассмотрим уравнения общего вида, позволяющие выводить напряжения или токи любых резистивных ветвей. Исходным моментом здесь является выбор дерева. При этом важно, чтобы уравнения имели упорядоченный вид, облегчающий запись соответствующих матриц коэффициентов и последующие преобразования уравнений [4–7]. Для этого необходимо придерживаться следующего порядка:

1. Выбирают так называемое нормальное дерево графа. В качестве его ветвей принимаются: все источники напряжения и нужное для получения $n_y–1$ ветвей число резистивных элементов. Ветвями связи должны быть остальные резистивные элементы и все источники тока.

После выбора нормального дерева графа получаем ветви четырёх типов с напряжениями и токами: 1) ветви дерева – источники напряжения (*E* – ветви): u_E, i_E; резистивные ветви дерева (*R* – ветви): u_R, i_R; ветви хорд (связи) – резистивные ветви связи (*G* – ветви): u_G, i_G; ветви связи – источники тока (*J* –ветви): u_J, i_J.

Принятое деление ветвей дерева на ветви-источники и резистивные ветви учитывает их различную роль в уравнениях: напряжения источников напряжения и токи источников тока являются известными заданными величинами, а напряжения и токи резистивных элементов – неизвестными искомыми величинами, также как токи источников напряжения и напряжения источников тока.

2. В соответствии с топологией цепи составляется её направленный граф. Производят нумерацию ветвей графа так, что первые номера получают ветви дерева – источники напряжения, последующие – резистивные ветви дерева, затем резистивные ветви связи, а последние номера – ветви связи, представляющие источники тока. Можно принимать нумерацию, обратную указанной.

3. Для всех хорд намечаются главные контуры. На основе закона равновесия напряжений в каждом главном контуре напряжения ветвей связи выражаются через напряжения ветвей дерева. Число уравнений напряжений будет равно числу ветвей связи n_X.

4. Для всех ветвей дерева намечаются главные сечения. На основе закона равновесия токов в каждом главном сечении токи ветвей дерева выражаются через токи ветвей связи. Число уравнений токов будет равно числу ветвей дерева $n_Д$.

5. Записывают уравнения всех элементов или ветвей в соответствии с порядком принятой нумерации: ветвей – источников напряжения, резистивных ветвей дерева, резистивных хорд и ветвей – источников тока.

Рассмотрим составление уравнений, для наглядности иллюстрируя конкретными примерами. На рис. 13, *а* приведена цепь, имеющая $n_У = 6$ узлов, $n_В = 9$ ветвей в виде двух источников напряжения, шести резистивных ветвей и источника тока. На рис. 13, *б* и на рис. 13, *в* изображено выбранное дерево графа. В качестве ветвей дерева приняты оба источника напряжения, которым приписаны первые номера *1* и *2*, и три резистивных элемента с номерами *3, 4, 5*. В качестве ветвей связи приняты три резистивные ветви с последующими номерами *6, 7, 8* и источник тока, получивший последний номер *9*.

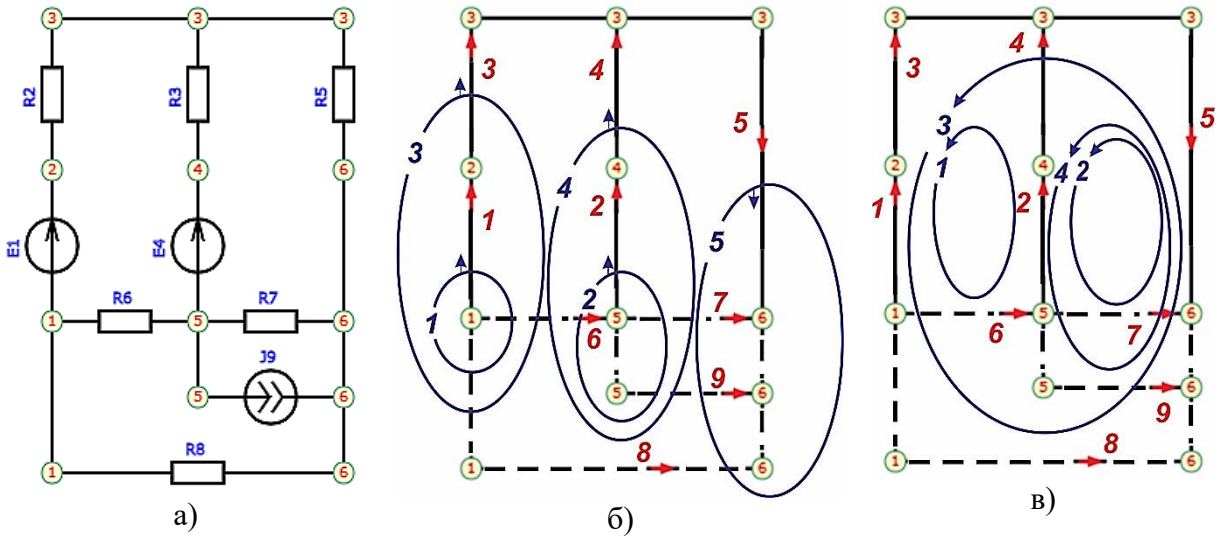


Рис. 13 – Схема электрической цепи (а), главные сечения и главные контуры (б, в) на дереве графа

Принятое разбиение ветвей на ветви-источники и резистивные ветви приводит к разбиению векторов напряжений и токов ветвей дерева и хорд на блоки (клетки). Векторы напряжений и токов ветвей дерева представим в виде:

$$u_Д = \left| \begin{matrix} u_E \\ u_R \end{matrix} \right|; \quad i_Д = \left| \begin{matrix} i_E \\ iR \end{matrix} \right|, \tag{17}$$

где u_E *и* i_E – векторы напряжений и токов источников напряжения, число которых в общем случае равно n_E; u_R *и* i_R – векторы напряжений и токов резистивных ветвей дерева, число которых равно n_R.

Аналогично векторы напряжений и токов хорд представим так:

$$u_X = \left| \begin{matrix} u_G \\ u_J \end{matrix} \right|; \quad i_X = \left| \begin{matrix} i_G \\ i_J \end{matrix} \right|, \tag{18}$$

где u_J *и* i_J – векторы напряжений и токов хорд-источников тока, число которых в общем случае равно n_J; u_G *и* i_G – векторы напряжений и токов резистивных хорд, число которых равно n_G.

В соответствии с разбиением векторов напряжений и токов ветвей дерева и хорд разобьем на клетки топологическую матрицу:

$$F= \begin{matrix} \\ E \\ R \end{matrix} \left| \begin{matrix} G & J \\ F_{EG} & F_{EJ} \\ F_{RG} & F_{RJ} \end{matrix} \right| = -F_1^T \tag{19}$$

Для графа рис. 13, *б, в*, отмечая хорды, вошедшие в каждое главное сечение, имеем:

$$F = \begin{array}{c|cccc} & 6(G) & 7(G) & 8(G) & 9(J) \\ 1(E) & -1 & 0 & -1 & 0 \\ 2(E) & 1 & -1 & 0 & -1 \\ \hline 3(R) & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 4(R) & -1 & 1 & 0 & 1 \\ 5(R) & 0 & 1 & 1 & 1 \end{array} \tag{20}$$

Подматрицы F_{EG} и F_{EJ} показывают, какие хорды – резистивные и в виде источников тока – входят в сечения, образованные ветвями дерева-источниками напряжения, а подматрицы F_{RG} и F_{RJ} – в сечения, образованные резистивными ветвями дерева.

Запишем уравнения равновесия токов в главных сечениях в развернутом виде в соответствии с разбиением матрицы на подматрицы-клетки. Для вектора токов дерева имеем:

$$i_Д = \left| \begin{matrix} i_E \\ i_R \end{matrix} \right| = - \left| \begin{matrix} F_{EG} & F_{EJ} \\ F_{RG} & F_{RJ} \end{matrix} \right| \cdot \left| \begin{matrix} i_G \\ i_J \end{matrix} \right|. \tag{21}$$

Перемножив матрицы, для векторов токов-источников напряжения и резистивных ветвей дерева получаем:

$$\begin{aligned} i_E &= -F_{EG}\cdot i_G - F_{EJ}\cdot i_J; \\ i_R &= -F_{RG}\cdot i_G - F_{RJ}\cdot i_J. \end{aligned} \qquad (22)$$

Для цепи (рис. 13, *а*) из (19), (20) имеем:

$$F_{EG} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 \\ -1 & 1 & 0 \end{vmatrix};\ F_{EJ} = \begin{vmatrix} 0 \\ 1 \end{vmatrix};\ F_{RG} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{vmatrix};\ F_{RJ} = \begin{vmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{vmatrix}. \qquad (23)$$

На основе (22) с учетом (23) уравнения для токов главных сечений запишем:

$$i_E = \begin{vmatrix} i_1 \\ i_2 \end{vmatrix} = -\begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 \\ -1 & 1 & 0 \end{vmatrix}\cdot\begin{vmatrix} i_6 \\ i_7 \\ i_8 \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} 0 \\ 1 \end{vmatrix}\cdot| i_9 | = \begin{vmatrix} -i_6 + 0 - i_8 + 0 \\ i_6 - i_7 + 0 - i_9 \end{vmatrix};$$

$$i_R = \begin{vmatrix} i_3 \\ i_4 \\ i_5 \end{vmatrix} = -\begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{vmatrix}\cdot\begin{vmatrix} i_6 \\ i_7 \\ i_8 \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{vmatrix}\cdot| i_9 | = \begin{vmatrix} -i_6 + 0 - i_8 + 0 \\ i_6 - i_7 + 0 - i_9 \\ -i_6 - i_7 - i_8 - i_9 \end{vmatrix}.$$

Запишем аналогичным образом уравнения равновесия напряжений в главных контурах через подматрицы клетки. Для вектора напряжений хорд имеем:

$$u_X = \left|\begin{array}{c} u_G \\ \hdashline u_J \end{array}\right| = F^T u_Д = \left|\begin{array}{c:c} F_{EG}^T & F_{EJ}^T \\ \hdashline F_{RG}^T & F_{RJ}^T \end{array}\right|\cdot\left|\begin{array}{c} u_E \\ \hdashline u_R \end{array}\right|. \qquad (24)$$

