

**Ростовский государственный
университет путей сообщения**

филиал РГУПС в г. Воронеж

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Сборник статей научной конференции
(Воронеж, 01 октября 2018г.)



Воронеж – 2018

Редакционная коллегия:

Лукин О.А. – к.ф.-м.н., доцент

Жиляков Д.Г. – к.ф.-м.н., доцент

Тимофеев А.И. – к.э.н., доцент

Актуальные проблемы железнодорожного транспорта.

Сборник статей научной конференции

– Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2018. – 160с.

Статьи публикуются в редакции авторов (с корректировкой и правкой). Мнения и позиции авторов не обязательно совпадают с мнениями и позициями редакционной коллегии

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

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. Эксплуатация железнодорожного транспорта и управление перевозками	6
Организация бережливого производства на станции Попова Е.А.	6
Предложение по увеличению количественных показателей работы станции Журавлева И.В.	8
Снижаем простой вагонов на станции - повышаем качество перевозочного процесса Буракова А.В.	11
Организация мультимодальных перевозок на маршруте «Валуйки – Старый Оскол» Куныгина Л.В.	14
Секция 2. Подвижной состав железных дорог	20
Основы расчета ходимости шин локомотивов Екимов А.В.	20
Прочность соединений дифференциальной колесной пары Семенов В.С.	24
Оценка влияния различных факторов на энергопотребление транспортного средства Луцевич В.А.	29
Классификационная схема деталей подвижного состава Соломонов К.Н.	32
Организация движения тяжеловесных поездов для перевозки грузов по участку Журавка – Сохрановка - Боченково. Стоянова Н.В., Ляхов А.С.	36
Секция 3. Проектирование и эксплуатация систем обеспечения движения поездов	39
Применение цифровых моделей в процессе проектирования и эксплуатации производственных систем Гордиенко Е.П.	39
Современные технологии обработки и анализа больших данных в научных исследованиях Гордиенко Е.П., Паненко Н.С.	44
Исследование переходных режимов в автоматизированных электроприводах постоянного тока с управлением от компьютера Климентов Н.И., Мамедов Г.М.	49

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Исследование распределения напряжения вдоль однородной длинной линии при различном характере нагрузки Климентов Н.И., Климентов К.Н.	54
Элементы тональных спецпроцессоров для выполнения арифметических операций Кожевников А.А.	57
Методика исследования статической устойчивости конденсаторного синхронного реактивного электродвигателя в установившемся режиме работы Орлов В.В.	61
Системы технической диагностики и мониторинга и их роль в системах обеспечения безопасности движения поездов Шерстюков О.С.	64
Секция 4. Строительство, обслуживание и эксплуатация железнодорожного пути.....	68
Выполнение капитального ремонта пути с использованием системы автоматизированного проектирования (САПР КРП) Журавлева И.В.	68
Особенности выполнения геодезических работ по контролю параллельности подкрановых путей с помощью электронного тахеометра Колбнева Е.Ю., Гвоздева О.В.	70
Расчет контрбанкетов и проектирование устойчивого земляного полотна Смоляницкий Л.А.	74
Устойчивость оснований и откосов, сложенных затопленными или воздушно сухими песчаными грунтами Смоляницкий Л.А.	80
Секция 5. Проблемы обеспечения промышленной безопасности и экологии на железнодорожном транспорте	91
О некоторых результатах исследования перспективных средств борьбы с нежелательной порослью в полосах отвода железных дорог Вакула Е.Ю.	91
Анализ нарушений безопасности движения поездов Калачева О.А., Прицепова С.А.	96
Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте Калачева О.А., Прицепова С.А.	100
Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности Калачева О.А.	104

Вопросы подготовки квалифицированных кадров в воронежском филиале ростовского университета путей сообщения Калачева О.А.	110
Об интегральном подходе при оценке геоэкологических рисков Кустова Н.Р.	112
Традиционные технологические процессы удаления нежелательной поросли в полосе отвода железных дорог Платонов А.А.	114
Обоснование характерных зон сферического рабочего пространства при удалении поросли в полосе отвода Платонова М.А., Платонов А.А.	118
К уточнению математической модели формирования рабочего пространства Урывский И.Н.	123
Секция 6. Естественно-научные аспекты в железнодорожном образовании	127
Об устойчивости стержня переменной жесткости Власова Е.В.	127
Виртуальные лабораторные работы для студентов заочной формы обучения Прибылова Е.И.	130
К вопросу о самостоятельной работе студентов по подвижному составу Тарлыков В.И.	133
Опыт использования электронного учебного комплекса в преподавании дисциплины «Теоретическая механика» студентам заочной формы обучения Федоринин Н.И.	137
Секция 7. Гуманитарные аспекты в железнодорожном образовании	143
Аутентичные интернет-ресурсы в контексте профессионально ориентированного обучения иностранному языку в ВУЗе транспортного профиля Белявцева И.В., Кукшинова Е.Н.	143
Новые подходы к обучению профессионально ориентированной иноязычной лексике в железнодорожном вузе Белявцева И. В., Кукшинова Е. Н.	147
Культура инженерии как разновидность профессиональной культуры Свешников Б.Н.	151

Секция 1. Эксплуатация железнодорожного транспорта и управление перевозками

УДК 656.003

**Организация бережливого производства на станции
Попова Е.А.¹**

Аннотация: В статье рассмотрена новая технология работы станции Курск в части обработки вывозных и участковых поездов, прибывающих в расформирование.

Ключевые слова: бережливое производство, железнодорожная станция, локомотивная бригада, обработка поезда.

В компании ОАО «РЖД» проводится системная работа по повышению качества основной деятельности, снижению непроизводительных потерь. Результаты проекта «Бережливое производство» в ОАО «РЖД» показали заинтересованность работников предприятий в повышении эффективности производственных процессов за счет применения инструментов «бережливого производства», выявили значительный потенциал для улучшения процессов в компании.

В условиях бережливого производства по станции Курск ведется работа по изменению процесса обработки пассажирского поезда 97/98.

В настоящее время по железнодорожной станции Курск поезд №97/98 обрабатывается следующим порядком. После прибытия на 4 путь станции в 7-55 закрепляются вагоны и отцепляется локомотив, после чего локомотив поездной бригадой выгоняется в южную горловину за маневровый сигнал М20 со сменой кабины управления, далее от сигнала М20 до сигнала М367 и после на тракционный путь локомотивного депо для стоянки, после чего до отправления локомотив поездной бригадой с тракционных путей за сигнал М367 на ходовой путь со сменой кабины управления, далее через северную горловину за маневровый сигнал М1 или М3 со сменой кабины управления подается на 4 путь под состав. Минимальное суммарное время, затрачиваемое на перемещение локомотива и локомотивной бригады по железнодорожной станции Курск составляет (при благоприятных погодных условиях и поездной обстановке) 47 минут.

С целью сокращения времени и затрат на эксплуатацию поездного локомотива необходимо, после прибытия поезда 97 на 4 путь станции производить смену локомотивной бригады уборочной для выполнения последующих маневров по станции; производить обгон электровоза с 4 пути за сигнал М98 со сменой кабины управления далее по 5 пути станции за сигнал М47 со сменой кабины управления и сразу под состав поезда 98 с последующим закреплением. Общее время обработки составит 18 минут.

¹ Попова Е.А., к.т.н., доцент, филиал РГУПС в г. Воронеж

В результате такой технологии время на перемещение локомотива и поездной бригады по станции сокращается на 29 минут, или примерно на 0,5 часа.

За счет такой технологии возможно улучшение следующих показателей:

- снижение затрат на работу поездного локомотива;
- сокращение времени на обработку поезда 97/98;
- исключение лишних маневров по территории станции;
- исключение случаев нарушения безопасности движения в части не перевода стрелок в зимний режим работы.

Также по железнодорожной станции Курск в рамках бережливого производства внедряется проект «Зоркий глаз». Данный проект направлен на улучшение технологии в части предоставления возможности осмотра вагонов в приемо-отправочном парке станции без выполнения дополнительной маневровой работы, без подъема на высоту работников ПКО, под подвеской контактной сети. Механизм реализации - для осмотра вагонов предлагается использовать переносную диэлектрическую штангу, в верхней части которой оборудована камера передающая изображение по Wi-Fi сигналу (нет прямого соединения проводом). В нижней части рукоятки установлен экран (планшет 7") отображающий изображение с камеры, с возможностью видео\фото фиксации, и приближением изображения.

Технологический эффект:

- сокращение простоя транзитного вагона с переработкой по элементу от прибытия до расформирования состава;
- минимизация рисков возникновения просрочки в доставке грузов и порожних грузовых вагонов;
- сокращение времени элемента позволит увеличить пропускную способность железнодорожной станции;
- сокращение времени на производство осмотра вагонов по прибытию осмотрщиками – вагонниками эксплуатационного вагонного депо;
- сокращение времени нахождения вагонов в рабочем парке станции, уменьшение данного показателя работы станции в целом.

Бережливое производство на предприятии предполагает анализ ценности продукта, который выпускается для конечного потребителя, на каждой стадии создания. Основной задачей такой технологии организации производства выступает формирование непрерывного процесса устранения издержек. Другими словами, бережливое производство – это устранение любых действий, вследствие которых потребляются ресурсы, но в результате не создается никакой ценности для конечного потребителя. При традиционной системе все затраты, связанные с браком, переделкой, хранением, и прочие косвенные расходы перекладываются на потребителя. Бережливое производство – это схема, по которой вся деятельность компании разделена на процессы и операции, которые не добавляют ценности продукту.

Список литературы:

1. Попова Е.А. Анализ пропускной и перерабатывающей способности станции Чугун-2 ЮВЖД. XVI Всероссийская Научно-техническая конференция и школа молодых ученых, аспирантов и студентов «Авиакосмические технологии» (Акт-2015) 14-16 октября 2015 года, г. Воронеж.
2. Попова Е.А. Предложения по развитию станций Чугун-2 и Грязи-Орловские. XVI Всероссийская Научно-техническая конференция и школа молодых ученых, аспирантов и студентов «Авиакосмические технологии» (Акт-2015) 14-16 октября 2015 года, г. Воронеж.
3. Журавлева И.В., Попова Е.А. Технология организации движения грузовых поездов по расписанию с разработкой плана формирования и графика движения грузовых поездов на основе прогноза и планирования грузопотоков на Юго-Восточной железной дороге. Актуальные проблемы развития транспорта материалы III Международной студенческой научно-практической конференции. Федеральное агентство железнодорожного транспорта; Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II, Нижегородский филиал. 2016.
4. Журавлева И.В., Попова Е.А. Организация внедрения внутридорожной технологии движения грузовых поездов по выделенным расписаниям на междорожном полигоне Валуйки – Пенза. Всероссийская национальная научно-практическая конференция «Современное развитие науки и техники» (Наука-2017). г. Ростов-на-Дону 2017г.

УДК 656.2

Предложение по увеличению количественных показателей работы станции Журавлева И.В.¹

Аннотация: В статье рассмотрены недостатки существующего путевого развития станции, предложено частичное переустройство технического парка.

Ключевые слова: пассажирские станции, показатели, путевое развитие, суточный план-график, переустройство.

Совершенствование транспортного обслуживания населения является важной составной частью общей задачи социального и экономического развития страны. Организация пассажирских перевозок – это сфера деятельности железных дорог, в которой наиболее тесно проявляется связь эстетических и культурных интересов работников транспорта и всех пользующихся его услугами.

Наряду с определенными успехами в области пассажирских перевозок есть еще целый ряд сложных проблем, решение, многих из которых в ближайшие годы просто необходимо. Не полностью удовлетворяются

¹ Журавлёва И.В., ст. преподаватель, филиал РГУПС в г. Воронеж

потребности населения в транспортных услугах. В летнее время на железнодорожном транспорте приходится сталкиваться с разного рода осложнениями и трудностями, что вызывает жалобы и нарекания. Неточность прогнозирования обуславливает сложности в планировании пассажирских перевозок и определении оптимального плана формирования пассажирских поездов, который подвергается сегодня значительным корректировкам. Кроме того, действующие в пассажирском движении показатели не отражают степень удовлетворения потребностей населения в перевозках, качество пассажирского сервиса в поездах, что должно обязательно учитываться при оценке работы пассажирских дирекций.

Решающую роль в пассажирском движении играют пассажирские станции. Пассажирские станции являются начальными и конечными пунктами следования пассажирских поездов. Качество организации пассажирских перевозок целиком зависит от организации работы пассажирских станций и вокзалов.

Определенные проблемы вызывает и современное состояние пассажирских и пассажирских технических станций. Так как большинство этих станций построены давно и не по наиболее рациональным схемам, развитие их в рамках существующих городов чрезвычайно затруднено. Для пассажирских технических станций характерно прежде всего слабое техническое оснащение, нехватка путей или их полезная длина. Все это определяет низкое качество подготовки составов к рейсу.

Основными недостатками существующего путевого развития пассажирской станции Воронеж-1 являются:

- нехватка приемоотправочных путей для пассажирского и грузового движения;
- недостаточная полезная длина путей Западного парка экипировки и отстоя пассажирского состава;
- значительные затруднения в работе из-за пересечения маршрутов пассажирского и грузового движения и т.д.

В период массовых летних перевозок увеличивается количество поездов, в результате чего становится проблематично обрабатывать пассажирские поезда на путях экипировочного парка. На сегодняшний день 5 путь экипировочного парка может вместить 16 вагонов, при средней длине поезда 18 вагонов. Из-за недостаточной длины экипировочных путей техническое обслуживание большинства принимаемых на станцию Воронеж-1 поездов производится с разрывом состава, что увеличивает время на маневровую работу, исключает резерв времени на обслуживание и, следовательно, ухудшает качество подготовки составов в рейс.

Большинство операций, выполняемых на пассажирских станциях, ежедневно повторяется в одно и то же время. Поэтому, система планирования работы здесь коренным образом отличается от системы, принятой на станциях, обслуживающих грузовое движение. На пассажирских станциях нет надобности в составлении суточных и сменных планов работы, а можно ограничиться составлением одного суточного плана-графика работы станции на весь период

действия графика движения поездов. Этот план-график должен являться основой плановости в работе станции и должен только корректироваться при опоздании поездов и при необходимости выполнить те или иные дополнительные, не предусмотренные планом-графиком работы.

Переустройство технического парка подразумевает удлинение имеющихся станционных путей и некоторые изменения технологии работы. За счет применения предлагаемой схемы достигается сокращение времени работы маневрового локомотива, улучшаются количественные показатели станции, снижаются непроизводительные расходы, связанные с простоем вагонов, выпущенных из ремонта и направленных в ремонт. В частности, предложения по удлинению 5 пути Западного парка связаны с тем, что в последнее время парк пассажирских вагонов существенно обновлен пассажирскими вагонами нового поколения, оборудованных принципиально новыми системами и агрегатами отопления. Поэтому, необходимости в такой длине угольной ямы нет.

Угольная яма всегда наполнена на половину. Таким образом, удлинение данного пути, целесообразно проводить.

Согласно посуточного план-графика подачи и экипировки пассажирских поездов формирования ЛВЧД-8, состав поезда №25 Воронеж-Москва подается на 5 и 1 пути западного парка. После проведения реконструкции по увеличению полезной длины 5 пути Западного парка на 50 метров, появляется дополнительное место на 2 пассажирских вагона. Таким образом, состав поезда №25 Воронеж-Москва весь помещается по 5 пути Западного парка, освобождая место по 1 пути Западного парка для подачи дополнительных 2-х вагонов для проведения технического осмотра, с последующей их прицепкой к составу поезда. С учетом времени на маневровые работы и технического осмотра вагонов, в дневную смену можно организовать подачу и уборку до 4 вагонов, что увеличивает количественные показатели станции на 1460 вагонов в год.

Список литературы

1. Распоряжение ОАО "РЖД" от 1 декабря 2015 года N 2806р.
2. Типовой технологический процесс работы пассажирской и пассажирской технической станции ОАО "РЖД" [Электронный ресурс] URL:<http://www.consultant.ru/> - СПС Консультант Плюс, доступ свободный.
3. Апатцев В.И., Ефименко Ю. И. Железнодорожные станции и узлы. Учебник/ Под ред. Апатцев В.И. - М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. - 855 с.

УДК 656.212.5

Снижаем простой вагонов на станции - повышаем качество перевозочного процесса

Буракова А.В.¹

Аннотация: На станции Кочетовка Юго-Восточной железной дороги предлагается пропуск части транзитных поездов без смены локомотива на станции. Предусматривается удлинение плеч обслуживания локомотивов. Сократилось время простоя вагонов на станции.

Ключевые слова: Сортировочные станции, транзитные поезда, простой вагонов на станции.

Программы, направленные на снижение простоя вагонов остаются актуальными и сегодня. Уменьшение времени простоя вагонов в ожидании операций является одним из важнейших элементов ускорения оборота вагонов. Чем быстрее оборачивается вагон, тем меньше оборот вагона и, следовательно, тем с меньшим вагонным парком можно выполнить заданные размеры перевозок. Соответственно при этом увеличивается и количество грузов, которое можно перевезти имеющимся в наличии вагонным парком [1].