Перемножение матриц для векторов напряжений резистивных хорд и хорд-источников тока даёт:

$$\begin{aligned} u_G &= F_{EG}^T\cdot u_E + F_{RG}^T\cdot u_R; \\ u_J &= F_{EJ}^T\cdot u_E + F_{RJ}^T\cdot u_R. \end{aligned} \qquad (25)$$

Для цепи (рис. 13, *а*) в соответствии с (25) с учётом (20), (22) уравнения для напряжений главных контуров запишем:

$$u_G = \begin{vmatrix} u_6 \\ u_7 \\ u_8 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & -1 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}\cdot\begin{vmatrix} u_1 \\ u_2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{vmatrix}\cdot\begin{vmatrix} u_3 \\ u_4 \\ u_5 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} u_1 - u_2 + u_3 + u_4 + 0 \\ 0 + u_2 + 0 + u_4 + u_5 \\ u_1 + 0 + u_3 + 0 + u_5 \end{vmatrix};$$

$$u_J = |\ 0\quad 1\ |\cdot\begin{vmatrix} u_1 \\ u_2 \end{vmatrix} + |\ 0\quad 1\quad 1\ |\cdot\begin{vmatrix} u_3 \\ u_4 \\ u_5 \end{vmatrix} = \quad 0 + u_2 + 0 + u_4 + u_5.$$

К полученным уравнениям соединений (22) и (24) необходимо добавить уравнения элементов (компонентные), записанные также в матричной форме. Для резистивных ветвей дерева и хорд имеем:

$$u_R = R_R \cdot i_R, \qquad u_G = R_G \cdot i_G, \tag{26}$$

где R_R, R_G – диагональные матрицы, элементами которых являются сопротивления ветвей дерева и хорд. Для рассматриваемой цепи имеем:

$$\begin{aligned} u_R &= \begin{vmatrix} u_3 \\ u_4 \\ u_5 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} R_1 & 0 & 0 \\ 0 & R_2 & 0 \\ 0 & 0 & R_3 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} i_3 \\ i_4 \\ i_5 \end{vmatrix} = R_R \cdot i_R; \\ u_G &= \begin{vmatrix} u_6 \\ u_7 \\ u_8 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} R_6 & 0 & 0 \\ 0 & R_7 & 0 \\ 0 & 0 & R_8 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} i_6 \\ i_7 \\ i_8 \end{vmatrix} = R_G \cdot i_G. \end{aligned} \tag{27}$$

Для ветвей источников имеем:

$$u_E = \begin{vmatrix} u_{E1} \\ u_{E2} \end{vmatrix}, \quad i_J = i_{J1}. \tag{28}$$

На основе приведенных уравнений элементов и уравнений соединений (22), (25) можно получить следующие общие уравнения линейной цепи: 1) токов хорд; 2) напряжений ветвей дерева; 3) гибридные уравнения.

Рассмотрим уравнения токов хорд. Для того, чтобы в окончательной системе уравнений оставить только неизвестные переменные-токи резистивных хорд, поступают так: 1) за исходные уравнения соединений берется первая система (27), выражающая напряжения *G* – хорд через напряжения ветвей дерева; 2) в системе заменяются напряжения всех резистивных ветвей через токи согласно уравнениям элементов (27), а напряжения ветвей – заданными величинами *E*; 3) заменяются токи всех резистивных ветвей токами хорд в соответствии со второй системой (22). В результате подстановок имеем:

$$u_G = R_G \cdot i_G = F_{RG}^T \cdot E + F_{EG}^T \cdot R_R \cdot i_R =$$
$$- F_{RG}^T \cdot R_R \cdot F_{RG} \cdot i_G - F_{RG}^T \cdot R_R \cdot F_{RJ} \cdot i_J + F_{RG}^T \cdot E.$$

После преобразований система уравнений для искомого вектора токов *G* – хорд примет вид:

$$C \cdot i_G = D, \tag{29}$$

где

$$\begin{aligned} C &= R_G + F_{RG}^T \cdot R_R \cdot F_{RG}; \\ D &= -F_{RG}^T \cdot R_R \cdot F_{RJ} + F_{EG}^T \cdot E. \end{aligned} \tag{30}$$

Решение системы линейных уравнений (29) даёт значение вектора токов резистивных хорд. Соответствующее ему значение вектора напряжений $u_G = R_G \cdot i_G$. Остальные переменные определяются в следующем порядке. Из (26) по известному

вектору токов источников тока находим векторы i_R, i_E токов ветвей дерева. Соответствующий вектор напряжений резистивных ветвей дерева $u_R = R_R \cdot i_R$. Далее, из (26) по известным векторам напряжения источников напряжения и резистивных ветвей дерева определяем вектор напряжений источников тока.

Для приведенной выше цепи:

$$C = \begin{vmatrix} R_4 & 0 & 0 \\ 0 & R_5 & 0 \\ 0 & 0 & R_6 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} -1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} R_1 & 0 & 0 \\ 0 & R_2 & 0 \\ 0 & 0 & R_3 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{vmatrix} =$$

$$= \begin{vmatrix} R_1 + R_2 + R_4 & -R_2 & -R_1 \\ -R_2 & R_2 + R_3 + R_5 & R_3 \\ -R_1 & R_3 & R_1 + R_3 + R_6 \end{vmatrix}.$$

$$D = \begin{vmatrix} -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & -1 \\ -1 & 0 & -1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} R_1 & 0 & 0 \\ 0 & R_2 & 0 \\ 0 & 0 & R_3 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} J_1 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 1 & -1 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} E_1 \\ E_2 \end{vmatrix} =$$

$$= \begin{vmatrix} R_2 \cdot J_1 + E_1 - E_2 \\ -(R_2 + R_1) \cdot J_1 + E_2 \\ -R_3 \cdot J_1 + E_1 \end{vmatrix}.$$

После подстановки в (29) получим систему уравнений для токов резистивных ветвей хорд:

$$(R_1 + R_2 + R_4) \cdot i_5 - R_2 \cdot i_6 - R_1 \cdot i_7 = R_2 \cdot J_1 + E_1 - R_2$$

$$R_2 \cdot i_5 + (R_2 + R_3 + R_5) \cdot i_6 + R_1 \cdot i_7 = -(R_2 + R_1) \cdot J_1 + E_2$$

$$-R_1 \cdot i_5 + R_3 \cdot i_6 + (R_1 + R_3 + R_6) \cdot i_7 = -R_3 \cdot J_1 + E_1$$

В результате решения системы (29) получим токи:

$$\begin{vmatrix} i_{R4} \\ i_{R5} \\ i_{R6} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} i_G \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} i_6 \\ i_7 \\ i_8 \end{vmatrix}$$

Определим остальные переменные. Токи с источниками ЭДС и резистивные ветви дерева:

$$i_E = -F_{EG} \cdot i_G - F_{EJ} \cdot i_J = \begin{vmatrix} -1 & 0 & -1 \\ 1 & -1 & 0 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} i_6 \\ i_7 \\ i_8 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 0 \\ -1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} J_1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -i_6 - i_8 \\ -i_6 - i_7 - J_1 \end{vmatrix};$$

$$i_R = -F_{RG} \cdot i_G - F_{RJ} \cdot i_J = \begin{vmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & -1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} i_6 \\ i_7 \\ i_8 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 0 \\ -1 \\ -1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} J_1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} i_6 - i_8 \\ i_6 - i_7 - J_1 \\ -i_7 - i_8 - J_1 \end{vmatrix}.$$

$$\begin{vmatrix} i_{E1} \\ i_{E2} \end{vmatrix} = | \; i_E \; | = \begin{vmatrix} i_1 \\ i_2 \end{vmatrix}; \quad \begin{vmatrix} i_{R1} \\ i_{R2} \\ i_{R3} \end{vmatrix} = | \; i_R \; | = \begin{vmatrix} i_3 \\ i_4 \\ i_5 \end{vmatrix};$$

Напряжения в резистивных ветвях хорд и дерева и на источниках тока:

$$u_G = \begin{vmatrix} u_6 \\ u_7 \\ u_8 \end{vmatrix} = R_G \cdot i_G = \begin{vmatrix} R_4 & 0 & 0 \\ 0 & R_5 & 0 \\ 0 & 0 & R_6 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} i_6 \\ i_7 \\ i_8 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} R_4 \cdot i_6 \\ R_5 \cdot i_7 \\ R_6 \cdot i_7 \end{vmatrix};$$

$$u_R = \begin{vmatrix} u_3 \\ u_4 \\ u_5 \end{vmatrix} = R_R \cdot i_R = \begin{vmatrix} R_1 & 0 & 0 \\ 0 & R_2 & 0 \\ 0 & 0 & R_3 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} i_3 \\ i_4 \\ i_5 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} R_1 \cdot i_3 \\ R_2 \cdot i_4 \\ R_3 \cdot i_5 \end{vmatrix};$$

$$u_J = F_{EJ}^T \cdot u_E + F_{RJ}^T \cdot u_R = | \; 0 \quad 1 \; | \cdot \begin{vmatrix} E_1 \\ E_2 \end{vmatrix} + | \; 0 \quad 1 \quad 1 \; | \cdot \begin{vmatrix} u_3 \\ u_4 \\ u_5 \end{vmatrix} =$$

$$= E_2 + u_4 + u_5 = E_2 + R_2 \cdot i_4 + R_3 \cdot i_5.$$

Согласно приведенной методике, авторами разработана графическая оболочка и программа расчета резистивной цепи, представляющей собой схему замещения произвольного физического объекта на языке программирования JavaScript в html. Пример результатов расчёта расчётной схемы по рисунку 13, *а* представлен на рис. 14.