Колебания величины интервала поступления поездов на станции переработки приводят к возникновению межоперационных простоев, неравномерной загрузке маневровых средств, к необходимости создания излишних резервов производственной мощности (пропускной и перерабатывающей способности объектов инфраструктуры и парков подвижного состава), привлечению дополнительного эксплуатационного персонала [2]. Основное количество транзитных поездов со сменой локомотивов и бригад проходящее через сортировочную станцию Кочетовка очень осложняет её работу. Для снижения нагрузки на инфраструктуру и персонал сортировочной станции, а также более рациональной работы всех звеньев станции предложен вариант организации пропуска доли транзитных поездов, не производя смену локомотива на станции. Предусматривается удлинение плеч обслуживания локомотивов. Кроме того, в качестве дополнительных мер в дальнейшем планируется ряд работ по техническому обслуживанию локомотива производить без отцепки его от состава. Предполагается, что это сократит время простоя вагонов на станции. Но, разумеется, в рамках норм непрерывной продолжительности рабочего времени, соблюдения гарантийных участков для технического обслуживания поездов и проведения коммерческого осмотра. Увеличения полезного времени работы локомотивов невозможно добиться, не повышая качества их ремонта и технического обслуживания. И над этим сейчас тоже активно работают. Оптимизация работы станции Кочетовка позволит сократить простой транзитного вагона без переработки.

¹ Буракова А.В., ст. преподаватель, филиал РГУПС в г. Воронеж

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Общий экономический эффект рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E} = (C_0 - C_1) - E_n \cdot K, \quad (1)$$

где: C_0 - затраты по перевозочным видам деятельности до реализации организационного мероприятия, руб.;

C_1 - затраты по перевозочным видам деятельности после реализации мероприятий, руб.;

E_n - нормативный коэффициент экономической эффективности;

K - затраты на осуществление организационного мероприятия, руб.

После проведенного анализа первого и второго варианта суточного плана-графика выявлено, что улучшились показатели эксплуатационной работы станции.

Таблица 1 Основные показатели по вариантам

Наименование показателя	Единицы измерения	1 вариант	2 вариант
1	2	3	4
1. Транзитные вагоны без переработки	вагон	2799	2799
2. Поездные локомотивы	локомотив	46	46
3. Простой транзитных вагонов	вагоно-час	4527	2995
4. Простой поездных локомотивов	локомотиво-час	75	49
5. Работа локомотивных бригад	бригадо-час	75	49

Для перевода показателей проведенной работы в стоимостное выражение воспользуемся методикой расчета укрупненных расходных ставок. Затраты, связанные с простоем транзитных вагонов:

$$C_{лок} = \sum Nt_g \cdot e_{g-ч} \cdot 365, \quad (2)$$

где: $\sum Nt_g$ - простой транзитных вагонов на станции, ваг-час;

$e_{g-ч}$ - расходная ставка вагоно-часа простоя грузовых вагонов, руб.

$$C_{лок} = \sum Mt_l \cdot e_{л-ч} \cdot 365, \quad (3)$$

где: $\sum Mt_l$ - простой поездных локомотивов на станции, лок-час;

$e_{л-ч}$ - расходная ставка локомотиво-часов простоя, руб.

Затраты, связанные с простоем поездных локомотивов:

При простое поездных электровозов на станции также происходит потеря электроэнергии. При расчете расходов, связанных с простоем электровозов, расходную ставку на электровозо-километры следует принимать без учета расходов по содержанию и амортизации контактной сети, на которые простой электровозов не влияет [3].

Таблица 2 Расчет экономического эффекта от мероприятий по сокращению простоя вагонов

Наименование показателя	Единицы измерения	Стоимость, руб.	Значение показателя		Величина расходов, руб.		
			4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Простой транзитных вагонов	вагоно-час	13,11	4527,00	2995,00	59349,0	39264,5	20084,5
2. Простой поездных локомотивов	локомотиво-час	359,75	74,72	48,65	26880,5	17501,8	9378,7
3. Ожидание локомотивных бригад	бригадо-час	699,88	74,72	48,65	52295,0	34049,2	18245,9
4. Расход электроэнергии	кВт/ч	1,10	74,72	48,65	7513,2	4891,8	2621,4
Итого расходы за сутки	руб.	-	-	-	146037,7	95707,3	50330,4
Всего расходы за год	руб.	-	-	-	53303758,4	34933148,3	18370610,1

Затраты, связанные с расходом электроэнергии:

$$C_{\text{лок}} = \sum Mt_n \cdot a_{\text{э}}^{n-ч} \cdot \kappa_p \cdot \kappa_n \cdot c_{\text{э}} \cdot 365, \quad (4)$$

где: $a_{\text{э}}^{n-ч}$ - норма расхода электроэнергии на 1 час простоя поездного локомотива ($a_{\text{э}}^{n-ч} = 152,35 \text{ кВт/ч}$), кВт/ч;

$c_{\text{э}}$ - стоимость электроэнергии, руб.;

κ_p - отношение средне реализуемой мощности вспомогательных машин локомотива к их номинальной мощности при простое ($\kappa_p = 0,5$);

κ_n - коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в контактной сети ($\kappa_n = 1,2$).

Реализация разработанного второго варианта организации работы станции потребовала капитальных вложений в размере 15 млн. руб.

Полученные результаты сведем в таблицу 2

Общий экономический эффект составит:

$$\mathcal{E} = (53303758 - 34933148) - 0,67 \cdot 15000000 = 8320610 \text{ руб.}$$

Экономический эффект при реализации мероприятий сокращения простоя транзитных вагонов на станции Кочетовка ЮВЖД составил бы более 8 млн. руб.

Список литературы

1. Гришкова Д. Ю. Мероприятия по сокращению простоя вагонов на пути выгрузки угля [Текст] // Технические науки в России и за рубежом: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Москва, ноябрь 2012 г.). — М.: Буки-Веди, 2012. — С. 82-85.
2. Буракова А.В. Анализ методов снижения неравномерности перевозочного процесса [Текст] // Железнодорожный транспорт. №11, 2011. — С. 37–39.
3. Себестоимость железнодорожных перевозок: курс лекций / А. П. Исакова. — Екатеринбург: УрГУПС, 2015. — 111, [1] с.

УДК 656.224.078.1

Организация мультимодальных перевозок на маршруте «Валуйки – Старый Оскол» Куныгина Л.В.

Аннотация: Статья посвящена организации подвоза пассажиров с малоделятельных участков к поездам дальнего следования с применением мультимодальных перевозок. Показаны возможные мероприятия по организации пассажирских мультимодальных перевозок в исследуемом направлении.

Ключевые слова: мультимодальная перевозка, организация на транспорте, смешанные перевозки, факторы организации.

Важным шагом по интеграции железнодорожных пассажирских перевозок в национальную транспортную систему является развитие мультимодальных перевозок. В настоящее время термин мультимодальные перевозки распространился и на пассажирское сообщение. Под мультимодальной пассажирской перевозкой понимается перевозка пассажира двумя и более видами транспорта, под ответственностью одного оператора и по единому билету с целью удовлетворения потребности населения в перевозках (Рис.1) [3,4,6].

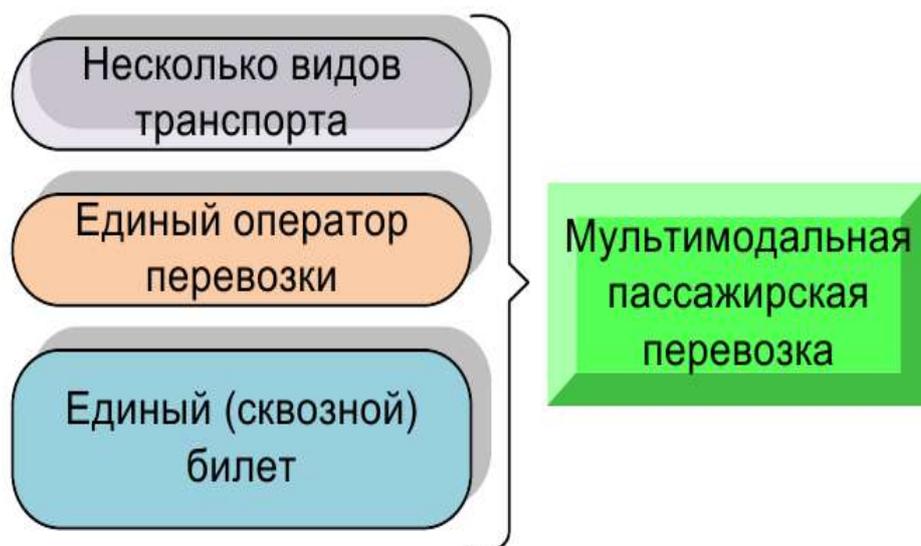


Рис.1 Основной характер мультимодальных пассажирских перевозок

В ситуации резкого сокращения государственного субсидирования железная дорога вынуждена изменять систему организации пассажирских перевозок и оптимизировать нерентабельные маршруты, одним из которых на Юго-Восточной железной дороге является пассажирский поезд №№ 689/690 сообщением «Валуйки – Старый Оскол – Елец».

В исследуемом направлении организация мультимодальных перевозок по подвозу пассажиров с малодеятельных участков к поездам дальнего следования экономически целесообразно организовать с привлечением автотранспорта. При правильной организации и популяризации мультимодальной перевозки с привлечением пассажиропотока реализуются задачи:

- принципов "от двери до двери" и «точно в срок», предусматривающих предоставление единого комплекса транспортных и иных услуг на всем протяжении маршрута следования пассажира;

- удобной, для пассажира, организации взаимодействия транспортных цепочек на маршруте движения, в первую очередь, за счет оптимального сопряжения различных видов транспорта при осуществлении смешанных перевозок;



Рис.2 Мероприятия по организации мультимодальных перевозок

- высокого качества и комплексного характера услуг (повышенная скорость, регулярность, безопасность и бесперебойность движения) и, как следствие, прогнозируемость времени поездки при высоком уровне сопутствующего сервиса;

- классности перевозок;

- широкого применения новых способов организации и управления транспортными потоками, основанных на современных методах логистики, моделирования и оптимизации транспортных потоков, маркетинга, информационных технологий. [1,2,5,7]

С целью сохранения транспортной доступности населения участка «Старый Оскол – Валуйки» в перевозках железнодорожным транспортом реализован пилотный проект мультимодальных перевозок с привлечением автомобильного транспорта из населенных пунктов Валуйки, Волоконовка, Новый Оскол, на условиях фрахта. В ходе утверждения проекта проведена встреча с администрацией области, районов, населенных пунктов, расположенных по маршруту следования. С администрацией Белгородской области определено соглашение о взаимодействии в области мультимодальных перевозок.

Разработанные мероприятия по организации мультимодальных перевозок в исследуемом направлении отражены в рисунке 2. Для дополнительной доказательной базы по внедрению проекта произведен расчет времени на технологические операции пересадки пассажиров из одного вида транспорта в другой. Соответственно представлена технология пересадки пассажиров из прибывшего поезда в автобусы и наоборот.

Факторы качества транспортного обслуживания при организации мультимодальных перевозок не менее важны и сведены в рисунке 3.

Аналитическим расчетом произведена проверка и установлено, что при организации мультимодальных перевозок на маршруте сохраняется транспортная доступность.

Для предварительного расчета, составлено расписание маршрута условного поезда, которое увязано с прибытием и отправлением пассажирского поезда дальнего следования №№58/57 сообщением «Старый Оскол – Москва». Произведенный расчет рационального тарифа на перевозку пассажиров условным поездом с одной стороны обеспечивает стоимостную привлекательность поездки (как он ниже существующих тарифов на перевозку) а, с другой стороны – дает положительный финансовый результат. Расчетная стоимость проезда в условном поезде получается ниже существующей стоимости проезда в автобусах. Такая стоимость проезда обеспечит эффективность фрахта условного поезда для железной дороги и принесет прибыль. Организация подвоза пассажиров на участке «Валуйки – Старый Оскол» посредством мультимодальных перевозок в целом позволит снизить расходы на перевозку до 48,4 млн. руб. в год или до 134,3 тысяч рублей за рейс. В данном случае, при сложившейся ситуации, организация подвоза пассажиров с малоделятельных участков к поездам дальнего следования

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

экономически целесообразно организовать с помощью мультимодальных перевозок.

Факторы качества	Преимущества
Стоимость поездки	Не должна превышать суммарную стоимость проезда в каждом из видов транспорта
Минимальное время ожидания транспортных средств в пунктах пересадки	Сокращение общей продолжительности поездки пассажира за счет сокращения времени нахождения его в пунктах пересадки
Надежность	Для пассажиров выражается в уверенности совершить поездку в нужное время с нужной скоростью
Адресность назначаемых маршрутов следования и оказываемых услуг	Адресный график позволяет гибко отменять и назначить нитки пассажирских поездов дальнего следования и рейсы автомобильного транспорта в зависимости от меняющегося режима труда и отдыха выделенных сегментов по отдельным периодам времени и сезонам года
Удобное время и отправления и прибытия всех видов транспорта	Это актуально при пересадке пассажира на другой вид транспорта
Соблюдение сквозного уровня качества обслуживания	В зависимости от уровня доходов пассажиров и их потребностей для каждого сегмента пассажиропотока должен быть разработан определенный набор дополнительных услуг

Рисунок 3. Факторы качества транспортного обслуживания

Расчет эффективности фрахта условного поезда производится исходя из среднесуточного спроса на направлении и вместимости автобуса. Вариант организации мультимодальных перевозок в текущем предложении является приемлемым и возможным в технологическом, техническом плане.

Отличительная черта всех мультимодальных перевозок – комплексный подход к решению всех задач. Здесь достигается принцип комбинированной мобильности в сфере организации технологии пассажирских перевозок и выполняется задача по привлечению и удовлетворению пассажиропотока в результате оптимального использования технических средств.

Список литературы:

1. Ларионова Г. С., Чечерина Е. А. «Да» или «нет» мультимодальным пассажирским перевозкам? // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – Т. 13. – С. 3986–3990. – URL: <http://e-koncept.ru/2015/85798.htm>.
2. Журавская М.А., Морозова О.Ю., Гашкова Л.В. Перспективы развития мультимодальных пассажирских перевозок в России (на примере направления РФ- полуостров Крым) // Международный научный институт «EDUCATIO» - 2014, № 3(143), с. 143-147
3. Акулов М.П. Работать для пассажира // Железнодорожный транспорт. 2013. №2.
4. О стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.06.2008 г. № 887-р.
5. Распоряжение №1113 от 26 мая 2010 г. «Об утверждении ставок арендной платы за услуги по предоставлению локомотивных бригад и за использование локомотивов ОАО «РЖД»
6. Мирошниченко О.Ф., Методика оценки экономической эффективности пассажирского поезда в условиях функционирования ОАО «ФПК», 2010.
7. Ламанов А.В, Интермодальные транспортные системы инновационное направление развития пассажирского транспорта, издательский центр «Академия», 2011.-256с.

Секция 2. Подвижной состав железных дорог

УДК 629.92

Основы расчета ходимости шин локомотивей

Екимов А.В.¹

Аннотация: В настоящее время в мире насчитывается несколько тысяч предприятий, эксплуатирующих дорожно-рельсовые транспортные средства (локомотивы). Их возрастающее отраслевое значение выдвигает в число актуальных проблем обеспечение надежности ходовой части. Темп износа шины связан с комплексным воздействием факторов. К наиболее значимым относятся: скорость движения, давление в пятне контакта, конструкция шин и колес, вес прицепной нагрузки.

Ключевые слова: локомотив, дорожно-рельсовый, на комбинированном ходу.

В настоящее время в мире насчитывается несколько тысяч предприятий, эксплуатирующих подвижные единицы на комбинированном дорожно-рельсовом ходу (локомотивы). Их использование рекомендуется в организациях, площадках с вагонооборотом до 50 вагонов в сутки, а также при обслуживании и производстве путевых работ. На территории Центрального федерального округа РФ локомотивы используются в филиалах ОАО «РЖД»: тяговой части ТЧ-96 Московской железной дороги, дистанциях пути ПЧ-3, ПЧ-16 и ПЧ-23 Юго-Восточной железной дороги, ОАО «Кондитерский концерн Бабаевский», ГУП «Мосгортранс», производственная база ООО «Ролт Энерго Сервис», ООО «Крупенниковский меловой карьер».

Возрастающее отраслевое значение локомотивей выдвигает в число актуальных проблем повышение надежности оборудования рельсового хода и пневмоколесного движителя. За время двух циклов испытаний локомотива Rolt Locomotive (рисунки 1 и 2) с 3 по 13 апреля и с 19 по 29 июня 2017 года на предприятии ОАО «Мордовцемент» была выявлена необходимость в оснащении транспортного средства более износостойкими шинами.