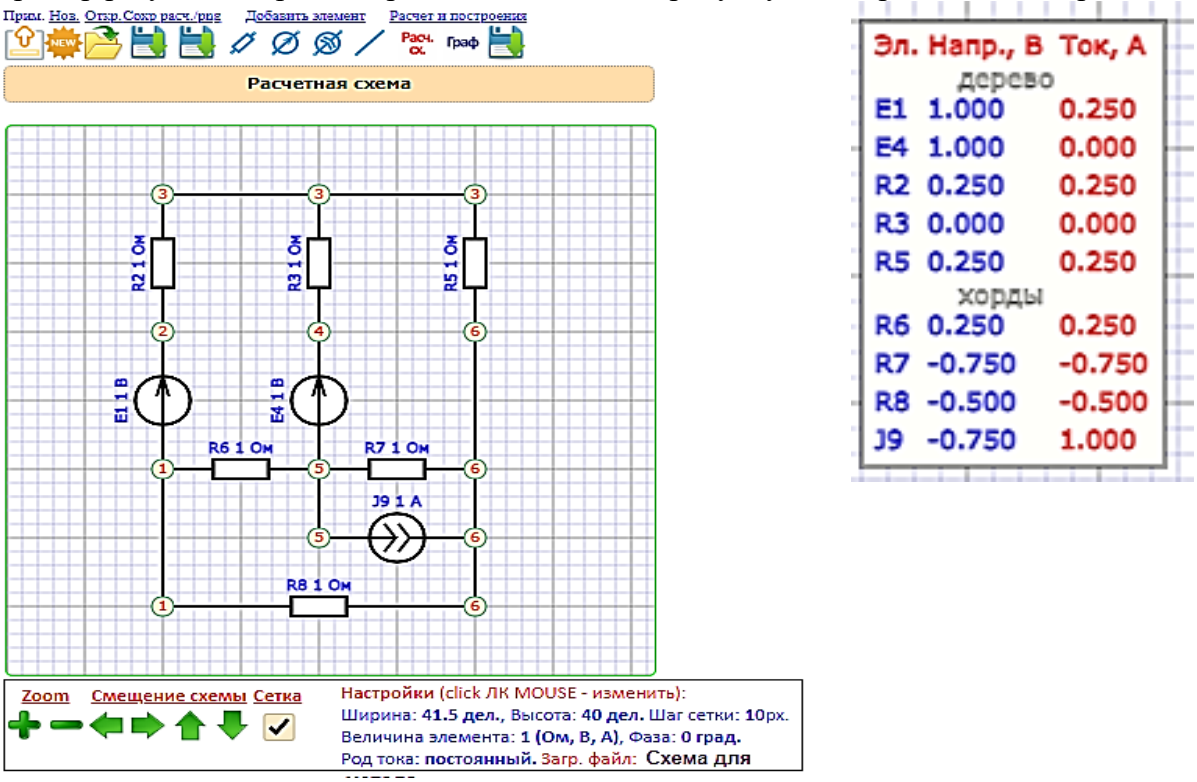


Рис. 14 – Изображение и результаты расчёта расчётной схемы в программной оболочке

В качестве примера приведём результаты расчёта статического поступательного движения в горизонтальном направлении транспортного средства с вагоном по

рис. 9, 10 с параметрами b_1=10 кНс/м, b_{12}=500 кНс/м, b_1=4 кНс/м, F_1=150 кН, F_2=10 кН. На рис. 15 сплошными линиями обозначены ветви, формирующие дерево, а пунктиром – входящие в хорды. Элементы между узлами с одинаковым номером (1–1, 2–2–2–2, 3–3) – вспомогательные элементы соединений.

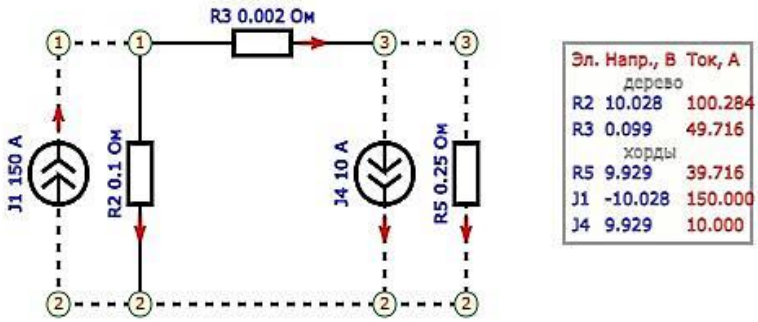


Рис. 15 – Результаты расчёта статического поступательного движения в горизонтальном направлении транспортного средства с вагоном по рис. 9, 10

Выводы. В статье излагается общая методика электрической аналогии для расчёта процессов в объектах железнодорожного подвижного состава различной физической природы и её программная реализация в системе MathCad и на языке JavaScript в html. Разработанные программы позволяют рассчитывать цепи как на постоянном, так и на переменном токе с использованием вычислений с комплексными параметрами.

Библиографический список

1. Певчев, В.П. Составление электрических схем замещения электротехнических систем на основе метода аналогий: учеб. пособие / В.П. Певчев. – Тольятти: ТГУ, 2010. – 87 с.

2. Калинкина, М.Е., Пирожникова, О.И., Ткалич, В.Л., Комарова, А.В., Микроэлектромеханические системы и датчики – СПб: Университет ИТМО, 2020. – 75с.

3. Кононюк, А.Е. Обобщенная теория моделирования. Ч. 2 (начало) «Освіта України», 2018. – 522 с.

4. Тасанг, Э.Х. Методика моделирования объектов различной физической природы на железнодорожном подвижном составе / Э. Х. Тасанг, В. В. Быкадоров, Е. И. Иванова [и др.] // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт–2022»): ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО–ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2022. – С. 20–32. – EDN MMQIQS.

5. Петренко, А.И. Основы автоматизации проектирования. – К.: Техника, 1982. – 295 с.

6. Решение задач динамики железнодорожных экипажей в пакете Mathcad: учеб. пособие / В.Г. Рубан, А.М. Матва; Рост. гос. ун–т путей сообщения. – Ростов н/Д, 2009. – 99 с.

7. Системы автоматизированного проектирования: В 9 кн. Кн.2. Технические средства и операционные системы: Учебное пособие для втузов / Д.М. Жук, В.А. Мартынюк, П.А. Сомов; Под ред. И.П. Норенкова. – М.: Высшая школа, 1986. – 159с.

8. Демирчян, К.С., Бутырин, П.А. Моделирование и машинный расчёт электрических цепей: Учеб. пособие для электр. и электроэнерг. спец. вузов. – М.: высш. шк., 1988. – 335с.

УДК 340/343

ГЕНЕЗИС ИНСТИТУТА ВОЗМЕЩЕНИЯ ВРЕДА ЛИЦАМ, НЕОБОСНОВАННО ПРИВЛЕЧЕННЫМ К УГОЛОВНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ И ОСУЖДЕННЫМ

Хузина Н.А.[1], Гостева С.Р.[2]
[1]*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»*
[2]*Филиал РГУПС г. Воронеж*

Аннотация. В статье раскрывается сущность института возмещения вреда, обозначается непосредственное отношение данного института к реабилитации, дается понятие реабилитации, рассматривается история развития института реабилитации. Перечисляются лица, имеющие право на реабилитацию и возмещение ущерба, указываются выплаты, которые Министерство финансов РФ обязано выплатить реабилитированному гражданину. Также рассматривается порядок возмещения реабилитированному гражданину убытков.

Ключевые слова: институт возмещения вреда, реабилитация, акты реабилитации, право на реабилитацию, основания и условия реабилитации, виды убытков, реабилитированный гражданин, незаконные действия и решения.

Abstract. The article reveals the essence of the institute of compensation for harm, indicates the direct relation of this institute to rehabilitation, gives the concept of rehabilitation, and reviews the history of development of the institute of rehabilitation. Lists the persons who have the right to rehabilitation and compensation, and specifies the payments that the Ministry of Finance of the Russian Federation is obliged to pay to a rehabilitated citizen. The order of compensation to the rehabilitated citizen is also considered.

Keywords: institute of compensation, rehabilitation, acts of rehabilitation, right to rehabilitation, grounds and conditions of rehabilitation, types of losses, rehabilitated citizen, illegal actions and decisions.

Возмещение вреда лицам, необоснованно привлеченным к уголовной ответственности и осужденным в порядке уголовного судопроизводства осуществляется в рамках института реабилитации.

Реабилитация (позднелатинское rehabilitation – re – приставка, здесь обозначающая возобновление, и habilitas – пригодность, способность) – это восстановление доброго имени, репутации (неправильно обвиненного или опороченного лица); восстановление (по суду или в административном порядке) в прежних правах [4].

Реабилитация является одним из демократичных институтов уголовного процесса.

Прогрессивное, демократическое начало уголовно-процессуальной деятельности в России было еще заложено Судебной реформой 1864 года. Судебное разбирательство осуществлялось в общегосударственных интересах, требующих не осуждения обвиняемого, а правильного применения уголовного закона путем полного раскрытия истины. Об уголовном процессе того периода И.Я. Фойницкий писал: «Построение

уголовного судопроизводства стоит в тесной связи с положением личности в государстве. При абсолютизме и государственном бесправии личности обвиняемый становится предметом исследования, не имеющим прав стороны, представленным суду как материал по делу; меры судебного принуждения достигают высшего развития, личное задержание обвиняемых и пытка возводятся в общее правило. Напротив, чем свободнее личность в государстве, тем полноправнее обвиняемый в уголовном процессе. Современный процесс, отказавшись от взгляда на него как на предмет исследования, видит в нем сторону в деле. Очевидно вместе с тем, что положения уголовного процесса в свою очередь оказывают крупное влияние на политическое состояние страны и составляют один из главнейших его признаков» [5].

Термин «реабилитация» впервые появился в Основах уголовного судопроизводства в 1958 году применительно к умершим, и в 50-е гг. XX века часто использовался в отношении особой категории граждан, к которым меры процессуального принуждения и наказания применялись за так называемые политические преступления. Несмотря на массовый процесс реабилитации, который имел место в 50-х годах, правовой акт о реабилитации на уровне закона так и не был принят. Вводились нормы, посвященные правовому регулированию возмещения ущерба и восстановлению прав реабилитируемых, большинство из которых носило ведомственный характер. Реабилитация ограничивалась нормами о прекращении уголовного дела. Причем допускалось освобождение от уголовной ответственности и по такому основанию как недостаточность доказательств, что не могло в полной мере реабилитировать гражданина, оставляя его в подозрении [6].