Износостойкостью называется свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения. Эффективное повышение износостойкости шин не может быть достигнуто без определения механизма износа. Его знание позволяет установить зависимость износостойкости материала протектора от его свойств и эксплуатационных условий, а также разрабатывать оптимальные способы увеличения ходимости шин [2]. Ходимостью шины называется величина возможного пройденного пути до достижения ею предельного пригодного для эксплуатации состояния.

По условиям расчета остаточной ходимости шин локомотивей в рельсовом режиме необходимой и достаточной является информация о комплексном воздействии факторов. К наиболее значимым относятся: скорость

¹ Екимов А.В., аспирант, ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» (Москва)

движения, давление в пятне контакта, конструктивные особенности колес, а также соблюдение правил, инструкций и в определенных условиях рекомендаций по рациональной эксплуатации транспортного средства.



Рисунок 1. Локомотив Rolt Locomotive (Автомобиль специальный 7093Н)



Рисунок 2. Испытания локомотива на предприятии ОАО «Мордовцемент», Республика Мордовия, Чамзинский район, поселок городского типа Комсомольский, 5 апреля 2017 года

Принимая однородность условий качения в рельсовом режиме, Екимовым А.В. [3] была составлена аналитическая зависимость (1).

$$X = \frac{2\pi R A (1 - 1,6 i) \beta Q^2 (H - h)}{j q^2} \quad (1),$$

где X – остаточная ходимость шины, м; A – коэффициент зависимости износа шин от средней скорости движения (рисунок 3) [5]; R – статический радиус колеса, м; i – средняя величина продольных уклонов на участке эксплуатации, $i \leq 0,04$ для железных дорог на территории РФ [7]; β – коэффициент износостойкости шины (2); Q и q – величины давлений в рельсовом и дорожном режиме, Па; H и h – остаточная и минимально допустимая величины протектора шины, м; j – элементарная структурная составляющая износа (3) (4), м.

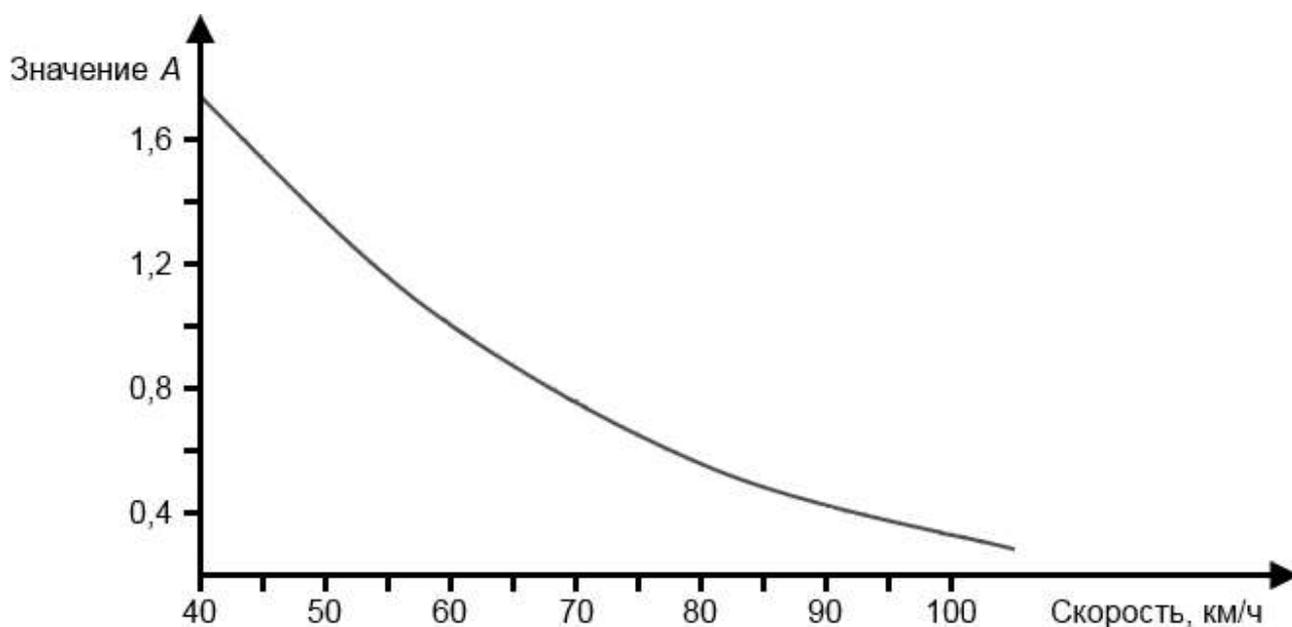


Рисунок 3. Значения коэффициента зависимости износа шин от средней скорости движения

Для проведения расчета используется анализ характеристик сопротивления регрессии протектора. Множителем выражения (1), представляющим конструктивную и эксплуатационную совокупность параметров, является коэффициент износостойкости шины β .

$$\beta = 0,02 S k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 k_6 k_7 k_8 \quad (2),$$

где S – значение твердости материала протектора шины по Шору А, согласно ГОСТ 263-75; k_1 – коэффициент, учитывающий расположение нитей корда, $k_1 = 1$ для радиальных шин, $k_1 = 0,65$ для диагональных шин [1]; k_2 – коэффициент, учитывающий режим колеса, $k_2 = 1$ при ведущем режиме, $k_2 = 1,3$ при ведомом (значение может корректироваться в зависимости от типа транспортного средства); k_3 – коэффициент конструкции колеса, $k_3 = 1$ и $0,83$ для бескамерных и камерных колес соответственно [8]; k_4 – коэффициент неравномерности движения, $k_4 = 1$ – при малой, $k_4 = 0,9$ – при средней и $k_4 = 0,8$ – при высокой

частоте циклов разгона и торможения за период эксплуатации [4]; k_5 – коэффициент, учитывающий фенологическую специализацию шин, $k_5 = 1$ для всесезонных и $k_5 = 1,1$ – для климатоспециализированных шин [8]; k_6 – коэффициент, учитывающий качество обслуживания шин, $k_6 = 1$ – хорошее, $k_6 = 0,9$ – среднее, $k_6 = 0,7$ – плохое [4]; k_7 – коэффициент, учитывающий возраст шины с даты изготовления, $k_7 = 1$ для шин возрастом до 3 лет, $k_7 = 0,85$ – от 3 до 5 лет, $k_7 = 0,75$ – свыше 5 лет [6]; k_8 – коэффициент, учитывающий отклонение значения давления воздуха в шине от нормы, $k_8 = 1$ – давление в норме, $k_8 = 0,9$ – меньше нормы на 10 % или больше на 15 %, $k_8 = 0,75$ – меньше на 20 % или больше на 30 %, $k_8 = 0,5$ – меньше на 30 % [9].

Процесс качения эластичного колеса по железнодорожному рельсу характерен равномерной эмиссией материала протектора на величину элементарной структурной составляющей износа j . Величина j определяется экспериментально при квазистатическом качении колеса с эталонной шиной в ведущем режиме (3).

$$j = \frac{m}{\rho B K L} \quad (3),$$

где m – масса изнашиваемой части протектора, кг; ρ – плотность материала протектора шины, кг/м³; B – ширина пятна контакта, м; K – коэффициент насыщенности рисунка протектора в пятне контакта [3]; L – пробег шины за время испытаний, м.

При известном значении темпа износа шины I величина j определяется выражением (4).

$$j = 2 \pi R I \quad (4)$$

Расчет ходимости шин в дорожном режиме эксплуатации локомотива производится согласно методикам расчета для автотранспортных средств соответствующей категории с учетом доли эксплуатации в данном режиме. Расчеты исключают замену и восстановление протектора, перестановку шин, случайные повреждения, а также менее значимые факторы, ввиду недостаточной информации о них.

Полученные значения расчетных ходимостей в дорожном и рельсовом режимах служат показателями формирования емкости производственного и потребительского рынка запасных частей, а также объема работ по видам технического обслуживания транспортного средства.

Список литературы:

1. Агейкин Я.С. Специальные главы теории автомобиля: Учебное пособие. – М.: МГИУ, 2008. – 148 с.
2. Бродский Г.И., Евстратов В.Ф., Сахновский Н.Л., Слюдиков Л.Д. Истирание резин. – М.: Химия, 1975. – 240 с.
3. Екимов А.В., Семикин С.Н. Анализ изменения технического состояния шин ведущих колес дорожно-рельсового транспорта / А.В. Екимов, С.Н. Семикин // Транспорт: проблемы, идеи, перспективы: сборник трудов LXXVII

Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2017. – С. 38-43.

4. Заострожных И. И. Прогнозирование ресурса шин карьерных автомобилей // Молодёжь и наука: Сборник материалов VII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, посвященной 50-летию первого полета человека в космос. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011.
5. Кленников Е.В. Шины легковых автомобилей. – М.: Транспорт, 1979. – 48 с.
6. Положение ЦБ РФ от 19.09.2014 №432-П «О единой методике определения размера расходов на восстановительный ремонт в отношении поврежденного транспортного средства», п.4.5.
7. СП 119.13330.2012. Железные дороги колеи 1520 мм. Свод правил. М., 2012. – 52 с.
8. Изменение технического состояния автомобильных шин. Факторы, снижающие срок службы шин. [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.nttu.ru/RUS/fakyl/VECH/metod/posobie/s7_37.htm – Загл. с экрана.
9. Семинар «Пневматические шины для крупногабаритных транспортных и специальных машин - проблемы обеспечения и использования». [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.autotransportnik.ru/index.php?module=articles&articleid=23> – Загл. с экрана.

УДК. 621.744.07:621.7.012.3./4

Прочность соединений дифференциальной колесной пары

Семеновенков В.С.¹

Аннотация: Приведен анализ прочности различных вариантов конструкций дифференциальных колесных пар железнодорожных вагонов

Ключевые слова: долговечность, износ, тяговая сила, радиус кривизны.

Долговечность колес промышленных железнодорожных вагонов на Лебединском, Стойленском, Михайловском, Коршуновском, Павловскгранит и др. горно-обогатительных комбинатах составляет 2...3 месяца. Гребни колес за этот период превращаются в невидимую стальную пыль. На истирание тысяч колес и рельс из очень прочной стали расходуется огромное количество энергии. Разборка вагонов при их ремонте, наплавка гребней, восстановление ж.д. путей и т.д. – все это также весьма энергоемкие процессы. Использование

¹ Семеновенков В.С., д.т.н., профессор, филиал РГУПС в г. Воронеж

вагонов традиционной конструкции дает также целый ряд других негативных результатов: повышенная нагруженность силовых передач и их низкая долговечность, низкая безопасность работ в рудниках и пр.

Создание промышленных вагонов с дифференциальными колесными парами необходимо для снижения энергозатрат на транспортные операции на горно-обогатительных комбинатах, на металлургических комбинатах и заводах и других промышленных предприятиях, т.к. для их перемещения требуется значительно меньшая тяговая сила. Обусловлено это тем, что в карьерах добавляются затраты энергии на преодоление огромных сил сопротивления движению вагонов в кривых участках железнодорожных путей, составляющих более 90 % их общей протяженности. Радиус кривизны путей в карьерах, являющегося определяющим фактором повышения необходимых тяговых сил, на много меньше, чем у обычных железнодорожных путей, и является недопустимым для железных дорог РЖД. Аналогичные проблемы известны и на других промышленных предприятиях, например, металлургических комбинатах, где используются чугуновозы, шлаковозы, думпкары и др. железнодорожные транспортные средства.

Положительные результаты исследований промышленных вагонов с дифференциальными колесными парами позволят приступить к разработке технического решения для модернизации эксплуатируемого подвижного железнодорожного состава различного назначения: пассажирских вагонов, грузовых и т.д .

В конструкциях вагонов метрополитена предлагается делать подвижным обод колеса относительно диска. На некоторых металлургических предприятиях изготавливают вагоны, в которых каждое колесо имеет отдельную ось. Использование таких решений приведет практически к замене имеющегося парка промышленных вагонов на новые вагоны, что потребует значительных материальных затрат.

Предлагаемые решения ориентированы на модернизацию имеющегося парка вагонов, а не на замену на новые вагоны, что позволяет решить задачу снижения энергоемкости транспортных работ с многократно меньшими затратами. Но необходимо не забывать о больших нагрузках, воспринимаемых деталями вагонов, и, поэтому, вопросы прочности остаются наиболее важными.

На рис.1, 2 приведены разработанные конструктивные схемы дифференциальных колесных пар думпкаров.

Описание конструкции, показанной на рис.1, приведено в работах [1, 2].

На ступицах колес колесной пары (рис.2) 2 и 5 выполняются проточки шириной 15 мм и глубиной 15 мм. В каждую проточку вставляются по 2 закладных полукольца 4. Одно из колес спрессовывается с оси 1, ось шлифуется до появления зазора между колесом и осью (примерно 0,1...0,15 мм). Закладные полукольца прикрепляются к фланцам распорной трубы (по 4 болта на каждое полукольцо). Свободно вращающееся на оси колесо через трубу опирается на колесо, напрессованное на ось. Смещению свободного колеса в обратном направлении препятствуют закладные полукольца.



Рис.1. Конструктивная схема дифференциальных колесных пар

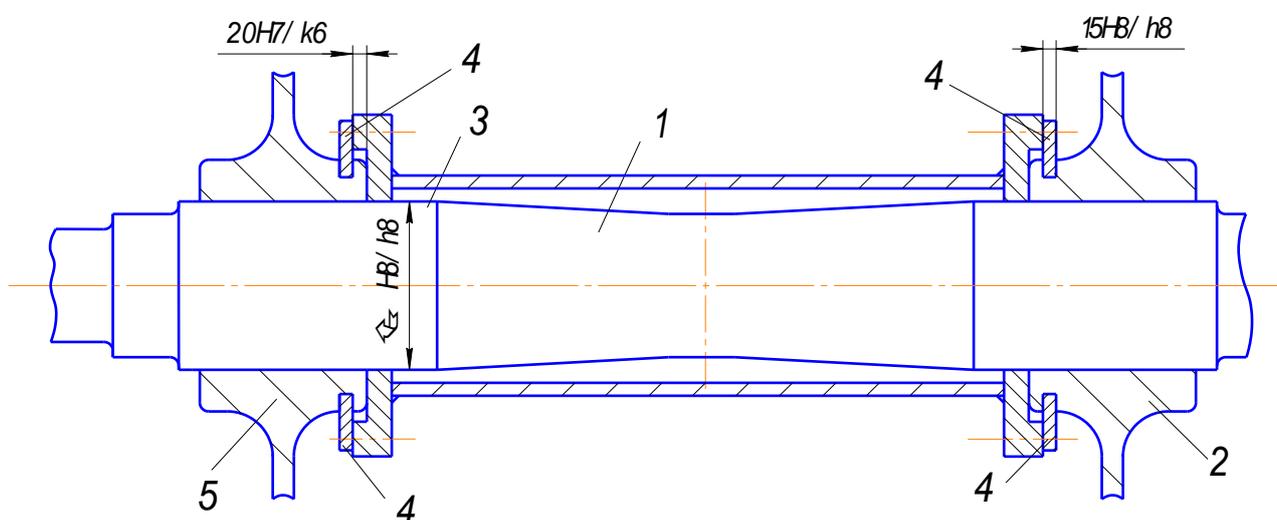


Рис.2. Конструктивная схема дифференциальных колесных пар

Реализация конструкции по рис.1 приводит к исключению существенного концентратора напряжений по краю ступицы колеса, посаженного на ось с натягом ($\alpha_\sigma \geq 3,5$), т.к. посадка с натягом заменяется на посадку с зазором. Влияние посадки с натягом на снижение прочности оси колесной пары более существенное, нежели суммарное снижение от уменьшения диаметра оси при выполнении проточки и наличия концентрации напряжений в галтельном переходе. Можно сделать вывод о том, что прочность конструкции колесной пары по рис.1 не уступает прочности колесной пары традиционной конструкции.

При изготовлении колесной пары по схеме, приведенной на рис.2, посадка с натягом одного из колес на ось заменяется на посадку с зазором. В этом случае на оси не выполняется проточек и других элементов, создающих концентрацию напряжений. Для этого варианта можно утверждать также о сохранении прочностных параметров колесной пары.

Связь между сжимающей силой Q , радиальным зазором ε (рис.3), модулем упругости материала E и углом контакта φ_0 клеммы и оси приведена к виду

$$Q(\varphi) = C_1 \cdot \cos\left(0,5\pi \cdot \frac{\varphi}{\varphi_0}\right) + C_2 \cdot \cos\left(1,5 \cdot \pi \cdot \frac{\varphi}{\varphi_0}\right),$$

где коэффициенты C_1 и C_2 зависят от геометрических параметров клеммы и оси.