Историю развития института реабилитации, в том числе необоснованно репрессированных лиц, можно было бы проследить путем анализа законодательства о реабилитации. Однако система указанных источников до настоящего времени остается нераскрытой, что затрудняет анализ законных и подзаконных актов, являющихся с правовой точки зрения основой деятельности по реабилитации.

Анализ законодательства о реабилитации, предпринимаемый авторами, свидетельствует о том, что процесс восстановления правового статуса граждан носил непостоянный, периодичный характер в зависимости от политических, экономических и социальных условий. До 1961 года шел активный процесс реабилитации. В последующие годы реабилитация граждан имела единичный характер и только с демократическими преобразованиями в стране вновь встал вопрос о необходимости восстановления в правах всех лиц, необоснованно подвергнутых уголовному преследованию и осуждению.

Первоначальные шаги по реабилитации граждан, необоснованно осужденных за государственные преступления, были сделаны в 1953 году и поэтому распространенной является точка зрения, что реабилитация началась с разоблачения «культа личности» после выступления Н.С. Хрущева на XX съезде партии. Однако первые шаги на пути к реабилитации были предприняты практически сразу после смерти Сталина. Начало реабилитации, происходившей в 50-е годы, характеризовалось следующими чертами:

– в данный период достаточно активно шел процесс реабилитации определенного круга лиц – известных партийных руководителей, деятелей науки, членов их семей;

– реабилитация осуществлялась на основании подзаконных нормативных актов (указов Президиума Верховного Совета, постановлений Совета Министров). Возмещение ущерба реабилитированным производилось на основании совместно принятых различными ведомствами приказов и инструкций, которые зачастую носили секретный характер;

– к актам реабилитации указанного периода относилась амнистия, несмотря на

то, что акт амнистии не является реабилитирующим основанием прекращения уголовного дела. Благодаря амнистии, граждане, осужденные по ст. 58, освобождались из мест заключения и от других мер наказания (впоследствии на эту категорию лиц распространили действие все принятые в тот период правовые акты реабилитации);

– акты реабилитации предусматривали порядок пересмотра уголовных дел и порядок принятия решений о возмещении ущерба и выплате денежной компенсации. Верховному Суду было предоставлено право пересматривать по протесту Генерального прокурора решения несудебных органов. Разграничивались полномочия между центральными и республиканскими (краевыми, областными) органами по пересмотру уголовных дел и принятию решения о реабилитации. Для пересмотра уголовных дел создавались комиссии. Центральная комиссия пересматривала дела на осужденных коллегией ОГПУ, Особым совещанием при НКВД - МГБ - МВД СССР, Военной коллегией Верховного суда СССР, военными трибуналами воинских частей, находящихся за границей, а также на лиц, направленных в ссылку на поселение. Республиканские, краевые, областные комиссии пересматривали дела на осужденных «тройками» НКВД - УНКВД и судебными органами.

– в этот период принимались специальные ведомственные правовые акты, на основании которых имущественный вред реабилитированным возмещался путем возврата ранее изъятого или конфискованного имущества и ценностей, либо стоимости этого имущества.

Начиная с 60-х до конца 80-х годов XX века наступает новый этап правового развития уголовно-процессуального института реабилитации: в частности, ст. 58 Конституции СССР 1977 года; Указ Президиума Верховного Совета СССР от 18 мая 1981 года «О возмещении ущерба, причиненного гражданину незаконными действиями государственных и общественных организаций, а также должностных лиц при исполнении ими служебных обязанностей»; ст. 581 УПК РСФСР 1961 года. Вместе с тем указанные источники не регулировали восстановительные мероприятия в отношении жертв политических репрессий.

С началом перестройки страна взяла курс на построение демократического правового государства, защищающего права и законные интересы личности, а так как процесс реабилитации необоснованно репрессированных своевременно не был завершен, необходимо было вновь вернуться к вопросу о пересмотре тысяч судебных дел в отношении невинно пострадавших в период тоталитарного режима людей.

На протяжении многих десятилетий институт возмещения вреда рассматривался как средство гражданско-правовой ответственности должностных лиц правоохранительных органов. УПК РСФСР 1960 года не устанавливал порядок возмещения ущерба, причиненного в результате незаконного осуждения и привлечения к уголовной ответственности. В 1991 году в порядке дополнения в УПК РСФСР вводится статья 58, обязывающая органы дознания, следователя, прокурора и суд принимать соответствующие меры к возмещению ущерба, причиненного гражданину незаконными действиями [3]. Указанная статья определила порядок реабилитации на ближайшие 10 лет, хотя сам термин «реабилитация» законодателем не использовался.

Его ввел впервые в истории уголовно-процессуального законодательства ныне действующий УПК РФ, посвятив институту реабилитации главу 18-ю, сформулировал понятие (п.34 ст.5 УПК), основания возникновения права на реабилитацию (ст.133 УПК), порядок признания права на реабилитацию (ст.134 УПК) и виды вреда, подлежащего возмещению и восстановлению при реабилитации (ст.135-138 УПК) [2]. Кроме того, УПК РФ провозгласил реабилитацию назначением уголовного судопроизводства, придав тем самым институту реабилитации исключительную значимость и актуальность.

Согласно ст. 133 УПК РФ, право на реабилитацию включает в себя право на возмещение имущественного вреда, устранение последствий морального вреда и восстановление в трудовых, пенсионных, жилищных и иных правах. Вред, причиненный гражданину в результате уголовного преследования, возмещается в полном объеме государством независимо от вины органа дознания, следователя, прокурора или суда.

Существенным признаком закрепленного в ст. 133-139 УПК РФ правового института является то, что вред, причиненный гражданину вследствие незаконного его уголовного преследования, возмещается государством независимо от вины органа дознания, дознавателя, следователя, прокурора и суда. Правоотношения, возникающие в связи с возмещением причиненного уголовно-процессуальными действиями вреда гражданину, имеют субъектный состав: «государство – гражданин».

Предусмотренные ст. 133 УПК РФ основания и условия реабилитации граждан, подвергавшихся уголовному преследованию, значительно отличаются от ранее известных отечественному праву и применявшихся на практике почти 20 лет. Право на реабилитацию и возмещение ущерба, согласно ч.2 ст. 133 УПК РФ, имеют:

1) подсудимый, в отношении которого вынесен оправдательный приговор;

2) подсудимый, уголовное преследование в отношении которого прекращено в связи с отказом государственного или частного обвинителя от обвинения;

3) подозреваемый, обвиняемый, осужденный, уголовное преследование в отношении которых прекращено по основаниям, предусмотренным ч. 1 ст. 24 УПК РФ: отсутствие события преступления (п. 1), отсутствие в деянии состава преступления (п. 2), отсутствие заявления потерпевшего, если уголовное дело может быть возбуждено не иначе как по его заявлению (п. 5), и ч. 1 ст. 27 УПК РФ: непричастность подозреваемого или обвиняемого к совершению преступления (п. 1,), наличие в отношении подозреваемого или обвиняемого вступившего в законную силу приговора по тому же обвинению либо определения суда или постановления судьи о прекращении уголовного дела по тому же обвинению (п. 4); наличие в отношении подозреваемого или обвиняемого неотмененного постановления органа дознания, следователя или прокурора о прекращении уголовного дела по тому же обвинению либо об отказе в возбуждении уголовного дела (п. 5); отказ Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации в даче согласия на лишение неприкосновенности Президента Российской Федерации, прекратившего исполнение своих полномочий, и (или) отказ Совета Федерации в лишении неприкосновенности данного лица (п.6).

Согласно ст. 134 УПК РФ, суд в приговоре, определении, постановлении, а следователь, дознаватель в постановлении признают за оправданным либо лицом, в отношении которого уголовное преследование прекращено, право на реабилитацию. Одновременно, реабилитированному направляется извещение с разъяснением порядка возмещения вреда, причиненного уголовным преследованием.

Это означает, что государство в лице Министерства финансов РФ обязано выплатить реабилитированному гражданину:

1) заработную плату, пенсию, пособие, другие средства, которые гражданин не получил вследствие уголовного преследования;

2) стоимость конфискованного имущества, которое перешло в собственность государства в порядке применения меры наказания в виде конфискации имущества, а также обращенных в доход государства ценных вещественных доказательств;

3) штрафы, процессуальные издержки, взысканные с осужденного во исполнение приговора суда, и суммы, выплаченные подозреваемым, обвиняемым за оказание юридической помощи в уголовном процессе по данному делу, окончившемуся реабилитацией невиновного.

Перечень конкретных видов убытков, подлежащих возмещению реабилитированному гражданину, завершается сформулированным в п. 5 ч. 1 ст. 135 УПК РФ общим указанием на возмещение государством реабилитированному гражданину также иных расходов. Исходя из общего правила, согласно которому имущественный вред возмещается реабилитированному гражданину в полном объеме (ст. 133 УПК РФ), следует заключить, что такой гражданин вправе рассчитать, обосновать документально и потребовать от государства денежной компенсации любых убытков, происхождение которых находится в причинной связи с уголовным преследованием невиновного и представляет собой лишение определенного материального блага, а равно упущенную личную выгоду, в том числе и в сфере предпринимательской деятельности.

Реабилитированный гражданин, получивший разъяснение о порядке возмещения вреда, в течение трех лет со дня получения этого разъяснения и копий документов о признании за ним права на реабилитацию (общий срок исковой давности, установленный ст. 196 ГК РФ [1]) может обратиться с требованием о возмещении имущественного вреда в тот орган, который вынес приговор или постановление о прекращении уголовного дела либо об отмене или изменении незаконных или необоснованных решений. Если же уголовное дело прекращено или приговор изменен вышестоящим судом, требование о возмещении ущерба направляется в суд, постановивший приговор (суд первой инстанции), куда уголовное дело возвращается для постоянного хранения.