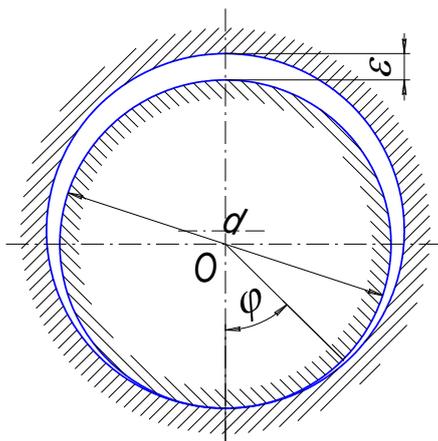


Рис.3. Связь между сжимающей силой Q , радиальным зазором ε

Многочисленными исследованиями [1, 3] установлена незначительная зависимость контактных давлений от касательных сил. Касательные силы в зоне контакта оси и колеса пропорциональны нормальным, т.е.

$$q/Q = f,$$

где q – интенсивность касательных сил,
 f – коэффициент трения.

Рассмотрено статическое состояние клеммового соединения дифференциальной колесной пары, отличающейся от монолитной конструкции возможностью дифференциального поворота одного из колес относительно одной из деталей колесной пары – оси. Постановка и решение задачи в плоском напряженном состоянии выполнена с помощью математического моделирования численными методами. В качестве среды численного моделирования применялся программный продукт ANSYS 10/ED, построенный на основе метода конечных элементов. Определены значения сил зоны контактного взаимодействия клеммы и оси колеса.

Напряженно-деформированное состояние исследовалось в двумерной постановке в условиях плоской деформации. Граничные условия на поверхности контакта задавались контактным элементом “CONTA 171” (2-D 2-Node Surface-to-surface Contact). Деформирующий контактный элемент задан “TARGET 169” (2-D Target Segment).

Ввиду того, что расчетная схема симметрична относительно вертикальной оси, для уменьшения объема вычислений при решении задачи рассматривалась только правая часть элемента. При этом на оси симметрии сечения перемещения узлов перпендикулярные этой оси принимались равными нулю. Влияние отброшенной части элемента клеммы справа учитывалось закреплением правой границы клеммы в горизонтальном направлении. Также, в силу симметрии конструкции и схемы нагружения картина распределения нормальных сил оказывается симметричной.

При анализе результатов моделирования исследовали НДС материала клеммы в непосредственной близости от контактной зоны оси и перемещения нескольких узлов, расположенных на различном удалении от поверхности контакта.

Нагрузка (сила затяжки болтов клеммы) была задана равной 100 кН, ширина клеммы $H = 50$ мм.

В результате моделирования системы получены общие картины и закономерности распределения деформаций и контактных сил в зонах стыка (рис.4).

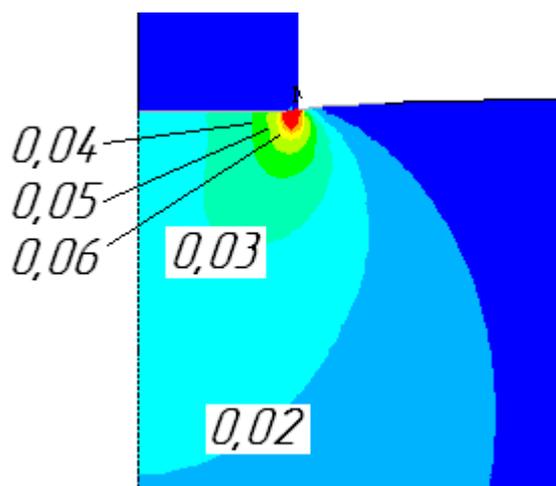


Рис.4. Эквивалентная деформация в области контакта клеммы с осью

Минимальные значения горизонтальных перемещений точек данной зоны объясняется наличием силы трения на поверхности контакта колеса с рельсом, препятствующей их взаимному проскальзыванию вдоль плоскости контакта (рис.5).

Эпюра сил трения в зоне контакта приведена на рис.5.

Выполненные расчеты показывают, что контактное взаимодействие клеммы и оси колеса дифференциальной колесной пары является весьма локальным и зависящим от величины зазора, полученного при изготовлении.

Вывод. При выборе посадки клеммового соединения необходимо обеспечивать соединение с минимальным зазором, что дает снижение нормальных и касательных напряжений на контактной поверхности соединяемых деталей.

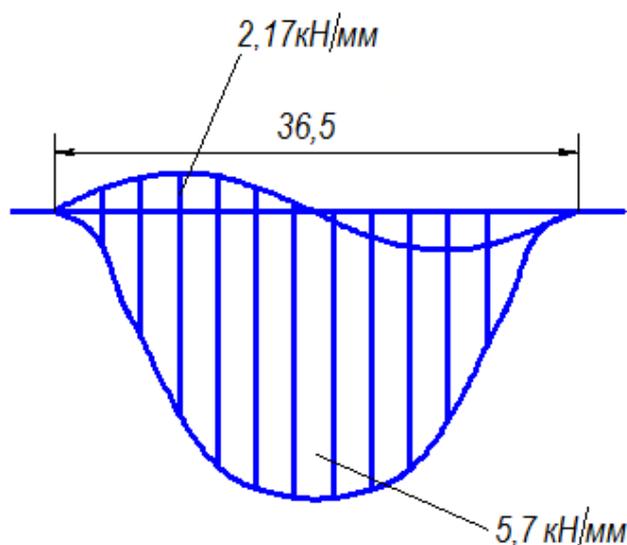


Рис.5. Распределение контактных сил в зоне контакта клеммы и оси при посадке клеммы и оси железнодорожной пары Н6/н6

Список литературы:

1. Промышленный вагон с дифференциальными колесными парами Пат. РФ RU 2 491 195 С2.
2. Погорелов Д.Ю., Языков В.Н. Модификация алгоритма FASTSIM решения задачи контакта колеса и рельса. Вестник Брянского государственного технического университета. 2004. № 2. С. 21...28.
3. Семенович В.С., Семенович М.В., Галкин В.Д. Контактное взаимодействие колеса дифференциальной колесной пары с рельсом. Инновационные технологии и оборудование машиностроительного комплекса. Вып. 14. Межвуз. сб.науч тр. Воронеж 2011.

УДК. 629.4.027.114/.116

Оценка влияния различных факторов на энергопотребление транспортного средства

Луцевич В.А.¹

руководитель – д.т.н., профессор Семенович В.С.²

Аннотация: Выполнен анализ влияния различных сил сопротивления движению наземного транспортного средства. Произведена оценка энергетических потерь при различных вариантах движения.

Ключевые слова: Момент сопротивления, трение качения, аэродинамическое сопротивление, кинетическая энергия.

¹ Луцевич В.А., студент 6 курса специальности Подвижной состав железных дорог, филиал РГУПС в г. Воронеж

² Семенович В.С., д.т.н., профессор, филиал РГУПС в г. Воронеж

При строгании с места двигателю необходимо преодолеть так называемый статический момент сопротивления движению транспортного средства, зависящий от реакции R покрытия на колесо и коэффициента f_k трения качения. Величина коэффициента f_k трения качения зависит от длины площадки контакта колеса с покрытием цеха (рис.1).

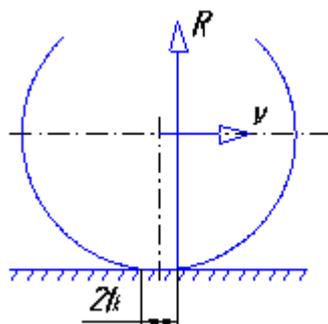


Рис. 1. Схема взаимодействия колеса с покрытием

Исследования показали, что коэффициент трения качения зависит от давления p воздуха в шинах, скорости v движения и состояния покрытия [1]. На рис.2 приведены зависимости коэффициента f_k трения качения от давления ($p = 0,15; 0,25; 0,35 \text{ МПа}$) воздуха в шинах и скорости v движения. Коэффициент трения качения железнодорожных колесных пар зависит от диаметра колес и твердости материалов колес и рельсов.

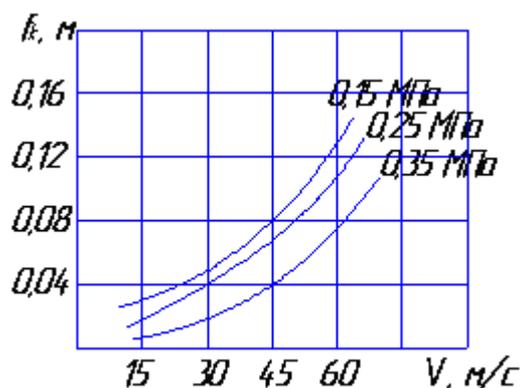


Рис.2. Значения коэффициентов трения качения

По данным работы, [1] при скорости движения до 36 км/час, коэффициент f_k трения качения можно принять постоянным и равным 0,015 м. Если принять путь s разгона до скорости $v = 36 \text{ км/час}$ (10 м/с) равным 20 м, то работа сил сопротивления качению колес транспортного робота массой 1000 кг ($R \approx 10000 \text{ Н}$):

$$A = R \cdot f_k \cdot 2\pi \cdot n = 10000 \cdot 0,015 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 12 = 11300 \text{ Дж},$$

где n – число оборотов колеса на пути $s = 20 \text{ м}$ ($n \approx 12 \text{ оборотов}$).

Помимо затрат на преодоления сил сопротивления покрытия необходим определенный объем энергии на разгон транспортного средства и придания ему кинетической энергии. При минимально необходимой скорости разгона, равной 36 км/час (10 м/с), кинетическая энергия транспортного робота (без учета энергии вращательного движения колес и т.д.) массой $m = 1000$ кг составит

$$E = 0,5 \cdot m \cdot v^2 = 0,5 \cdot 1000 \cdot 10^2 = 50 \text{ кДж}$$

Кинетическая энергия вращательного движения колес составляет $\approx 1\%$ E .

К определенным потерям необходимо добавить расходы энергии на преодоление сил R_B сопротивления воздуха. Аэродинамическое сопротивление в значительной степени зависит от скорости v движения (квадратичная зависимость) и формы кузова, влияние которой учитывается обычно с помощью коэффициента C_X аэродинамического сопротивления. Максимальное значение силы аэродинамического сопротивления составит:

$$R_B = C_X \cdot S_m \cdot \rho \cdot v^2 = 0,35 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 10^2 \approx 80 \text{ Н},$$

где $S_m = 2 \text{ м}^2$ – площадь сопротивления;

ρ – плотность воздуха.

$$C_X \approx 0,35.$$

Работа, необходимая для преодоления сил сопротивления воздуха на пути разгона $s = 20 \text{ м}$, составит

$$A_B \approx 400 \text{ Дж}.$$

Таким образом, для разгона робота массой 1000 кг до скорости $v = 36 \text{ км/ч}$ рекуператор должен иметь запас энергии, составляющий

$$E_P = A + E + A_B = 11300 + 50000 + 400 \approx 61700 \text{ Дж}$$

Из приведенных зависимостей видно, что работа сил сопротивления покрытия пропорциональна расстоянию, которое преодолел робот, а приобретенная при его разгоне кинетическая энергия находится в квадратичной зависимости от скорости движения.

На рис.3 приведены графики изменения работы сил сопротивления движению автомобиля в зависимости от изменения его скорости.

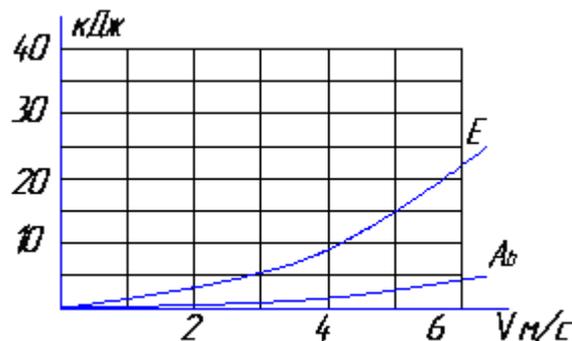


Рис.3. Работа сил аэродинамического сопротивления

Из перечисленных затрат энергии неизбежными являются работа сил сопротивления дороги A и работа сил сопротивления воздуха A_B .

Отметим, что в рассмотренном случае работа, необходимая для придания транспортному средству кинетической энергии, составляет $\approx 80\%$ от всех затрат. Эти 80% раз за разом перед каждой остановкой просто-напросто уничтожаются с помощью тормозов.

Более подробно зависимость изменения доли кинетической энергии от скорости движения и расстояния между остановками рассмотрена в работе [1]. Результаты исследований практически совпадают с приведенными данными.

Список литературы

1. Хачатуров А.А., Афанасьев В.Л., Васильев В.С. и др. Динамика системы дорога – шина – автомобиль – водитель. - М.: Машиностроение, 1976. 535 с.

УДК 621

Классификационная схема деталей подвижного состава

Соломонов К.Н.¹

Аннотация. Приведена классификационная схема деталей, применяемых в конструкции подвижного состава, позволяющая охарактеризовать как заготовку, так и технологию ее производства, с учетом уникальности поковки, выбора теории для моделирования процесса ее получения, а также оценки сложности расчетов.

Ключевые слова: подвижной состав, алюминиевый сплав, заготовка, поковка, ребро жесткости, моделирование.

Одним из перспективных направлений совершенствования грузоперевозок стало широкое использование алюминия в конструкции подвижного состава, благодаря чему облегченные пассажирские составы получили превосходную динамику, скорость и экономичность, а грузовые — увеличенную грузоподъемность вагонов и в полтора-два раза больший срок их службы. В зарубежных странах применение алюминия в железнодорожном транспорте началось еще в шестидесятых годах прошлого века. СССР вроде не отставал в вопросах инновационных разработок, но массовым применением деталей из алюминиевых сплавов так и не стало. Достаточно вспомнить высокоскоростные алюминиевые электрички ЭР-200, способные развивать скорость 200–250 км/ч, которые в 70–80-х годах выпускал Рижский вагоностроительный завод, так и не ставшие флагманами массового производства.

В европейских и азиатских странах современные поезда способны развивать скорости, близкие к винтовой авиации. Французский поезд TGV, совершающий рейсы в Германию и Швейцарию со скоростью 320 км/ч, во время тестового заезда установил рекорд в 575 км/ч. Однако, вероятно,

¹ Соломонов К.Н. д.т.н., профессор, филиал РГУПС в г. Воронеж

будущие рекорды скоростей за поездами на магнитных подушках, не затрачивающими энергию на трение. Первые экспериментальные образцы начали появляться в Европе и Азии в середине первого десятилетия нашего века. Сегодня бесшумный «маглевик» преодолевает высокоскоростную трассу в 30 километров от шанхайского аэропорта до конечной станции метро за считанные минуты, двигаясь на среднем участке пути со скоростью 430 км/час и затрачивая большую часть времени своего движения на разгон и торможение. Три года назад поезд на магнитной подушке японской компании Central Japan Railway установил рекорд, развивая на отдельных участках экспериментального пути скорость более 600 км/ч. Очевидно, что такие скорости возможны лишь на максимально облегченном подвижном составе, а легкость вкупе с высокой прочностью и доступной ценой может обеспечить лишь отказ от стали в пользу алюминиевых сплавов. Все большая доля деталей корпусов вагонов и локомотивов, а также сопряженных с ними узлов производится из алюминиевых сплавов листовой и объемной штамповкой [1].

Среди них можно выделить поковки с тонким полотном и высокими ребрами жесткости. Поковки указанного типа получают все большее распространение, в связи с чем практический интерес представляет задача их классификации. При этом важным моментом является разделение исследуемых параметров, характеризующих поковки, по нескольким признакам, так как, с одной стороны, следует подчеркнуть уникальность и сложность технологии их изготовления, с другой, — определить какую математическую модель удобнее использовать для описания формоизменения металла, с третьей, — оценить сложность расчетов параметров процесса штамповки рассматриваемых поковок.

Все параметры, по которым производится классификация деталей (поковок) рассматриваемого типа, можно сгруппировать по следующим признакам:

- уникальность поковок и сложность технологии изготовления;
- выбор теории для моделирования процесса штамповки;
- сложность расчетов.

Каждый из этих признаков характеризует поковку с той или иной стороны посредством набора параметров, присущего рассматриваемому признаку.

Уникальность поковок и сложность технологии изготовления

1. Линейные размеры поковки в плане характеризуют габаритные размеры детали. Наряду с линейными размерами площадь поковки в плане, которая указывается в конструкторской документации, дает представление о размерах получаемой детали. Производство крупногабаритных поковок уникально, т.к. требует больших усилий деформирования, а, следовательно, и применения мощных гидравлических прессов усилием в сотни меганьютонов.

2. Коэффициент использования металла (КИМ) диктует рациональность формы поковки и технологии ее изготовления. Небольшой КИМ говорит о том,

что значительная часть металла идет в отходы, что влечет необходимость совершенствования технологии штамповки поковок данного класса.

Выбор теории для моделирования процесса штамповки

1. Отношение характерного линейного размера к толщине полотна поковки определяет насколько слой металла по полотну штампуемой поковки можно считать тонким. В качестве характерного размера выбирают минимальный размер межреберных зон. Чем больше указанное отношение, тем более обоснованно слой можно считать тонким, и, следовательно, использовать известную «теорию тонкого слоя» А.А. Ильюшина.

2. Отношение толщины ребра жесткости к толщине полотна поковки показывает насколько приемлемо моделирование процесса штамповки в рамках выбранной теории, т.к. в случае, когда полость под ребро жесткости широкая по сравнению с толщиной полотна, возможно образование «утяжин» в процессе деформирования (из-за нехватки металла, перемещаемого с полотна в полость); а слишком узкая полость вызывает затрудненность затекания в нее металла. Желателен выбор рассматриваемого отношения в некотором диапазоне, обеспечивающем получение изделия без механических дефектов.

3. Высота ребер жесткости по сравнению с толщиной полотна в значительной степени определяет количество переходов, т.к. относительно высокие ребра жесткости сложно получить за один переход.

4. Наличие наклонных ребер жесткости к плоскости полотна в продольном направлении усложняет технологию изготовления поковки. Они формируются практически аналогично прямым на стадии свободного затекания, но для описания их формообразования на стадии дожатия математическая модель усложняется. Для ребер жесткости с небольшим наклоном (5^0 - 10^0) можно принять ту же модель, что и для ребер, не имеющих уклона.

5. Разнотолщинность полотна поковки, которая определяет ее клиновидную форму, усложняет исходные расчетные соотношения в рамках «теории тонкого слоя».

6. Наличие бобышек и раскателей определяет специфические граничные условия. При этом, строго говоря, для расчета их формообразования не совсем корректно применять тот же подход, что и для расчета формоизменения ребер жесткости.

7. Наличие двухсторонних ребер жесткости может не играть принципиальной роли в усложнении исходной модели, т.к. потоки металла распределяются в зависимости от положения ребер жесткости на полотне поковки, что и определяет граничные условия. Определяющим эти граничные условия, очевидно, является форма поперечного сечения каждого из ребер.

8. От марки сплава зависит реология металла, а, следовательно, математическая модель, принятая для описания процесса деформирования. Как известно, кривые деформационного упрочнения для различных сплавов существенно отличаются друг от друга. Например, сплавы АК4, АК6 в нагретом состоянии практически не упрочняются в процессе деформирования.

Сложность расчетов

1. Количество ребер жесткости и их расположение в плане определяют многоконтурность поковки. Вместе с тем любой из контуров может быть многосвязным. Все это в целом характеризует сложность геометрии поковки в плане и влечет усложнение расчетов.

2. Форма поперечного сечения ребер жесткости определяет граничные давления. Чем примитивнее форма поперечного сечения ребра жесткости, тем проще расчетные формулы. Если в поковке имеются ребра жесткости с разной формой поперечного сечения, то схема течения металла усложняется. Существенную роль играет наличие контурного оребрения, которое вынуждает использовать более сложные соотношения для расчета граничных давлений.

3. Наличие криволинейных участков на контурах вдоль ребер жесткости играет существенную роль, особенно если это не дуги окружностей, которые напрямую соответствуют расчетным схемам. Присутствие большего количества прямолинейных участков делает алгоритм построения картины течения металла по полотну заготовки более простым и точным.

4. Разнотолщинность ребер жесткости, т.е. наличие в поковке ребер жесткости различной толщины определяет схему течения металла [2] по полотну поковки. Варьирование толщины применяемых в технологии штамповки «ложных ребер» жесткости позволяет регулировать течение металла по полотну заготовки.

5. Наличие разновысотных ребер жесткости существенным образом влияет на используемую схему течения металла, поскольку целью может быть одновременное формирование всех ребер жесткости поковки, и тогда усложняется как расчетная схема, так и технология штамповки, в зависимости от выбора технологических приемов, приводящих к достижению поставленной цели.

6. Для количественной оценки сложности расчета параметров объемной штамповки можно ввести «коэффициент сложности поковки». При этом следует учесть, что упомянутые параметры вносят неодинаковый вклад в усложнение расчетов. В связи с этим можно присвоить каждому из них весовой коэффициент, характеризующий степень сложности расчетов.

На основании сказанного можно предложить гипотетическую формулу для вычисления коэффициента сложности поковки:

$$K = K_{РЖ} + K_{ПС} + 2K_{Я} + 3K_{КУ} + 5K_{РТ} + 10K_{РВ},$$

где $K_{РЖ}$ — количество ребер жесткости в поковке; этот параметр незначительно влияет на сложность расчетов, поэтому весовой коэффициент для него выбран равным 1;

$K_{ПС}$ — количество ребер жесткости с различной формой поперечного сечения; также незначительно усложняет расчеты, т.к. известны соотношения для вычисления граничных давлений на контуре наиболее часто употребляемых конфигураций ребер жесткости;

$K_{Я}$ — количество контуров и их многосвязность; в большей степени влияет на сложность расчетов, чем наличие ребер жесткости;

K_{KY} — количество криволинейных участков; меняет схему расчетов по сравнению с поковками, содержащими только прямолинейные участки;

K_{PT} — количество ребер жесткости, имеющих различную толщину; значительно усложняет расчеты, поскольку схема течения металла по полотну поковки зависит в большой степени от этого параметра;

K_{PB} — количество ребер жесткости, отличающихся по высоте; оказывает наибольшее влияние на сложность расчетов, т.к. ведет к неравномерности формирования поковки в целом и требует применения технологических приемов, устраняющих или уменьшающих эту неравномерность.

Список литературы

1. Лисунец Н.Л., Соломонов К.Н., Цепин М.А. Объемная штамповка алюминиевых заготовок. – М.: Машиностроение, 2009. – 172 с.
2. Костарев И.В., Соломонов К.Н. Обоснование введения радиальной схемы течения металла в процессах штамповки тонкостенных ребристых деталей из алюминиевых сплавов // Изв. вузов. Машиностроение, 2000, № 3, с. 62-65.

УДК 629

Организация движения тяжеловесных поездов для перевозки грузов по участку Журавка – Сохрановка - Боченково.

Стоянова Н.В.¹, Ляхов А.С.²

Рассмотрены вопросы по обеспечению возрастающих объемов перевозок массовых грузов. В этой связи назрела необходимость строительства новых участков железных дорог. А так же актуализируется программа развития тяжеловесного движения поездов.

Ключевые слова: пропускная и провозная способность, локомотив, электровазны серии ВЛ80С и 2ЭС5К.

В связи со значительными объемами перевозок массовых грузов, в рамках участия России в международных экономических связях, назрела необходимость строительства новых участков железных дорог.

Последние годы проводится планомерная работа по обеспечению возрастающих перевозок грузов. Повышение весовых норм является одним из приоритетных направлений, позволяющее увеличить провозную способность, повысить эффективность работы железных дорог в рыночных условиях.

На данный момент вес маршрутов с мест погрузки постоянно увеличивается. На грузонапряженных участках Западно-Сибирской, Свердловской и Южно-Уральской, Приволжской железных дорог

¹ Стоянова Н.В., к.т.н., доцент, филиал РГУПС в г. Воронеж

² Ляхов А.С., студент 6 курса специальности Подвижной состав железных дорог, филиал РГУПС в г. Воронеж

практикуется вождение поездов весом от 7000 до 9000 и 12000 тонн и длиной свыше 71 условного вагона.

В настоящее время актуализируется программа развития тяжеловесного движения поездов в связи с новыми экономическими условиями.

Современный этап развития деятельности направлен на повышение эффективности, улучшение инвестиционной привлекательности и выигрыш конкурентной борьбы за клиентов у других видов транспорта.

Назрела необходимость увеличения пропускной и провозной способности, что достигается за счет уменьшения межпоездного интервала в графике движения поездов, улучшения показателей графика движения поездов и организация движения тяжеловесных поездов для перевозки металлопродукции с Новолипецкого металлургического комбината, при внедрении нового типа локомотива 2ЭС5К с учетом тяговых расчетов по длине груженого поезда и приемо - отправочных путей, по количеству вагонов в порожнем и комбинированном поезде, по весу состава по вновь построенному участку Журавка – Сохрановка - Боченково.

Трудно переоценить важность участка Журавка – Сохрановка - Боченково, соединяющего между собой ПАО «Международная сталелитейная компания с активами в России, США и странах Европы (НЛМК)» и порты Черного моря.

Участок находится на стыке Юго-Восточной и Северо – Кавказской железных дорог - филиалов ОАО "РЖД". Его протяженность составляет 112 км, оборудована высокотехнологичной, экономически выгодной системой интервального регулирования движения поездов с подвижными блок - участками на перегонах.

Система интервального регулирования с подвижными блок-участками на перегонах является двухсторонней по каждому железнодорожному пути в отдельности. Для разграничения попутно следующих поездов межстанционные перегоны оборудованы рельсовыми цепями без изолирующих стыков. Одна или несколько смежных рельсовых цепей, в зависимости от их длины, образуют за хвостом поезда блок - участок, называемый подвижным блок - участком.

Подвижный блок-участок – часть пути перегона за хвостом поезда, состоящая из изменяемого количества расположенных подряд рельсовых цепей, имеющих одинаковое сигнальное значение посылаемых кодов автоматической локомотивной сигнализации. Его длина определяется длиной тормозного пути служебного торможения поезда с расчетными параметрами, необходимого для снижения скорости, контролируемой локомотивными устройствами АЛС, с более разрешающего значения до менее разрешающего, включая движение на остановку. Сигналы АЛС на бортовые устройства безопасности передаются двумя каналами по рельсовой линии (АЛСН и АЛС-ЕН). Границы подвижного блок - участка по мере движения хвоста поезда перемещаются с дискретностью в одну рельсовую цепь, в связи с чем, сигнальные знаки «Граница блок - участка» не устанавливаются.

В настоящее время для вождения поездов еще используют электровозы серии ВЛ80С. Но для реализации запланированных проектов необходимо

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

внедрение новых локомотивов. От их мощности зависит вес поезда, работающих на данном участке, а также от руководящего подъема и ходовых качеств вагонов. Чем больше весовая норма поездов, тем меньше требуется составов для перевозки данного количества грузов, от них зависит не только провозная способность железнодорожных линий, но и потребность в локомотивах и локомотивных бригадах. Причем все эти показатели с повышением веса поездов улучшаются. За последние годы средний вес грузовых поездов значительно увеличился. В настоящее время обращаются поезда весом 6 тыс. тонн. Внедрение мощных локомотивов обеспечивает дальнейший рост веса поездов.

В таблице для сравнения даны характеристики ВЛ-80с и 2ЭС5К.

Серия локомотива	Vрасч, км/ч	Fкр, Н(кгс)	Fктр, Н(кгс)	Рлок, т	Ллок, м	Vконстр., КМ/ч
ВЛ-80с	43,5	51200	66200	192	33	110
2ЭС5К	49,9	75000	72800	192	35	110

Преимущества электровоза 2ЭС5К по сравнению с ВЛ80С:

- повышение на 5-7% тяговых свойств;
- улучшение на 10-15% динамических характеристик и воздействия на путь;
- снижение в 2 раза затрат мощности на охлаждение тягового оборудования;
- увеличение в 1,5-2 раза межремонтных пробегов и снижение затрат на техническое обслуживание и ремонт;
- новые системы безопасности: КЛУБ-У, САУТ-ЦМ/485, ТСКБМ;
- кабина машиниста, удовлетворяет современным требованиям;
- кондиционер с системой климат - контроля и панельные обогреватели.
- тормозные усилия увеличены на 6-13 %, тяговые - на 3,2%;
- количество вентиляторов вдвое меньше.

Юго-Восточная железная дорога продолжает целенаправленно наращивать свои технические мощности, успешно развивать транспортно - логистические услуги и перспективные технологии перевозочного процесса, способные повысить заинтересованность клиентов в железнодорожных перевозках. Реализуются проекты, связанные со снятием инфраструктурных ограничений и увеличением пропускных способностей, повышением безопасности движения поездов, а также транспортной доступности для населения страны, внедрением ресурсосберегающих технологий, обновлением тягового подвижного состава.

Секция 3. Проектирование и эксплуатация систем обеспечения движения поездов

УДК 001.57

Применение цифровых моделей в процессе проектирования и эксплуатации производственных систем

Гордиенко Е.П.¹

Аннотация. В статье выполнен краткий обзор концепции технологической подготовки производства в единой виртуальной среде с помощью инструментов планирования, проверки и моделирования производственных процессов.

Ключевые слова: производственная система, имитационная модель, программное средство.

Цифровое производство (e-Manufacturing) – концепция организации производства в единой виртуальной среде с помощью специально созданного инструментария. Средства для планирования, разработки, численного моделирования и передачи технологических процессов реализуются в виде комплекта программ для поддержки конструкторско-технологической подготовки производства.

В основу цифрового производства легла идея непрерывного применения цифровых моделей в процессе проектирования и эксплуатации производственных систем. В виде цифровых моделей используются и сами изделия (например, в виде двумерных или трёхмерных САД-чертежей), и все средства производства, а также производственные и логистические процессы [1]. Специальные способы хранения всех относящихся к сфере e-Manufacturing данных и средства управления этими данными формируют условия для информационной интеграции всех видов деятельности в процессе производства. Участники процесса производства могут наблюдать за статическими объектами и динамическими процессами в виде трёхмерных изображений, создаваемых с помощью методов VR (виртуальной реальности).

К методам цифрового производства относят:

- формирование структуры производства;
- планирование процессов производства;
- проверку и оценку процессов в виртуальном пространстве;
- моделирование материальных потоков и логистики;
- генерацию документов;
- управление производством.

¹ Гордиенко Е.П., к.т.н, доцент, филиал РГУПС в г. Воронеж

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Цифровая производственная технология – интегрированная компьютерная система, состоящая из средств численного моделирования, 3D-визуализации, анализа и средств обеспечения совместной работы. Модули системы предназначены для параллельной разработки изделий и технологических процессов их изготовления. Это дает возможность создавать и изучать цифровые модели изделий и виртуальных производств для оптимизации технологических процессов до того, как финансы будут направлены в реальное производство. Среда проектирования обеспечивает оценку общей производительности и численное моделирование материальных потоков, создание подробных технологических инструкций и управляющих программ для автоматизированного оборудования.

Цифровое производство – станки, оборудование, различные материальные процессы и виртуальная часть – модели всего, что включает реальное производство (рисунок 1). Разнообразные модели, реализованные на комплексе программных продуктов, используют для решения производственных задач (табл. 1).

Таблица 1. Цифровые модели производственных систем

Название	Назначение
Цифровая модель производственного помещения (рисунок 2)	Производство проходит с использованием различного оборудования, расположенного в производственном комплексе определенным образом. Необходимо, чтобы это все представляло собой единый конвейер с сохранением оптимальных материальных и информационных связей
Модель технологических процессов	Обеспечение оптимального выбора решений, конструкций, систем
Цифровая модель оборудования	Цифровой «двойник» производственного комплекса
Цифровая модель изделия/услуги	Эффективная система производства, которая позволяет смоделировать то, что желает реализовать производитель с учетом пожеланий заказчика. Опирается на цифровую систему производства
Модель функционирования (рисунок 3)	Имитация/симуляция производственных процессов
Оптимизационная модель	Найти наиболее эффективный процесс производства, определить полный цикл потребностей, например, в соответствующих материальных ресурсах, энергии

В концепцию e-Manufacturing, входят несколько видов имитационных моделей:

- модели систем транспортировки грузов по территории предприятия с помощью мобильных средств;
- сборочные конвейеры;
- модели складских процессов;
- внешняя логистика предприятия (цепи поставок).