Орган, которому адресовано требование о возмещении ущерба реабилитированному, обязан в течение месяца определить обоснованность самого требования и его размеров, если это необходимо, проверить их расчеты с привлечением к делу соответствующего специалиста и вынести постановление о производстве выплаты определенной суммы реабилитированному гражданину, его наследникам или иждивенцам. Но в окончательном виде требование о возмещении имущественного вреда реабилитированному гражданину разрешается судебной властью.

Независимо от того, какой орган признал гражданина невиновным и вынес постановление о производстве выплат, а также иных обстоятельств, решение о возмещении вреда реабилитированному гражданину принимается судьей в процедурах, установленных для разрешения вопросов, связанных с исполнением приговоров (ст. 399 УПК РФ). Иначе говоря, это происходит в судебном заседании с обязательным предварительным извещением государственного органа, обеспечивающего выплату реабилитированному сумм за счет федерального бюджета, а именно Министерства финансов РФ или соответствующего управления Федерального казначейства данного Министерства, юрисдикция которого распространяется на территорию определенного субъекта РФ и которое может представлять в судах Министерство финансов РФ по доверенности последнего. Подобные судебные заседания являются логическим процедурным продолжением судебных действий, предусмотренных ч. 1 ст. 134 УПК РФ, где говорится, что суд в приговоре, определении, постановлении, а прокурор, следователь, дознаватель в постановлении признают за оправданным либо лицом, в отношении которого прекращено уголовное преследование, право на реабилитацию и разъясняют порядок возмещения вреда, а также ч. 1 ст. 306 УПК РФ, согласно которой резолютивная часть оправдательного приговора должна содержать, в частности, в качестве отдельного пункта разъяснение оправданному порядка возмещения вреда, связанного с уголовным преследованием невиновного.

Согласно ст. 139 УПК РФ, вред, причиненный юридическим лицам незаконными действиями (бездействием) и решением суда, прокурора, следователя,

дознавателя, органа дознания, возмещается государством в полном объеме в порядке и сроки, которые установлены главой 18 УПК РФ «Реабилитация».

Кроме того, в ч. 3 ст. 133 УПК РФ законодатель закрепил неизвестное ранее правило, согласно которому право на возмещение вреда имеет любое лицо, незаконно подвергнутое мерам процессуального принуждения в ходе производства по уголовному делу.

Таким образом, появление в уголовно-процессуальном законе данной нормы порождает комплекс вопросов теоретического и практического свойства, что придает проблеме возмещения вреда, причиненного незаконным применением мер процессуального принуждения, статус одной из самых актуальных при реализации нового уголовно-процессуального законодательства.

Библиографический список

1. Гражданский кодекс Российской Федерации. Части первая и вторая. – М.: Издательская группа ИНФРА-М-НОРМА, 2021. – 560 с.

2. Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации. – Официальный текст. – М.: «Омега-Л», 2022. – 272 с.

3. Комментарий к Уголовно-процессуальному кодексу РСФСР / Под ред. И. Л. Петрухина. Издание четвертое, переработанное и дополненное. – М.: ПБОЮЛ Грачев С. М., 2012. – С. 119-120.

4. Краткий юридический словарь / М. Е. Волосов, В. И. Дадонов, В. Е. Крутских, В. П. Панов – М.: ИНФРА-М, 2003. – С. 229.

5. Фойницкий И.Я. Курс уголовного судопроизводства. – СПб.: Альфа, 1996. Т.1. С. 13.

6. Хузина Н.А, Ремизов Д.Г. Становление института возмещения вреда в российском уголовном судопроизводстве //Территория науки. 2013. С.168-173.

УДК 656.075

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ДЛЯ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Шерстюков О.С.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье рассмотрен вариант ранжирования критериев экспертных оценок, произведена оценка согласованности мнений специалистов в области железнодорожной автоматики и телемеханики.

Ключевые слова: экспертные оценки, железнодорожная автоматика, информация, инцидент, анкета опроса, ранжирование, согласованность.

Abstract. The article considers a variant of ranking criteria of expert assessments, evaluates the consistency of opinions of experts in the field of railway automation and telemechanics.

Keywords: expert assessments, railway automation, information, incident, survey questionnaire, ranking, consistency.

Для оценки согласованности мнений специалистов по результатам проведения экспертных оценок известны различные методики ранжирования критериев.

По результатам проведённого анкетирования специалистов службы автоматики и телемеханики одной из железных дорог ОАО «Российские железные дороги» использовался метод экспертных оценок [1].

Ранжирование реализовалось на основании шкалы с 7-ю градациями значений оценки причин ошибок и искажения достоверности информации в автоматизированных системах, в связи с тем, что классический инструмент ранжирования в формате 5-ти балльной системы рецензирования малоинформативен для точного рецензирования уровня качества.

Предложенные градации по 7-ми уровням: r1 – очень низкий; r2 – низкий; r3 – ниже среднего; r4 – средний; r5 – выше среднего; r6 – высокий; r7 – максимально высокий.

Полагаем, что большее число уровней при рецензировании показателя даст возможность вывести более точную оценку ситуации.

Применение градаций от 9 и выше не рекомендуется практикующими психологами, так как одновременно человек не может оперировать более чем 7+2 понятиями [2].

Адаптировать предложенную систему с 7-ю уровнями до классической традиционной 5-ти балльной системы можно различными методами. Так, отдельные варианты трансформации системы [2] раскрыты визуально и показаны на рисунке 1.

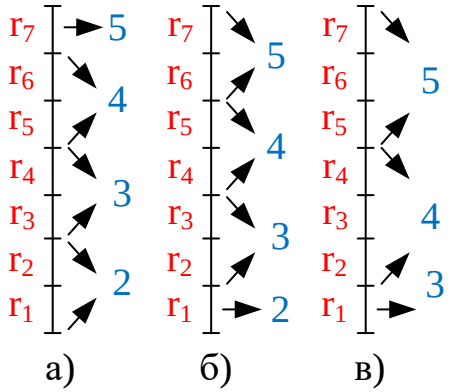


Рис. 1 – Варианты перехода к 5-ти балльной системе оценивания

На примере рисунка 1 возможно наглядно понять падение планки при переходе от вариантов с максимальным или минимальным значением.

Полагаем, что исследование оптимально проводить при помощи такого инструмента, как 7-ми балльная шкала оценки.

Результаты ранжирования параметров причин ошибок и искажений достоверности информации (С), оцененной по 7-ми балльной шкале экспертами (Э), согласно [1], сводятся в таблицу 1.

Таблица 1 – Ранжирование показателей эффективности технологии

	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	R (сумма)
С1	1	3	1	2	2	9
С2	4	3	5	4	5	21
С3	3	2	3	2	4	14
С4	5	5	6	6	5	27
С5	5	4	5	4	5	23
С6	7	7	7	6	6	33
С7	1	2	2	1	1	7

Для обработки и анализа экспертной оценки необходимо провести рецензирование порядка согласованности мнений экспертов.

Применим дисперсионный коэффициент конкордации, раскрывающий согласие членов экспертной группы между собой. Величина этого коэффициента достигает 1 (если ранжировки экспертной группы согласованы) и приравнивается к 0 (когда мнения экспертов имеют существенные отличия). Как известно, математическое округление коэффициента конкордации до 1,0 позволяет указать на согласованность мнений в экспертной группе.

Детализировать значимости оценки коэффициента конкордации возможно на основании частотного распределения сообразно численности экспертов d=5 и числа показателей качества метода m=7 [3].

Чтобы произвести оценку степени согласованности экспертной группы, определение величины математического ожидания выполняется по формуле:

$$\bar{r} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^{m} \sum_{s=1}^{d} r_{is} \tag{1}$$

где r_{is} – сумма значений, внесённых в каждую строку таблицы 1.

$$\bar{r} = \frac{1}{7} \cdot (9 + 21 + 14 + 27 + 23 + 33 + 7) = 19$$

Величина S (сумма разности квадратов $(r_i - \bar{r})$) определится как:

$$S = \sum_{i=1}^{m} (\sum_{s=1}^{d} (r_{is} - \bar{r})^2 \tag{2}$$

$$S = (9-19)^2 + (21-19)^2 + (14-19)^2 + (27-19)^2 + (23-19)^2 + (33-19)^2 + (7-19)^2 = 549$$

Присутствие в таблице 1 связанных рангов приводит к необходимости вычислить коэффициент конкордации по формуле:

$$W = \frac{12 \cdot S}{d^2 \cdot (m^3 - m) - m \cdot \sum_{j=1}^{m} T_j} \tag{3}$$

где *j* – число связанных рангов для каждого эксперта;

Величина *Tj* определяется по следующей формуле:

$$T_j = \sum_{k=1}^{n} (t_j^3 - t_j) \tag{4}$$

где n – количество связок (или видов повторяющихся балльных оценок) во всех оценках k-го эксперта;

t_j – число компонентов в n-связке, k-го эксперта.

Оценки всех экспертов содержат связанные ранги. Следовательно, на основании формулы (4) выводим отдельно по каждому из экспертов:

$T_1 = (2^3 - 2) + (2^3 - 2) = 12$

В оценках 1-го эксперта ранги «1» и «7» повторяются 2 раза.

По аналогии выполняем вычисления связанных рангов по всем экспертам:

$T_2 = (2^3 - 2) + (2^3 - 2) = 12$

$T_3 = (2^3 - 2) = 6$

$T_4 = (2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (2^3 - 2) = 18$

$T_5 = (3^3 - 3) = 24$

По формуле (4) сумма связанных рангов по всем экспертам будет равна:

$$T_j = 12+12+6+18+24 = 72$$

По формуле (3) находим:

$$W = \frac{12 \cdot 549}{5^2 \cdot (7^3 - 7) - 7 \cdot 72} = 0{,}834$$

Полученный результат даёт величину коэффициента конкордации, приближенную к 1, что свидетельствует о согласованности мнений в экспертной группе. Исходя из суммы величин, полученной в строках таблицы 1 необходимо вычислить максимальный вес конкретного показателя качества метода ранжирования.