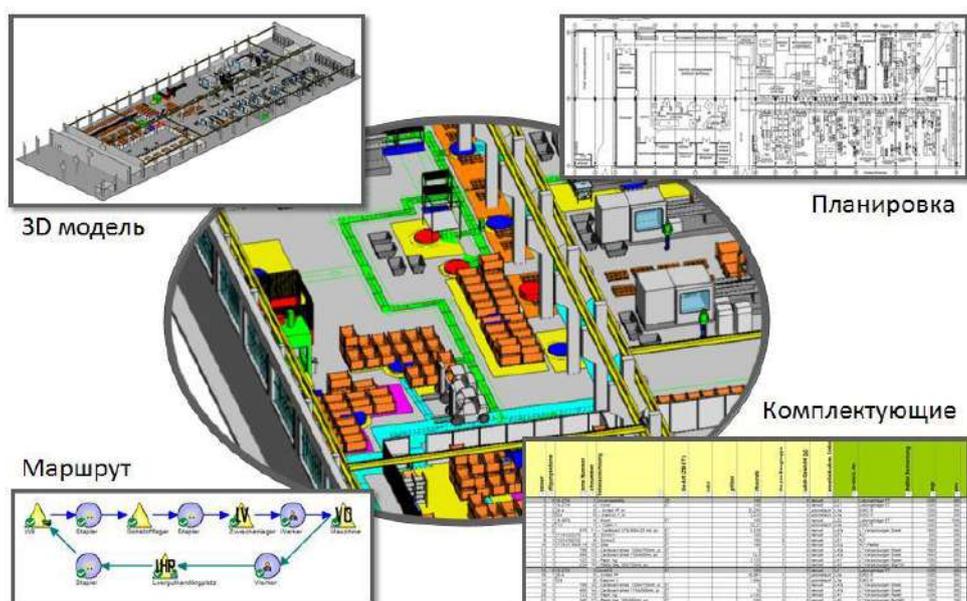


Рисунок 1. Цифровые модели производственных систем

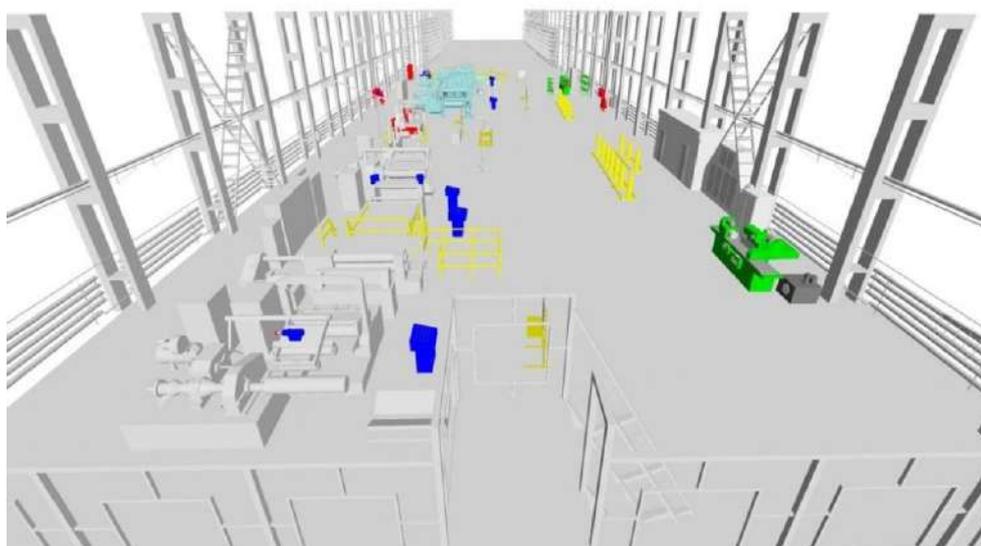


Рисунок 2. Цифровая модель производственного помещения

Изучение имитационных моделей проходит с применением симуляторов для процессов с дискретными событиями: GPSS, Simula, Arena, AutoMod, eM-Plant, Extend, ProModel, QUEST, SIMFACTORY II.5, Taylor ED и WITNESS [2]. Основа моделируемых процессов – перемещение во времени и в пространстве базового количества объектов, составляющих «потoki». Эти модели в рамках e-Manufacturing становятся Material Flow Models. VR-модели могут быть получены и с помощью пакетов моделирования, и с использованием универсальных средств, например, языка VRML.

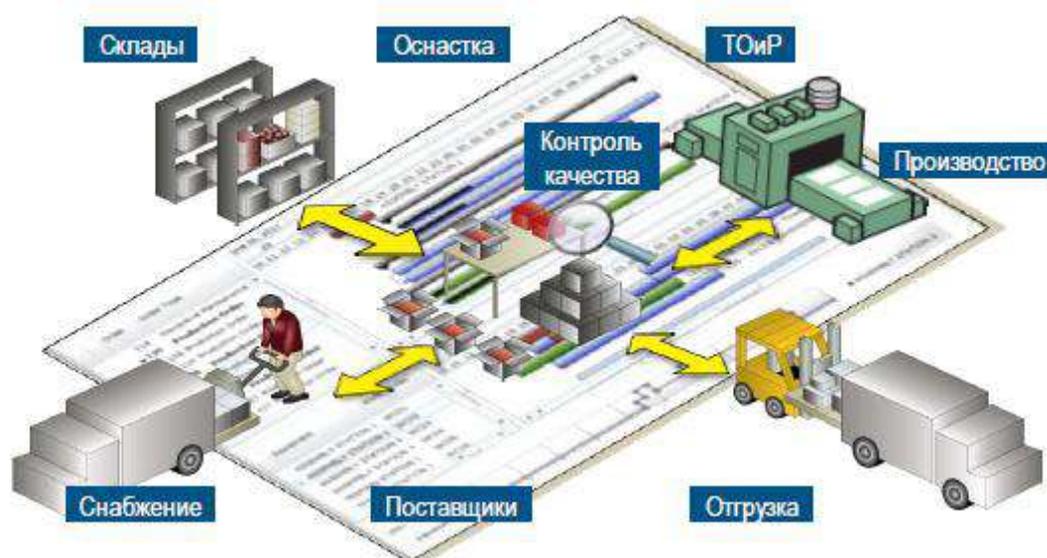


Рисунок 3. Модель функционирования производства

На современном рынке программных продуктов фирмы Tecnomatix и DELMIA предложили полные наборы взаимно совместимых продуктов для внедрения концепции e-Manufacturing. Ядром этих систем является специальный банк данных с тремя базовыми структурами данных производственного назначения «Product, Process and Resources» (PPR). Для решения задач моделирования материальных потоков Tecnomatix предлагает симулятор eM-Plant, DELMIA – симулятор QUEST.

Tecnomatix – комплексный пакет решений для цифрового производства. Он объединяет производство и разработку изделия, базируясь на принципах управления жизненным циклом изделия (PLM) производственной платформы. Tecnomatix Plant Simulation (рис. 4) является инструментом дискретного имитационного моделирования. Позволяет создавать цифровые модели производства с целью определения характеристик системы и оптимизации ее производительности.

Созданные цифровые модели позволяют проводить эксперименты и прорабатывать сценарии «что если». Программа включает расширенный набор аналитических инструментов (анализ узких мест, статистические данные и графики) и помогает оценить различные сценарии производства. Полученная информация необходима для быстрого принятия решений на ранних стадиях планирования производства.

Изменения, происходящие в промышленности под воздействием информационных технологий, стимулируют рост производства, увеличение качества продукции и услуг. В 2011 году родился термин «Индустрия 4.0» – синоним четвертой промышленной революции, связанный с применением информационных технологий в производстве.

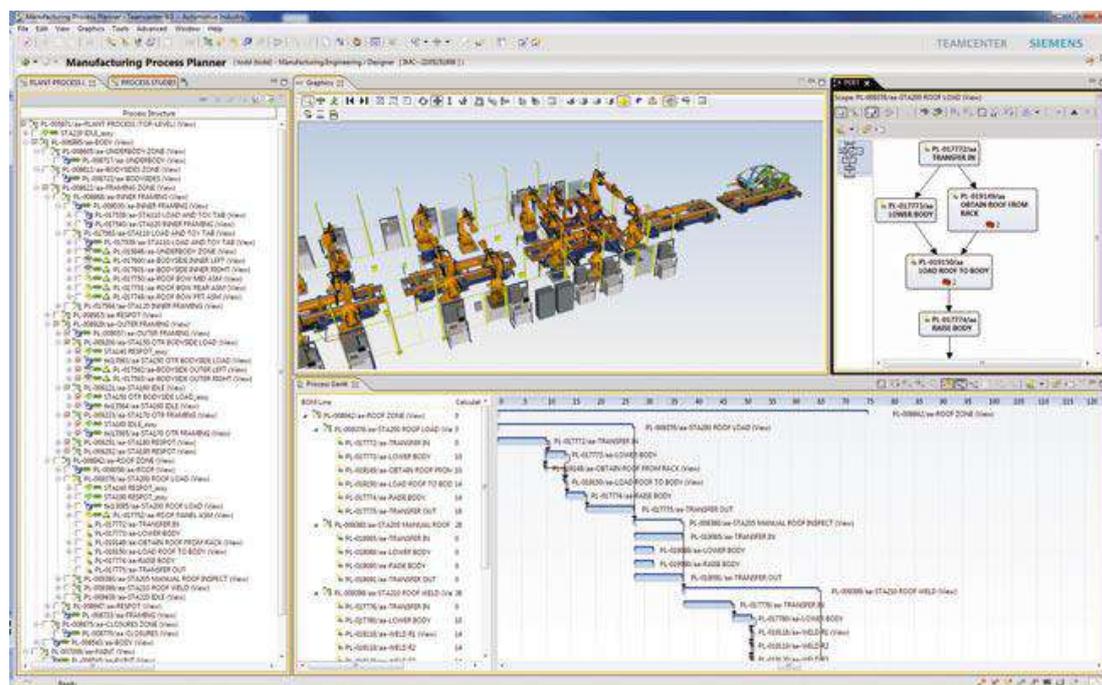


Рисунок 4. Цифровые модели в системе Tecnomatix

Четвертая промышленная революция включает автоматизацию всех процессов производства: цифровое проектирование изделия, совместная работа инженеров и дизайнеров в едином цифровом конструкторском бюро, удаленная настройка оборудования на заводе, автоматический заказ необходимых компонентов, контроль поставки, мониторинг пути готового продукта. После продажи производитель контролирует условия использования, может менять настройки удаленно, обновлять программное обеспечение, предупреждать клиента о возможных поломках, а под конец цикла использования – принимать продукт на утилизацию. Промышленная концепция «Индустрия 4.0» – глобальная, сложная, многоуровневая организационно-техническая система, основанная на интеграции в единое информационное пространство физических операций и сопутствующих процессов. Идея цифрового производства трансформируется в концепцию Smart Factory – «умное» или «продуманное» производство.

Список литературы:

1. Копылов Ю.Р., Гордиенко Е.П. Актуальные направления разработки и совершенствования САПР технологических процессов // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2011. Т. 7. № 11-2. С. 26-28.
2. Гордиенко Е.П. Анализ технологических возможностей современных систем имитационного моделирования // Современное развитие науки и техники Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 24-28.

УДК 004.6, 004.8

Современные технологии обработки и анализа больших данных в научных исследованиях

Гордиенко Е.П.¹, Паненко Н.С.²

Аннотация. Выполнен обзор технологий Big Data, рассмотрены перспективы развития методов анализа больших данных в научных исследованиях.

Ключевые слова: большие данные, информация, программное обеспечение.

Большие данные (Big Data) – направление в науке и практике информационных технологий, связанное с разработкой и применением методов и средств оперирования большими объемами неструктурированных данных.

Общий объем информации, который может сохраняться всеми мировыми техническими средствами, удваивался примерно каждые 40 месяцев на протяжении 80-х годов XX века. С 2012 года и по настоящее время ежедневно генерируется 2,5 экзбайтов ($2,5 \times 10^{18}$) информации. Объемы массивов данных постоянно увеличиваются как следствие расширения возможностей сбора информации при помощи разнообразных мобильных устройств, камер, микрофонов и беспроводных сетей. Ежесекундно гигантские объемы контента генерируют такие источники, как социальные сети, информационные сайты, файлообменники.

Последние несколько лет мы живем в мире, насквозь пронизанном большими данными (Big Data). К современным научным исследованиям, опирающимся на технологии Big Data, относят проекты в следующих отраслях: астрономия и астрофизика, метеорология, ядерная физика, физика высоких энергий, геоинформационные и навигационные системы, дистанционное зондирование Земли, геология и геофизика, аэродинамика и гидродинамика, генетика, биохимия и биология и другие. Приведем в качестве примера возможности технологии лишь в нескольких научных областях:

1. Медицина. Основанная на использовании Big Data медицина анализирует огромное количество медицинских записей и снимков, что делает возможным очень раннюю диагностику и способствует созданию новых методов лечения. Например, анализ статистики поисковых запросов Google показал, что примерно за несколько недель до того, как медики объявляют об эпидемии гриппа, в этом регионе отмечается всплеск поисковых запросов по его лечению. То есть, анализ запросов сообщает нам о начале эпидемии быстрее, чем официальная медицина.

2. Сельское хозяйство. Технология Big Data позволяет использовать ресурсы так, чтобы максимально увеличить урожайность при минимальном

¹ Гордиенко Е.П., к.т.н, доцент, филиал РГУПС в г.Воронеж

² Паненко Н.С., аналитик компании ООО «Философия.ИТ», специалист Data Science

вмешательстве в экосистему и оптимизировать использование машин и оборудования.

3. Техносферная безопасность. Технология Big Data позволяет предсказывать чрезвычайные ситуации различной природы и минимизировать возможный ущерб. Данные многочисленных сенсоров могут предсказать, где и когда произойдет следующее землетрясение или возможное поведение людей в чрезвычайной ситуации, что повышает шансы на выживание [1].

4. Теоретическая физика. Примером использования технологий Big Data является обработка данных, полученных при помощи Большого адронного коллайдера. Со 150 миллионов датчиков снимались данные 40 миллионов раз в секунду. Это около 600 миллионов столкновений в секунду. После фильтрации и удаления более 99,99995% из них осталось 100 столкновений в секунду, которые были изучены исследователями.

Выделяют ряд аспектов применения больших данных: сами данные, аналитика, люди, инструменты. Классифицируются структурированные и неструктурированные данные, а также данные, сгенерированные человеком и сгенерированные машиной (компьютерами, датчиками). Условная классификация представлена в таблице 1.

Таблица 1. Виды больших данных

Структурированные данные	Неструктурированные данные
Сгенерированные машиной	
Данные датчиков и IoT Потоки событий Логи Операционные данные Отчетные данные Реестровые данные	Данные в формате обмена Изображения со спутника Научные данные Фото и видео Данные радара/сонара
Сгенерированные человеком	
Данные ручного ввода Click-данные Данные игр	Тексты и офисные документы Социальные медиа Мобильные данные Web-контент

Анализ данных – это исследования многомерной системы данных со множеством параметров. Целью анализа является формирование определенных представлений о характере изучаемого явления. Как правило, для анализа данных используются различные математические методы. При этом возникают известные сложности, связанные с пониманием и применением современных математических методов. Сложность анализа больших данных заключается в специфике их сбора, курирования, разделения, хранения, передачи, визуализации и сохранении конфиденциальности информации.

С анализом больших связано применение методов прогнозной аналитики с целью извлечения из множества данных актуальной информации. Классификация методов анализа больших данных приведена в таблице 2. Исследователи продолжают работать над созданием новых методик и

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

совершенствованием существующих. Кроме того, некоторые из перечисленных методик могут с успехом использоваться для меньших по объему информационных массивов.

Таблица 2. Методы анализа больших данных

Наименование метода	Краткое описание
Методы Data Mining	Комплекс подходов для обнаружения скрытых полезных знаний, которые не могут быть получены стандартными способами: обучение ассоциативным правилам, классификация, кластерный анализ, регрессионный анализ
Методы Data Fusion & Integration	Набор методов, позволяющих интегрировать разнородные данные из разнообразных источников для возможности глубинного анализа
Машинное обучение	Использование моделей, построенных на базе статистического анализа или машинного обучения для получения комплексных прогнозов на основе базового
Искусственные нейронные сети	Сетевой анализ и оптимизация на базе генетических алгоритмов
Распознавание образов	Отнесение данных к определенному классу с помощью выделения существенных признаков, характеризующих эти данные. Например, распознавание лиц в видеоискателе фотоаппарата или видеокамеры
Прогнозная аналитика	Множество методов из статистики, интеллектуального анализа данных. Цель анализа – как текущие данные, так и данные за прошлые периоды, на основе которых составляет прогнозы о будущих событиях
Имитационное моделирование	Создание формализованного описания объекта, которое может быть использовано для экспериментирования на компьютере в целях проектирования, анализа и оценки функционирования объекта.
Пространственный анализ	Класс методов, использующих топологическую, географическую и геометрическую информацию в данных
Статистический анализ	Методы сбора, организации и интерпретации данных, включая разработку опросников и проведение экспериментов. Статистические методы часто применяются для оценочных суждений о взаимосвязях между теми или иными событиями. Например, анализ временных рядов
Визуализация аналитических данных	Вывод аналитической информации в виде иллюстраций и диаграмм при помощи интерактивных инструментов и анимации для отслеживания результатов и построения фундамента дальнейшего мониторинга

Анализ Big Data имеет ряд характерных параметров, связанных с:

1. Объемом – количеством генерируемых данных. От этого показателя зависит, может ли массив данных считаться большими данными или нет. Данных хранятся SQL-серверах в облачной среде.
2. Скоростью генерирования или обработки данных с целью осуществления поставленных целей.
3. Нестабильностью данных во времени.
4. Многообразием, т.е. категорией, к которой принадлежат большие данные.

5. Достоверностью или качеством собранных данных, от которого зависит точность анализа.

6. Сложностью процесса корреляции и построения взаимосвязей между данными.

В научных исследованиях технология Big Data позволяет обнаружить ранее скрытые закономерности. Процесс обработки больших объемов информации включает в себя построение моделей, базирующихся на собранных данных, и запуск симуляций, в процессе которого постоянно меняются ключевые настройки, при этом каждый раз система мониторит, как «смена настроек» влияет на возможный результат.