Так, отталкиваясь от реализованного ранжирования, можно заявить:

- r_1 – предельно низок уровень значимости у показателя «сбои в программной части систем»;
- r_2 – низкий уровень значимости имеет показатель «скрытие инцидента»;
- r_3 – ниже среднего уровень значимости имеет показатель «несоответствие данных в смежных информационных системах»;
- r_5 – выше среднего уровень значимости имеют показатели «неважность инцидента», «ограниченность во времени для полноценного оценивания инцидента» и «ошибка систем диагностирования»;
- r_7 – максимально высокий уровень значимости имеет показатель «недостаточная квалификация технологического штата».

На рисунке 2 приведена диаграмма распределения рангов оценочных критериев.

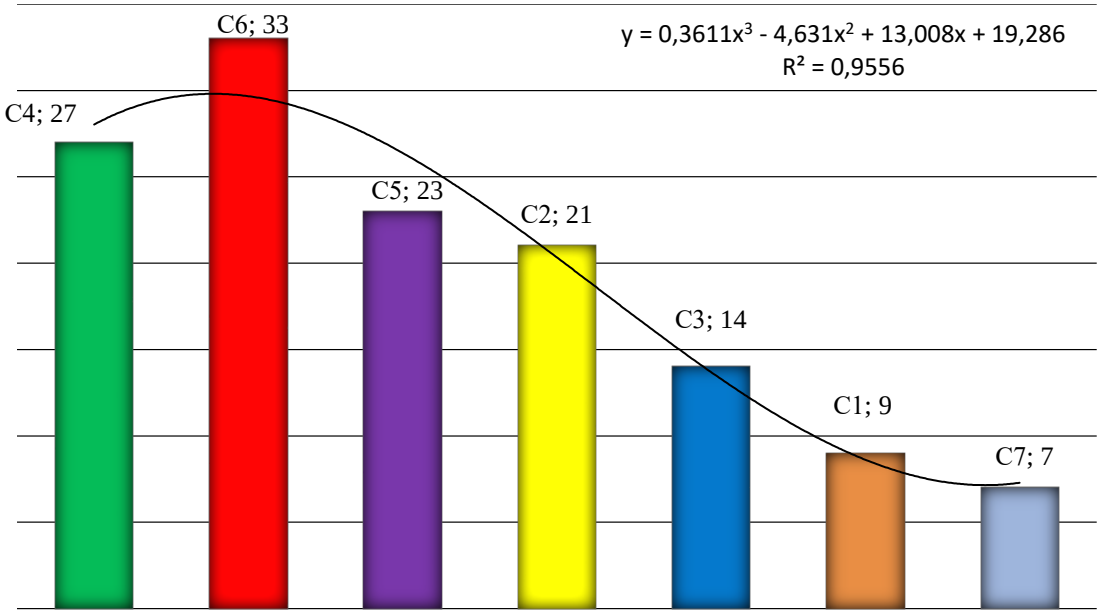


Рис. 2 – Диаграмма рангов

Как видно из диаграммы, наиболее весомыми, с точки зрения экспертов, являются критерии оценки: С4, С6, С5, С2. Причём уменьшение степени влияния отдельных критериев на величину эффективности изменяется по квадратичному полиному, на что указывает значение R^2 – величины достоверности аппроксимации. Коэффициент достоверности аппроксимации R^2 показывает степень соответствия трендовой модели исходным данным. Его значение может лежать в диапазоне от 0 до 1. Чем ближе R^2 к 1, тем точнее модель описывает имеющиеся данные.

В соответствии с характеристиками диаграмм, изложенными в [3], можно заключить, что распределение рангов на диаграмме носит нелинейный характер, то есть происходит резкое убывание рангов. То есть диаграмма показывает, что, по мнению экспертов, основное влияние на изучаемую проблему указывают оценочные критерии С6, С5, С4, С2, С3. Последние два ранга, соответствующие оценочным критериям С1, С7, – малосущественны.

Для качественной оценки степени согласованности мнений экспертов сначала используем вербально-числовую шкалу, предложенную Марголиным (таблица 2).

Таблица 2 – Оценка степени согласованности мнений экспертов по шкале Марголина [3].

Числовое значение коэффициента конкордации	Оценка степени согласованности мнений экспертов
$0 \le W \le 0,1$	Согласованность отсутствует
$0,1 \le W \le 0,3$	Согласованность очень слабая
$0,3 \le W \le 0,5$	Согласованность слабая
$0,5 \le W \le 0,7$	Согласованность умеренная
$0,7 \le W \le 0,9$	Согласованность высокая
$0,9 \le W \le 1,0$	Согласованность очень высокая

В соответствии с данными таблицы 2, степень согласованности мнений экспертов высокая, так как W=0,834.

По итогам проведения экспертных оценок можно выделить основные заключения:

- определить уровень доверия специалистов к информации, предоставляемой автоматизированными информационными системами (АИС);
- определить, в какой из АИС предоставляется более достоверная информация;
- выявить наиболее существенные ошибки в работе АИС;
- определить, какие причины в большей степени влияют на искажение информации.

Библиографический список

1. Горелик, А. В. Анализ уровня достоверности информации в автоматизированных информационных системах хозяйства автоматики и телемеханики на основе метода экспертных оценок / А. В. Горелик, О. С. Шерстюков // Современные наукоемкие технологии. – 2022. – № 5-2. – С. 179-183. – EDN WOTVNV.

2. Ahrons E. L. The British stream railway locomotive 1825-1925. – London, 1927. – 391 p.: ill.

3. Эстетика на железнодорожном транспорте / Под ред. В. И. Сергеева. – М.: Транспорт, 1977. – 376 с.

УДК 656.075

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРУКТУРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ХОЗЯЙСТВА АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

Шерстюков О.С.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье рассматривается цель применения автоматизированной системы статистического анализа показателей надежности и прескриптивного управления хозяйства автоматики и телемеханики (АС АНПШ). Обозначена проблема в нахождении связи между факторными и результативными переменными показателей работы дистанции СЦБ. Определено значение АС АНПШ в организации процесса управления хозяйством автоматики и телемеханики.

Ключевые слова: статистический анализ, показатели надежности, железнодорожная автоматика, УРРАН, АС АНПШ, автоматизированные системы, отказы, предотказы, уровни рисков.

Abstract. The article discusses the purpose of using an automated system for statistical analysis of reliability indicators and prescriptive management of automation and telemechanics facilities (AS ANPS). The problem of finding a connection between factorial and effective variables of the performance indicators of the SCB distance is indicated. The importance of AS ANPS in the organization of the process of managing the economy of automation and telemechanics is determined.

Keywords: statistical analysis, reliability indicators, railway automation, URRAN, AS ANPS, automated systems, failures, pre-orders, risk levels.

Для повышения эффективности управления структурными подразделениями хозяйства автоматики и телемеханики Российских железных дорог, а также показателей надежности работы систем и технических средств, на инфраструктуре железнодорожного транспорта внедрена автоматизированная система статистического анализа показателей надежности и прескриптивного управления хозяйства автоматики и телемеханики (АС АНПШ).

АС АНПШ предназначена для комплексной оценки показателей деятельности линейных предприятий и структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «РЖД».

Основное назначение системы АС АНПШ – предоставление инструмента оценки и формирования рейтинга работы подразделений хозяйства автоматики и телемеханики на всех уровнях управления – от среднего звена до службы Ш на основе объективного анализа их работы. Автоматизированная система АС АНПШ должна стать составной частью механизма внедрения комплексной системы управления ресурсами хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» на основе методов предиктивной и прескриптивной аналитики.

Оценка производится по показателям надежности и безопасности функционирования, качества технического обслуживания и ремонта эксплуатируемых систем и устройств. Задача использует универсальный алгоритм, с помощью которого осуществляется расчет заработанных баллов отдельной бригадой, дистанцией СЦБ, службой автоматики и телемеханики в пределах дороги или сети дорог в целом.

Система предусматривает формирование оценки за период – месяц, квартал, год.

Комплексные показатели деятельности, рассчитываемые в АС АНПШ, имеют две составляющие: базовую и дополнительную оценку. Расчет предусматривает назначение штрафных баллов в базовом показателе и штрафных и поощрительных баллов - в дополнительном показателе. Каждому значению качественной оценки соответствует диапазон значений количественной оценки базового и комплексного показателей. Соответствие качественных и количественных оценок для всех оцениваемых уровней (объект, бригада, дистанция СЦБ, служба Ш) приведены в АС АНПШ.

Расчет и оценка показателей деятельности осуществляется от уровня объекта СЦБ, под которым в АС АНПШ принимается станция или перегон.

На первом уровне осуществляется расчет базового показателя деятельности бригады. Базовый показатель бригады содержит в себе оценку качества технической эксплуатации объекта и коэффициент влияния деятельности бригады на превышение нормы поездо-часов потерь в границах производственной деятельности дистанции СЦБ.

Оценка качества технической эксплуатации объекта заключается в сравнении ожидаемого и фактического уровня риска объекта. Для этого в АС АПНШ ежегодно строится годовая нормативная матрица рисков для объектов ЖАТ, находящихся на линиях одного класса с учетом их специализации.

При построении матрицы используются данные о количестве отказов 1 и 2 категории и потерях поездо-часов не менее, чем за 3 года.

Для комплексной оценки деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики в АС АНПШ необходимы данные об объектах (станциях и перегонах), находящихся в зонах обслуживания бригад, ожидаемый, фактический уровень риска объектов, начисленные объектам штрафные баллы и значение потерь поездо-часов, определивших фактический уровень риска объекта.

При расчете нормативной матрицы рисков, прогнозного и фактического уровня риска объекта определяющими являются данные о потерях поездо-часов, которые зафиксированы в автоматизированной информационной системе КАСАНТ как время задержек поездов по месту отказа технического средства.

Базовый показатель деятельности бригады рассчитывается как сумма среднего значения штрафных баллов объектов, обслуживаемых бригадой, и коэффициента влияния бригады на превышение нормы поездо-часов потерь в границах ШЧ.