Способность приложения обрабатывать огромные массивы данных, которые поступают из различных источников в разных форматах, выступает основным критерием для того, чтобы отнести его к технологии Big Data. Обычно приложения Big Data включает в себя данные из различных источников (внутренних и внешних) и разной степени структурированности. Решение многих научных задач требуют совместной обработки данных разных форматов – табличных данных в СУБД, иерархических данных, текстовых документов, видео, изображения, аудиофайлов и т.д. Программное обеспечение, оборудование, также сервисные услуги вместе образуют комплексные платформы для хранения и анализа данных.

Независимо от реализации в основу технологий Big Data положены два базиса:

- 1) принцип распределенного хранения данных;
- 2) принцип распределенной обработки, с учетом локальности данных.

Распределенное хранение решает проблему большого объема данных, позволяя организовывать хранилище из произвольного числа отдельных простых носителей. Хранение организуется с разной степенью избыточности, обеспечивая устойчивость к сбоям отдельных носителей.

Распределенная обработка с учетом локальности данных означает, что программа обработки доставляется на вычислитель, находящийся как можно ближе к обрабатываемым данным. Это принципиально отличается от традиционного подхода, когда вычислительные мощности и подсистема хранения разделены, и данные должны быть доставлены на вычислитель. Таким образом, технологии Big Data опираются на вычислительные кластеры из множества вычислителей, снабженных локальной подсистемой хранения. Основными технологиями для работы с большими данными являются:

- Hadoop и MapReduce для долговременного распределенного хранения и обработки данных;
- NoSQL базы данных для эффективного хранения и обработки огромных объемов нестандартных данных;
- средства статистического анализа и Data Mining, поддерживающие углубленный анализ данных большого объема и разнообразия;

- инструменты класса Data Discovery для интуитивного анализа с расширенными поисковыми возможностями.

Большинство продуктов для работы с Big Data обладают высокоэффективной системой обработки огромных объемов информации и ее аналитики в реальном времени. Технологии, требующиеся для решения многих важных проблем вычислений над данными большого размера, могут быть созданы только путем совместных усилий специалистов в нескольких областях, включая компьютерную науку, инженерию и математику. В частности, для решения этих проблем необходимо получить следующее:

- новые алгоритмы, пригодные для обеспечения поиска в огромных наборах данных и их обработки;
- новые технологии управления метаданными, позволяющие работать со сложными, неоднородными и распределенными источниками данных;
- прогресс в области высокопроизводительных вычислительных систем, обеспечивающих единообразный высокоскоростной доступ к многотерабайтным структурам данных;
- специализированные гибридные архитектуры межкомпонентных соединений, позволяющие обрабатывать и отфильтровывать многогигабайтные потоки данных, поступающие из высокоскоростных сетей и научных приборов и симуляторов;
- высокопроизводительные и высоконадежные распределенные файловые системы, способные работать с данными петабайтного масштаба;
- новые подходы к обеспечению мобильности программного обеспечения, позволяющие выполнять алгоритмы в тех узлах, в которых располагаются данные, если перемещение необработанных данных в другие обрабатывающие узлы оказывается слишком дорогостоящим.

Большие данные – совокупность подходов, инструментов и методов обработки структурированных и неструктурированных данных огромных объемов. Это технологии, которые помогают решать важные задачи для бизнеса и науки. Задачи, требующие применения технологий BigData, характерны для целого ряда отраслей и видов деятельности. Умение оперировать большими объемами информации, анализировать взаимосвязи между ними и принимать взвешенные решения несет потенциал для компаний в форме увеличения показателей доходности и прибыльности, повышения эффективности, является самостоятельной и активно формирующейся отраслью научного знания в сфере информационных технологий.

Список литературы:

1. Гордиенко Е.П., Гордиенко Н.С. Информационная модель техногенной аварии // Техносферная безопасность Сборник статей заочной Международной научно-практической конференции. Воронежский филиал Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), кафедра «Техносферная безопасность», 2013. С. 95-99.

УДК 621.313.2

Исследование переходных режимов в автоматизированных электроприводах постоянного тока с управлением от компьютера

Климентов Н.И.¹, Мамедов Г.М.²

Аннотация: Представлены результаты экспериментальных исследований основных характеристик электроприводов постоянного тока с использованием компьютерных технологий.

Ключевые слова: аппаратно-программный комплекс, автоматизированный электропривод, пуск, торможение, функция времени, осциллограммы.

В современных быстродействующих электроприводах постоянного тока переходные режимы работы в основном определяются режимами пуска и торможения.

В данной работе рассматриваются вопросы внедрения программно-аппаратных средств компании National Instruments (NI) для исследования режимов динамического торможения автоматизированного электропривода постоянного тока в функции времени.

Аппаратная часть комплекса содержит источники питания, измерительные преобразователи и приборы, трансформаторы и электрические машины. Автоматическое управление комплексом осуществляется с помощью ПК, оснащенного встроенным устройством ввода/вывода информации, позволяющим реализовать системы управления отдельными модулями или группами модулей, обеспечивая измерения и отображение исследуемых параметров. Программная часть комплекса включает в себя среду LabVIEW и разработанные на ее основе, встроенные в ПК цифровые приборы, осциллографы и графопостроители.

На рисунке 1 представлена электрическая схема аппаратно-программного комплекса для исследования режимов динамического торможения автоматизированного электропривода постоянного тока.

В качестве объекта исследования в работе используется электропривод постоянного тока, состоящий из двух спаренных электрических машин, установленных на едином основании. Одна из них, работающая в режиме электродвигателя постоянного тока М, является приводным электродвигателем, другая – машина переменного тока G, работающая в режиме генератора, является нагрузочным устройством электропривода.

Информационный модуль А6 выполняет функции датчика тока и датчика напряжения электропривода постоянного тока, а тахогенератор G5 – частоту вращения электропривода.

¹ Климентов Н.И., к.т.н., доцент, филиал РГУПС в г. Воронеж

² Мамедов Г.М., ст. преподаватель, филиал РГУПС в г. Воронеж

Информационные сигналы датчиков тока и напряжения А6 и датчика частоты вращения G5 поступают на дифференциальные аналоговые входы АСН0-АСН5 коннектора А9.

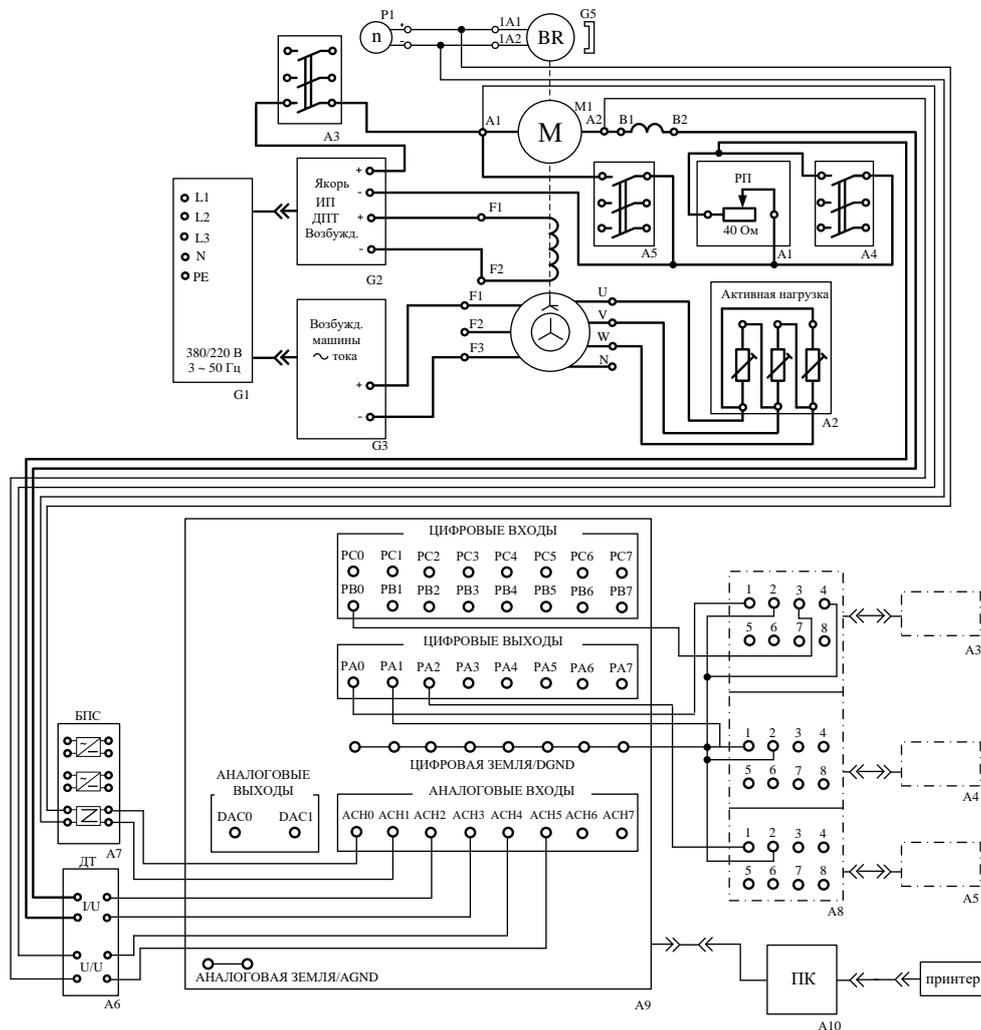


Рисунок 1. Электрическая схема аппаратно-программного комплекса для исследования автоматизированного электропривода постоянного тока

Управление электроприводом осуществляется нажатием, соответственно, кнопок «ПУСК» или «СТОП» на виртуальном пульте управления (рисунок 2).

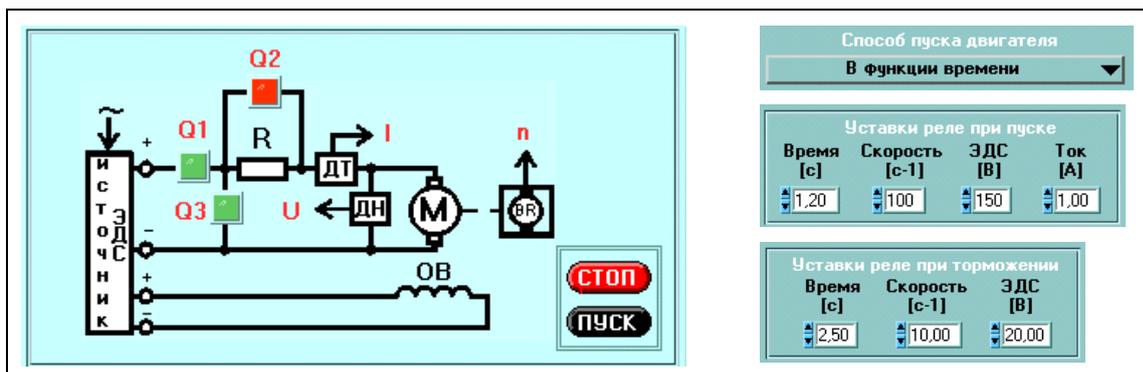


Рисунок 2. Виртуальный пульт управления электроприводом

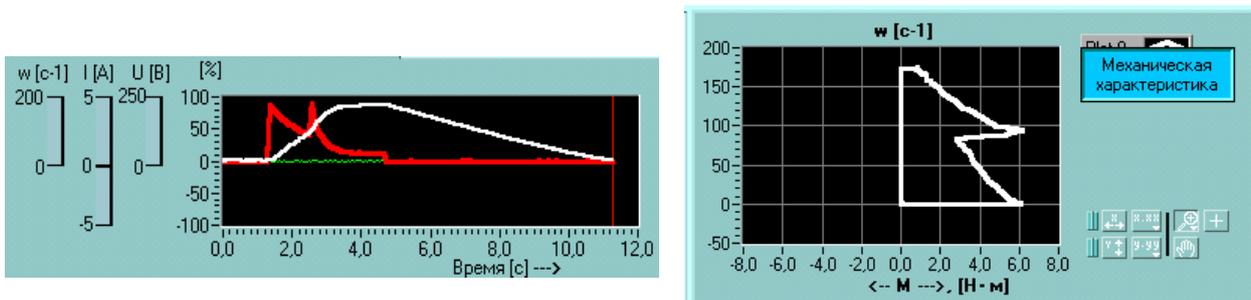
Режимы пуска и торможения электропривода выбираются из меню на виртуальном пульте управления. Там же устанавливают соответствующие этим режимам уставки реле.

Состояние выключателей Q электропривода в различные моменты времени отображается на его схеме, изображенной на виртуальном пульте управления. При этом зеленый цвет выключателей означает их отключенное состояние, а красный – включенное.

Изменения во времени скорости вращения, тока якоря, ЭДС и момента двигателя при работе электропривода изображаются на экране графопостроителя и цифровых индикаторах виртуального пульта управления.

Механическая характеристика электропривода при пуске и торможении определяется при работающем виртуальном пульте управления путем нажатий виртуальной кнопки «Механическая характеристика» в начале и конце интересующего временного интервала работы электропривода.

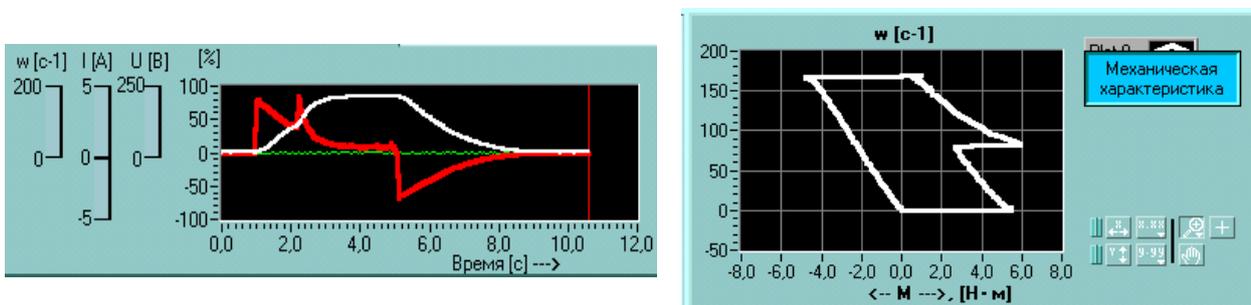
На рисунках 3 и 4 представлены примеры осциллограмм тока, скорости и механических характеристик электропривода, снятых при естественном и динамическом торможении при отсутствии управления торможением в функции времени.



а)

б)

Рисунок 3. Осциллограммы: а) зависимости $i(t)$ и $\omega(t)$ при пуске и естественном торможении; б) механическая характеристика - $\omega(M)$



а)

б)

Рисунок 4. Осциллограммы: а) зависимости $i(t)$ и $\omega(t)$ при пуске и динамическом торможении; б) механическая характеристика - $\omega(M)$

На рисунке 5 представлены примеры осциллограмм тока, скорости и механических характеристик электропривода, снятых при пуске и динамическом торможении в функции заданного времени.

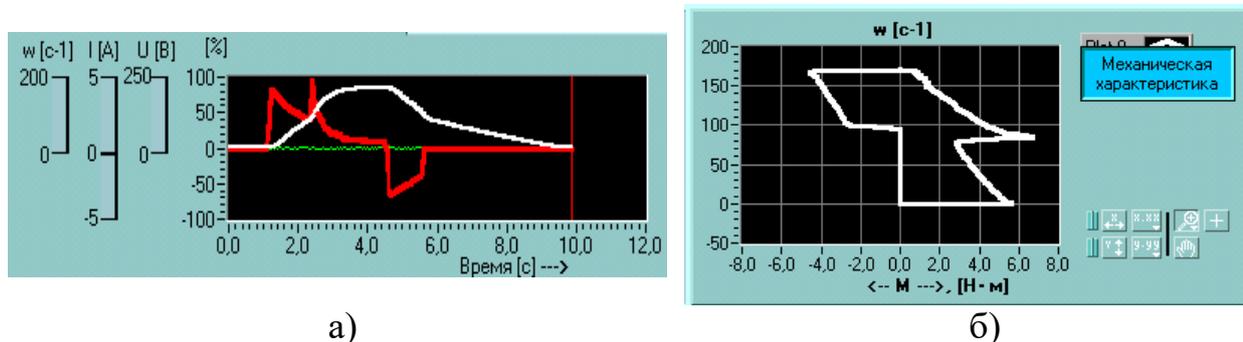


Рисунок 5. Осциллограммы: а) зависимости $i(t)$ и $\omega(t)$ при пуске и торможении с уставкой по времени $t_{\text{торм}} = 1,0 \text{ с}$; б) механическая характеристика - $\omega(M)$

На рисунках 6 и 7 представлены примеры осциллограмм тока, скорости и механических характеристик электропривода, снятых при пуске и динамическом торможении изменением величины реостата торможения, при отсутствии управления торможением в функции времени.