Коэффициент влияния бригады на превышение нормы поездо-часов потерь в границах ШЧ рассчитывается как отношение суммарного времени задержек поездов по месту отказа, допущенного по ответственности бригады, к норме потерь поездо-часов всего структурного подразделения.

Сумма баллов оценки объекта и коэффициента влияния на потери поездо-часов составляет базовый показатель деятельности бригады СЦБ.

Второй составляющей для оценки деятельности бригады СЦБ является интегральный дополнительный показатель. Параметры формирования дополнительной оценки деятельности бригады могут пересматриваться ежегодно.

К критериям дополнительной оценки, используемым в текущей версии АС АНПШ, относятся:

- отказы 1 и 2 категории, допущенные по ответственности человеческого фактора – 50 % от общей доли показателей;
- количество отказов 1,2,3 категории на единицу технической оснащенности – 16,66 %;
- процент выполнения организационно-технических мероприятий от плана – 16,66 %;

- уровень производительности труда – 16,66 %.

Указанные критерии применяются для расчета дополнительной оценки на всех уровнях хозяйства: бригады и дистанции СЦБ, службы Ш.

Комплексный показатель деятельности бригад определяется как сумма базового и дополнительного показателя.

Базовый показатель деятельности дистанции СЦБ рассчитывается как средневзвешенное значение базовых показателей бригад дистанции и коэффициента влияния суммарных потерь поездо-часов, допущенных в границах ШЧ, на превышение нормы потерь поездо-часов службы Ш. По аналогии с оценкой деятельности бригады СЦБ определяется комплексный показатель и рейтинг дистанции СЦБ, который определяется как сумма базового и дополнительного показателя дистанции.

Методология и автоматизация оценки деятельности и построения рейтинга работы структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики позволяют производить анализ работы бригад, дистанций и служб автоматики и телемеханики по единым показателям.

Работа 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 железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) осуществляется на основе методологий УРРАН в части оценки влияния рисков на перевозочный процесс [2]. Данная программа ведет учет параметров надежности объектов ЖАТ. АС АНПШ способствует повышению надежности 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);

- ЕК АСУИ (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);

- ЕК АСУФР (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.) [3-6].

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 сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) и дистанции инфраструктуры (ИЧ), службах автоматики и телемеханики дирекций инфраструктуры, в центральной дирекции инфраструктуры службы автоматики и телемеханики (ЦШ ЦДИ) и проектно-конструкторском бюро (ПКБ И).

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 (ЕК АСУИ);

- 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.

Подсистема «Назначение капитального ремонта систем ЖАТ» (АНПШ-Капремонт) предназначена для формирования планов капитального ремонта систем ЖАТ с учетом оценки рисков их функционирования.

Подсистема АНПШ-ППН предназначена для адресного планирования мероприятий по повышению надежности технических средств и оценки эффективности проведенных мероприятий.

Подсистема «АНПШ-Балльная оценка деятельности» предназначена для анализа показателей деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики на основе методологии УРРАН.

Анализ показателей деятельности структурных подразделений осуществляется по следующим данным:

- базовые показатели деятельности структурных подразделений;
- дополнительные показатели деятельности структурных подразделений;
- комплексные показатели деятельности структурных подразделений.

Подсистема «АНПШ-Мониторинг уровня риска» предназначена для мониторинга показателей надежности, прогнозирования значения уровня рисков с использованием инфографического отображения уровня рисков.

Широкое применение АС АНПШ на инфраструктуре железнодорожного транспорта позволит организовать процесс управления хозяйством автоматики и телемеханики на более высоком уровне, с лучшей эффективностью.

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

4. Шерстюков, О. С. Определение ошибок в автоматизированных информационных системах хозяйства автоматики и телемеханики / О. С. Шерстюков //Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 2020 года /Ростовский государственный университет путей сообщения. – Воронеж: филиал РГУПС в г.Воронеж, 2020. – С. 85-90. – EDN LZQSZB.

5. Особенности применения информационных систем для управления инфраструктурным комплексом железнодорожного транспорта / А. В. Горелик, В. С. Дорохов, А. В. Орлов [и др.] // Современные наукоемкие технологии. – 2020. – № 6-2. – С. 228-233. – EDN QNWWSY.

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

УДК 656.075

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ДЛЯ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Шерстюков О.С.
Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье предложен один из самых простых и быстрореализуемых способов анализа работы любой системы – проведение экспертных оценок, позволяющих с помощью анкетирования и ранжирования критериев сделать необходимые выводы. Цель экспертных оценок – в короткие сроки определить слабые места в работе систем, что в дальнейшем будет способствовать их скорейшему совершенствованию.

Ключевые слова: экспертные оценки, железнодорожная автоматика, информация, инцидент, автоматизированные информационные системы.

Abstract. The article suggests one of the simplest and fastest ways to analyze the work of any system – conducting expert assessments that allow using questionnaires and ranking criteria to draw the necessary conclusions. The purpose of expert assessments is to identify weaknesses in the operation of systems in a short time, which will further contribute to their speedy improvement.

Keywords: expert assessments, railway automation, information, incident, automated information systems.

Для оценки уровня доверия информации в автоматизированных системах хозяйства автоматики и телемеханики, а также оценки причин ошибок и искажений достоверности информации можно выделить несколько критериев, от которых напрямую, согласно проведённому анкетированию, зависят показатели безопасности и надёжности технических средств железнодорожной автоматики и телемеханики [1].

К таким критериям относятся:

- скрытие инцидента;
- ошибка систем диагностирования;
- несоответствие данных в смежных информационных системах;
- неважность инцидента;
- ограниченность во времени для полноценного оценивания инцидента;
- недостаточная квалификация технологического штата;
- сбои в программной части систем.

Рецензирование значимости отдельных критериев оценки проводится при помощи экспертных методик [2; 3].

В эксперты необходимо определить специалистов, которые имеют высокую профессиональную компетенцию в области железнодорожной автоматики. Уникальный опыт этих лиц позволит рецензировать существенность предложенных параметров.

Работа с экспертами выполняется в условиях конфиденциальности.

Пример определения группы экспертов для оценки причин ошибок и искажений достоверности информации в автоматизированных системах приведён в таблице 1.

Таблица 1 - Состав группы экспертов для оценки причин ошибок и искажений достоверности информации в автоматизированных системах

Место	Юго-Восточная железная дорога
Время Начало Окончание Продолжительность	
Вид	Эксплуатационный
Эксперт №1 ФИО Должность Структурное подразделение	
Эксперт №2 ФИО Должность Структурное подразделение	
Эксперт №3 ФИО Должность Структурное подразделение	
Эксперт № 4 ФИО Должность Структурное подразделение	

Экспертная анкета для установления уровня доверия информации в автоматизированных системах приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Экспертная анкета для установления уровня доверия информации в автоматизированных системах

Место	Юго-Восточная железная дорога						
Время Начало Окончание Продолжительность							
Вид	Эксплуатационный						
Эксперт №	ФИО: Должность: Структурное подразделение:						
1. Доверяете ли Вы информации, предоставляемой автоматизированными информационными системами	r7	r6	r5	r4	r3	r2	r1
2. В какой системе информация более достоверна (одна или несколько систем)?							
3. В какой системе информация менее достоверна (одна или несколько систем)?							
4. Какие ошибки считаются наиболее существенными?							
5. Какие ошибки считаются менее существенными?							
6. Насколько системы интегрированы между собой	r7	r6	r5	r4	r3	r2	r1

Градации наблюдаются по 7 уровням, % или балл: r1 – очень низкий; r2 – низкий; r3 – ниже среднего; r4 – средний; r5 – выше среднего; r6 – высокий; r7 – максимально высокий.

Экспертная анкета для установления уровня оценки причин ошибок и искажений достоверности информации в автоматизированных системах приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Экспертная анкета для установления уровня оценки причин ошибок и искажений достоверности информации в автоматизированных системах

Место	Юго-Восточная железная дорога						
Время Начало Окончание Продолжительность							
Вид	Эксплуатационный						
Эксперт №	ФИО: Должность: Структурное подразделение:						
1. Причиной искажения информации является скрытие инцидента	r7	r6	r5	r4	r3	r2	r1
2. Причиной искажения информации является ошибка систем диагностирования	r7	r6	r5	r4	r3	r2	r1
3. Причиной искажения информации является несоответствие данных в смежных автоматизированных системах	r7	r6	r5	r4	r3	r2	r1
4. Причиной искажения является неважность информации	r7	r6	r5	r4	r3	r2	r1
5. Причиной ошибки является нехватка времени для полноценного оценивания инцидента	r7	r6	r5	r4	r3	r2	r1
6. Причиной ошибки является недостаточная квалификация технологического штата	r7	r6	r5	r4	r3	r2	r1
7. Причиной ошибки являются сбои в программной части систем	r7	r6	r5	r4	r3	r2	r1

Градации наблюдаются по 7 уровням, % или балл: r1 – очень низкий; r2 – низкий; r3 – ниже среднего; r4 – средний; r5 – выше среднего; r6 – высокий; r7 – максимально высокий.

Задачей сформированной экспертной группы является ранжирование указанных критериев оценки причин ошибок и искажений достоверности информации в автоматизированных системах [1; 4; 5].

Стадии ранжирования должна предшествовать подготовка экспертов в плане теоретического ознакомления с информацией, раскрывающей специфику работы автоматизированных систем сбора и анализа информации.

Полученные результаты экспертных оценок позволят разработать адресные меры, направленные на улучшение качества и повышение эффективности работы

автоматизированных и информационно-аналитических систем на железнодорожном транспорте.

Библиографический список

1. Горелик, А. В. Анализ уровня достоверности информации в автоматизированных информационных системах хозяйства автоматики и телемеханики на основе метода экспертных оценок / А. В. Горелик, О. С. Шерстюков // Современные наукоемкие технологии. – 2022. – № 5-2. – С. 179-183. – DOI 10.17513/snt.39167. – EDN WOTVNV.

2. Eyewitness Guides – Train. – London: Dorling Kindersley Ltd., 1992. – 64 p.: ill.

3. Ahrons E. L. The British stream railway locomotive 1825-1925. – London, 1927. – 391 p.: ill.

4. Горелик, А. В. Использование метода экспертных оценок для ранжирования объектов железнодорожной автоматики и телемеханики при планировании капитального ремонта / А. В. Горелик, В. С. Дорохов // Наука и техника транспорта. – 2019. – № 2. – С. 8-19. – EDN DSYMFQ.

5. Экспертная оценка влияния человека на надежность работы систем железнодорожной автоматики / А. В. Горелик, Н. А. Тарадин, А. А. Пархоменко, В. С. Дорохов // Наука и техника транспорта. – 2018. – № 3. – С. 49-54. – EDN XYMIZV.

УДК 539.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕКСТУРЫ РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ В ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ СТАЛИ

Юрьева В.А.[1], Лукин А.А.[2]

[1]Воронежский государственный технический университет

[2]Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В работе исследовались текстуры рекристаллизации в электротехнической стали. Выявлены две основные ориентировки. Обнаружена взаимосвязь действующих систем скольжения в различно ориентированных зернах и конечной текстурой холоднокатаной трансформаторной стали, а также влияние коэффициента трения на поверхности на конечную ориентировку текстуры деформации при прокате.

Ключевые слова: текстура, коэффициент трения, магнитные свойства, рекристаллизация.

Abstract. The textures of recrystallization in electrical steel were investigated in this work. Two main orientations were revealed. The correlation between the acting sliding systems in differently oriented grains and the final texture of cold-rolled transformer steel was found, as well as the influence of the surface friction coefficient on the final orientation of the deformation texture during rolling.

Keywords: texture, friction coefficient, magnetic properties, recrystallization.

Электротехническая сталь ЭС (технический сплав Fe+3%Si, трансформаторная сталь) является важнейшим магнитно-мягким материалом, использующимся для изготовления магнитопроводов и магнитоактивных частей разнообразных электротехнических устройств. Получение текстурованной электротехнической стали с благоприятной анизотропией свойств – едва ли ни самый важный случай практического использования текстур рекристаллизации.

Магнитные свойства железа и трансформаторной стали резко анизотропны.

Огромный экономический эффект, который может дать использование этой анизотропии трансформаторной стали, послужил причиной активных поисков технологии получения текстурованной стали, в которой параллельно плоскости и направлению прокатки располагались бы во всех или в большинстве зерен плоскости {110} или {100} и направления <100>. В настоящее время во всем мире широко используется сталь с ребровой текстурой {110}<100> и кубической текстурой {100}<100>.

Текстура деформированного металла зависит от многих факторов, среди которых следует отметить исходную текстуру литого металла, тип кристаллической решетки, температуру, степень и скорость деформации, условия трения на контакте металла с деформирующим инструментом, схему напряженно-деформированного состояния. Зачастую эти факторы оказывают на процессы текстурообразования противоположное влияние.

Большинство операций обработки металлов давлением осуществляется в условиях соприкосновения обрабатываемого металла с инструментом, при этом деформируемый материал скользит по поверхности инструмента, в результате чего возникают силы контактного трения, затрудняющие это скольжение.

Контактное трение ведет к возникновению неоднородной деформации. Неоднородность деформаций по объему тела приводит к возникновению дополнительных напряжений, которые, как известно, вызывают увеличение сопротивления металла деформированию и уменьшение его пластичности. Последнее приводит к усложнению технологического процесса: увеличению числа переходов, введению промежуточных отжигов и т.д.

Контактное трение изменяет и схему напряженного состояния образца. Например, если бы при осадке не было трения, то напряженное состояние было бы линейным, а задача по определению величин напряжений и деформаций – очень простой. При наличии контактного трения схема напряженного состояния оказывается объемной, а задача более сложной.

При пластической деформации контактное трение отличается от трения скольжения прежде всего из-за постоянно меняющейся площади поверхности контакта и значительно большей величины контактных давлений. Поэтому, вообще говоря, закон Кулона-Амонтана, определяющий прямо пропорциональную зависимость между силой трения и нормальным давлением, не корректен для описания трения при пластической деформации. Однако, учитывая простоту в приложении, его используют при изучении процессов, связанных с обработкой металлов давлением.

В металлах с ОЦК решеткой отмечается единственное направление скольжения <111> и возможность движения дислокаций по плоскостям скольжения {110}, {112}, {123} [1; 2]. Можно даже утверждать, что пластическая деформация в железе при комнатной температуре осуществляется путем скольжения по плоскостям {110} и {112} [1]. Всего таких систем скольжения 24: 12 систем типа <111> {110} и 12 – типа <111>{112}.

Проанализируем возникновение текстуры прокатки. В поликристаллическом образце после приложения внешнего усилия скольжение дислокаций, обеспечивающее течение материала в направлении прокатки, начнется в зернах, ориентированных по отношению направления проката и плоскости проката, таким образом, что системы

скольжения имеют максимальный ориентационный фактор. Максимальный ориентационный фактор будет в том случае, когда направление скольжения или нормаль к плоскости скольжения лежат в плоскости НП – НН и составляют с одним из этих направлений угол, близкий к 45º. Таких ориентировок семь, причем в четырех случаях с НП совпадает направление <110>, в двух - <211> и один раз - <111>, отсюда с большой вероятностью можно предположить, что НП будет параллельно кристаллографическому направлению с индексами <110>. Сжатие происходит в направлении, перпендикулярном плоскости образца. В результате сжатия перпендикулярно действующей силе устанавливается некоторая кристаллографическая плоскость, содержащая направление <110>.

Анализ устойчивости ориентации семи типов благоприятно ориентированных зерен показал, что в результате скольжения дислокаций неизменной остаются ориентации зерен с плоскостями {001} и {112} параллельными плоскости проката. Остальные зерна изменяют свою ориентацию - «поворачиваются» и стремятся к устойчивому положению. При этом положении параллельно плоскости проката устанавливаются плоскости {115} и {117}, когда плоскость проката {001}, или {113} и {123}, когда плоскость проката {112}. Устойчивость ориентации зерен обеспечивается симметричной работой систем скольжения относительно приложенной нагрузки. Изменение ориентации зерна наблюдается в том случае, когда работает одна система скольжения, что «поворачивает» кристаллит. При повороте уменьшается ориентационный фактор действующей системы скольжения и растет у вторичных систем скольжения. Когда ориентационные факторы действующей и вторичных систем скольжения сравняются, изменение ориентации зерна прекратится.

Таким образом, в трансформаторной стали наблюдаются две основные текстуры деформации: {001}<110> и {112}<110> [2; 3].

Изменение текстуры в процессе рекристаллизации связано с одновременным действием зарождения и роста ориентированных при превалирующей роли какого-либо из этих процессов.

Основная технологическая особенность текстур обоих типов состоит в том, что их получают с помощью процессов вторичной рекристаллизации.

Текстура Госса формируется в электротехнической стали на завершающих этапах ее термообработки в процессе вторичной рекристаллизации. Такая текстура образуется из текстуры {001}<110>, сформированной при холодной прокатке после следующих технологических операций:

а) горячая прокатка до толщины 2,5 мм;

б) холодная прокатка до 0,62-0,80 мм;

в) отжиг при 925-980 ºС (3-5 мин.) для обезуглероживания и первичной рекристаллизации;

г) холодная прокатка до 0,30-0,35 мм;

д) отжиг при 790-845 ºС (3-5 мин.) для обезуглероживания;

е) отжиг при 1150-1180 ºС во влажном водороде (25-30 ч) для обеспечения вторичной рекристаллизации и удаления вредных примесей;

ж) отжиг при 760-820 ºС для снятия напряжений.

Типичная полюсная фигура Госса представлена на рис. 1.

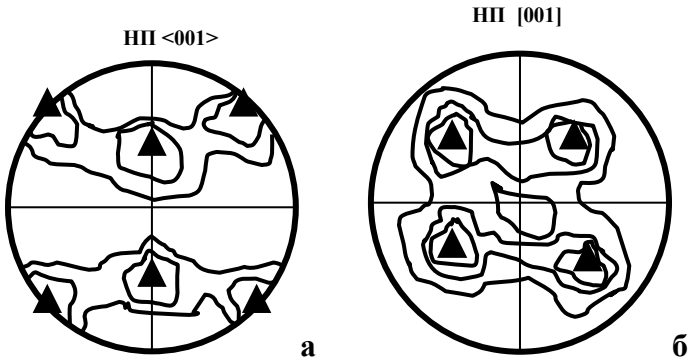


Рис. 1 - Типичные полюсные фигуры рекристаллизации {111} двух текстур:
а - {110}<001> , б - {100}<001>

Существенны условия трения между валками и поверхностными слоями металла. При отсутствии надлежащей смазки поверхностный слой листа из-за воздействия сил трения имеет менее четко выраженную текстуру деформации и соответственно после рекристаллизации – ребровую текстуру. В этом случае после вторичной рекристаллизации формируется другая текстура - {100}<001> [4], полюсная фигура которой представлена на рисунке 1б.

Выводы.

1. Выявлена взаимосвязь действующих систем скольжения в различно ориентированных зернах и конечной текстурой холоднокатаной трансформаторной стали.

2. Обнаружено влияние коэффициента трения на поверхности на конечную ориентировку текстуры деформации при прокате.

Библиографический список

1. Matsuda, A.// Trans. JIM. 1978. vol. 19.№9. h.466-474.
2. Дружинин, В.В. Вестник электропромышленности, 1967, №12, с. 20.
3. Беляцкая, И.С., Винтайкин, Е.З. ФММ, 1970. Т.29. С. 219.
4. Горелик, С.С. Рекристаллизация металлов и сплавов. М., 1978. 568 с.

Отпечатано: филиал РГУПС в г. Воронеж
г. Воронеж, ул. Урицкого, 75а
тел. (473) 253-17-31

Подписано в печать 16.12.2022. Формат 21х30 ½
Печать цифровая. Усл.печ.л. – 19,75 п.л.
Тираж 500 экз.