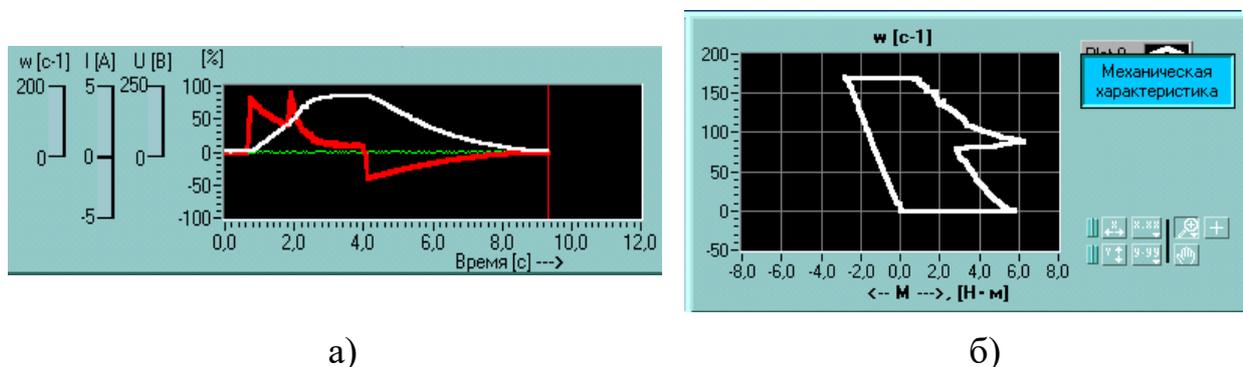


Рисунок 6. Осциллограммы: а) зависимости $i(t)$ и $\omega(t)$ при пуске и торможении ($R_T = 2,5 R_{T\text{ном}}$); б) механическая характеристика - $\omega(M)$

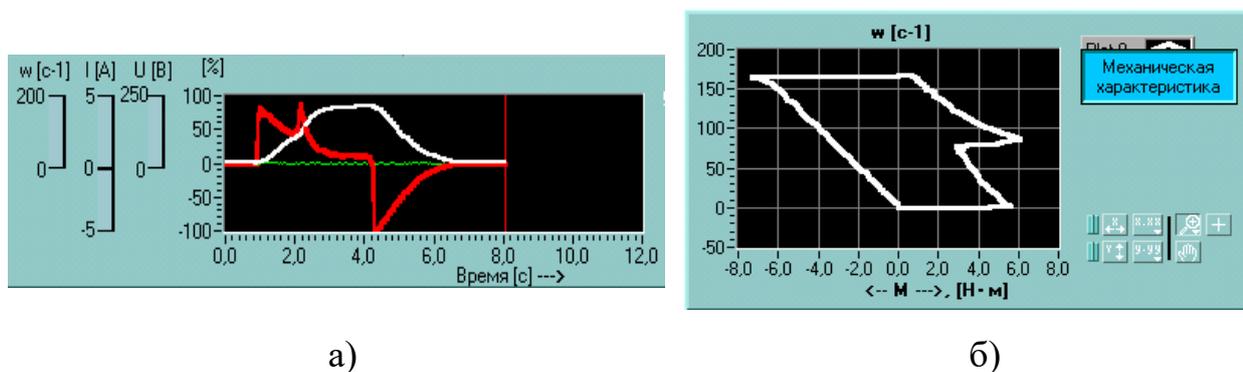


Рисунок 7. Осциллограммы: а) зависимости $i(t)$ и $\omega(t)$ при пуске и торможении ($R_T = 0,25 R_{T\text{ном}}$); б) механическая характеристика - $\omega(M)$

На рисунках 8 и 9 представлены примеры осциллограмм тока, скорости и механических характеристик электропривода, снятых при пуске и динамическом торможении изменением статического момента нагрузки, при отсутствии управления торможением в функции времени.

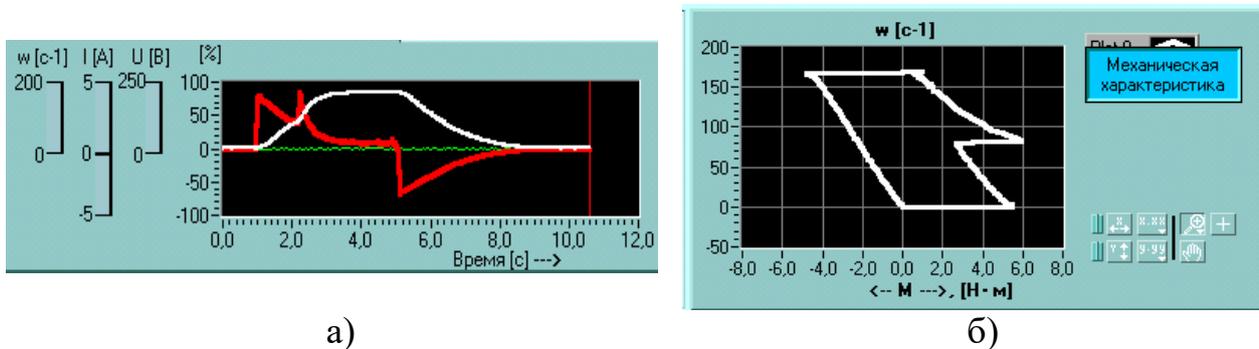


Рисунок 8. Осциллограммы: а) зависимости $i(t)$ и $\omega(t)$ при пуске и торможении ($M_c = 0,2 M_n$); б) механическая характеристика - $\omega(M)$

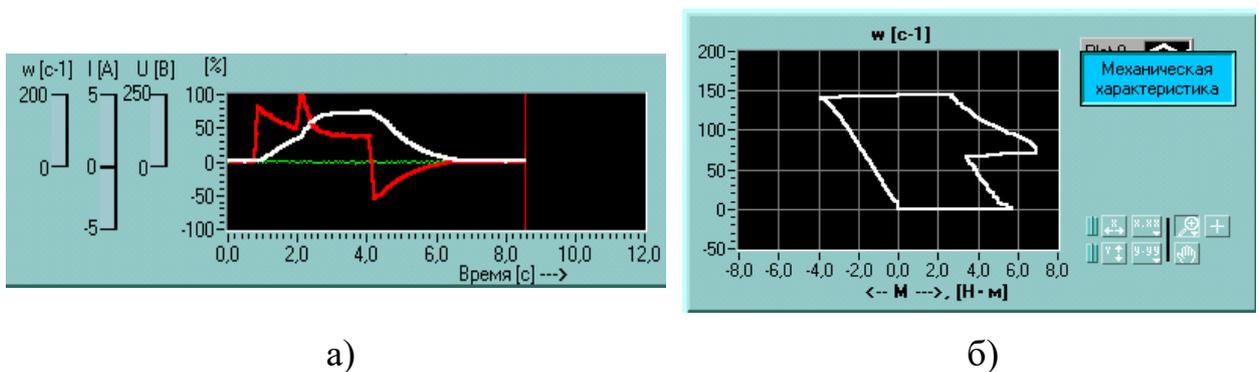


Рисунок 9. Осциллограммы: а) зависимости $i(t)$ и $\omega(t)$ при пуске и торможении ($M_c = 0,8 M_n$); б) механическая характеристика - $\omega(M)$

Таким образом, с помощью изображенного на рисунке 1 аппаратно-программного комплекса, задаваясь различными условиями режима динамического торможения, можно снять экспериментальные осциллограммы для дальнейшего анализа переходных режимов работы автоматизированного электропривода постоянного тока.

В результате проведенной работы реализована идея применения современных информационно-измерительных технологий в учебном процессе. Разработанная учебно-экспериментальная установка представляет интерес для создания современных лабораторных комплексов по исследованию режимов работы автоматизированных электроприводов постоянного тока, в том числе, и как вариант разработки для функционирования в режиме удаленного доступа.

УДК 621.3 (076.5)

Исследование распределения напряжения вдоль однородной длинной линии при различном характере нагрузки

Климентов Н.И.¹, Климентов К.Н.²

Аннотация: Представлены результаты экспериментальных исследований распределения напряжения вдоль однородной длинной линии, выполненных с использованием ее модели, созданной в среде Multisim.

Ключевые слова: длинная линия, моделирование, распределение напряжения, различный характер нагрузки.

Известно, что передача электромагнитной энергии сопровождается потерями энергии в линии, а также изменением тока и напряжения вдоль линии, как по величине, так и по фазе [1]. Эффект непрерывного изменения тока и напряжения вдоль линии возникает вследствие того, что линия обладает распределенными продольными и поперечными параметрами. В результате чего длинную линию можно рассматривать как каскадное соединение бесконечно большого числа элементарных звеньев, обладающих конечными значениями продольных и поперечных параметров. Для моделирования процессов в длинных линиях точность будет тем больше, чем большее число звеньев будет содержать схема.

В данной работе в качестве исследуемой однородной длинной линии используется, предложенная нами модель [2], выполненная с применением пакета Multisim (рис.1).

Параметры линии:

$R_0 = 2,5$ Ом/км – активное сопротивление прямого и обратного проводов;

$L_0 = 2,0$ мГн/км – индуктивность петли, образуемой прямыми и обратными проводами;

$G_0 = 0,1$ мкСм/км – активная проводимость между проводами;

$C_0 = 35$ нФ/км – емкость между проводами;

$l = 45$ км – длина линии;

$U_1 = 90$ В – напряжение на входе линии;

$f = 1400$ Гц – частота приложенного напряжения.

В работе исследуется распределение действующих значений напряжения вдоль модели однородной линии с распределенными параметрами при различных режимах ее работы (рис.2).

Измерение напряжения вдоль линии выполнялось через один километр с помощью вольтметра V3.

¹ Климентов Н.И., к.т.н., доцент, РГУПС филиал в г. Воронеж

² Климентов К.Н. ст. преподаватель, РГУПС филиал в г. Воронеж

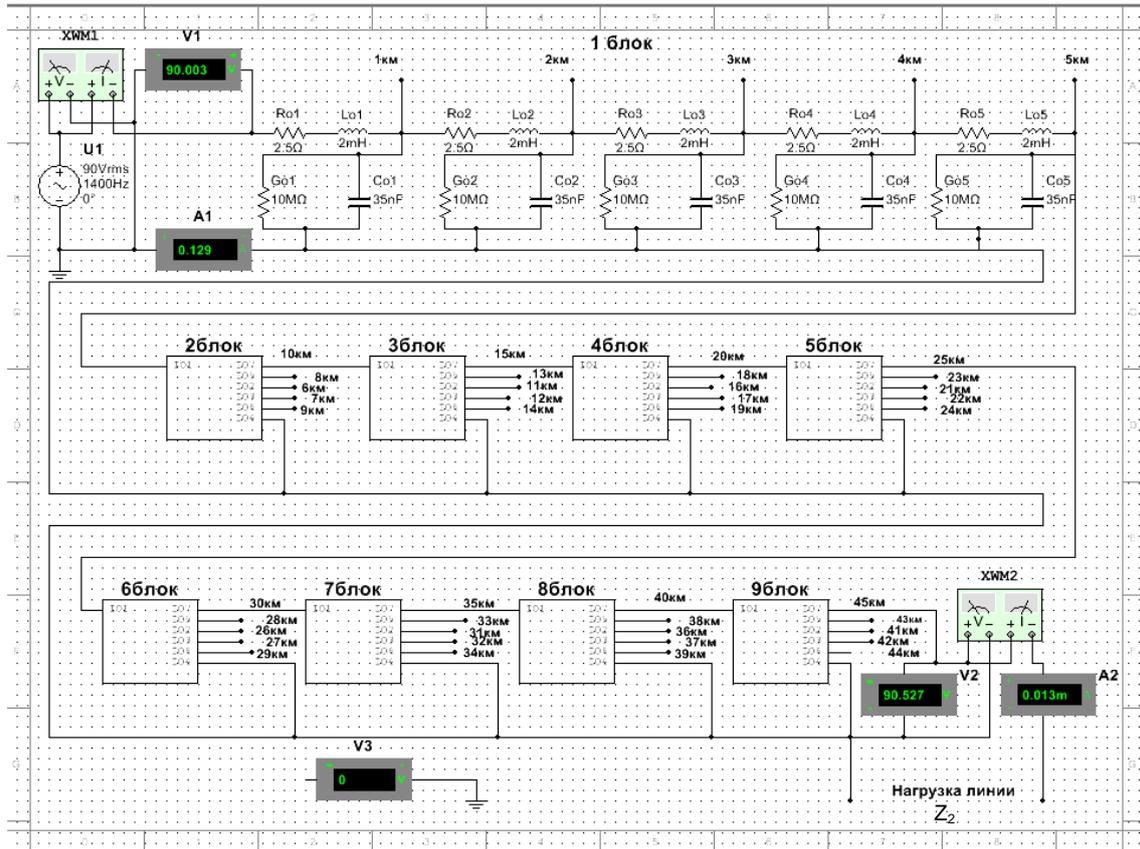


Рисунок 1. Модель длинной линии

Сплошной линией на графиках показаны расчетные кривые распределения напряжения вдоль однородной длинной линии, а экспериментальные точки, полученные в результате измерений, выполнены на модели длинной линии (рис.1), показаны кружочками.

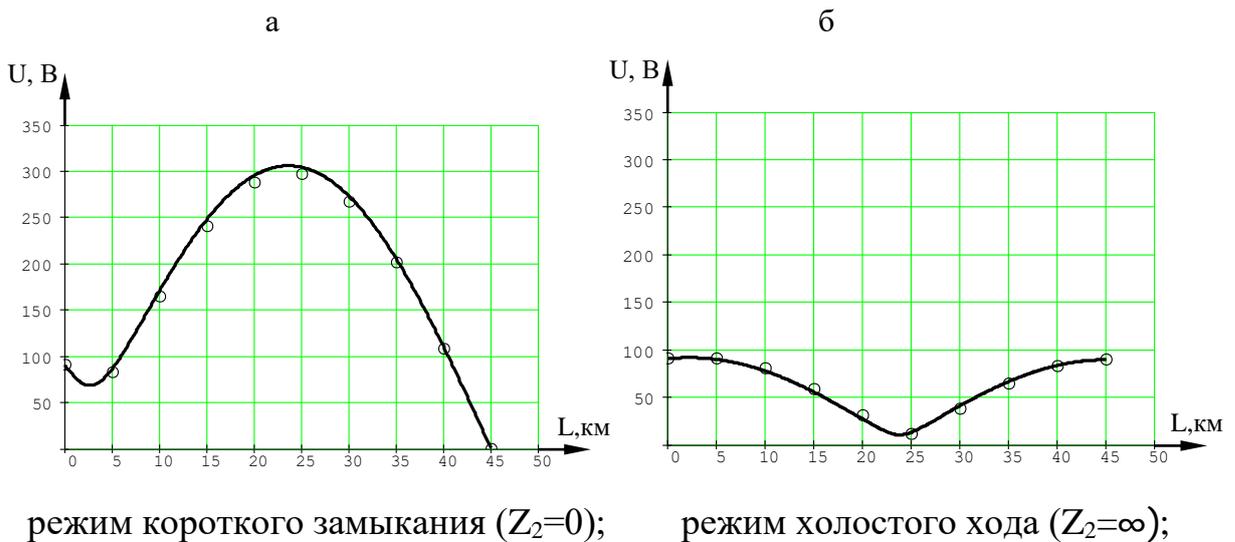
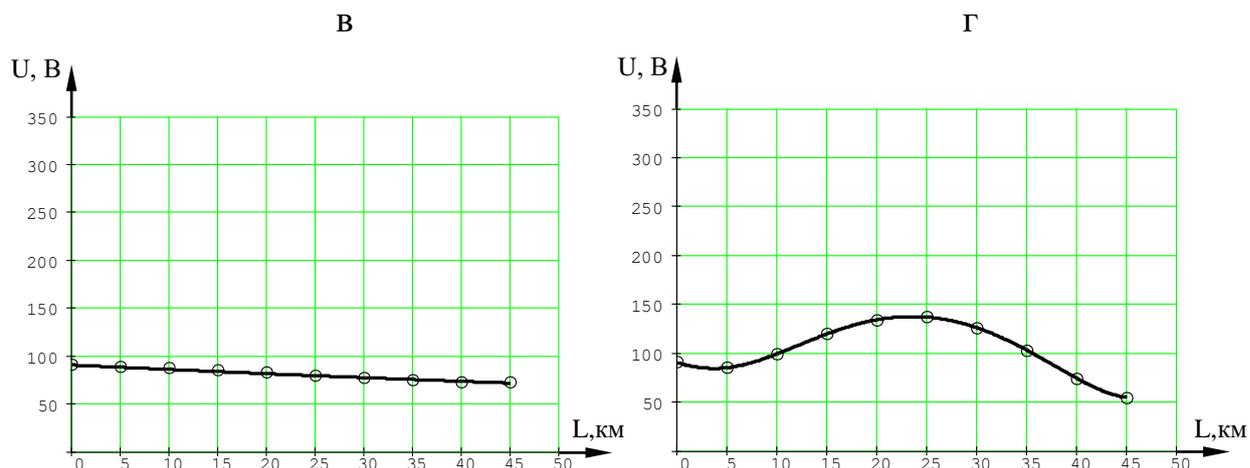
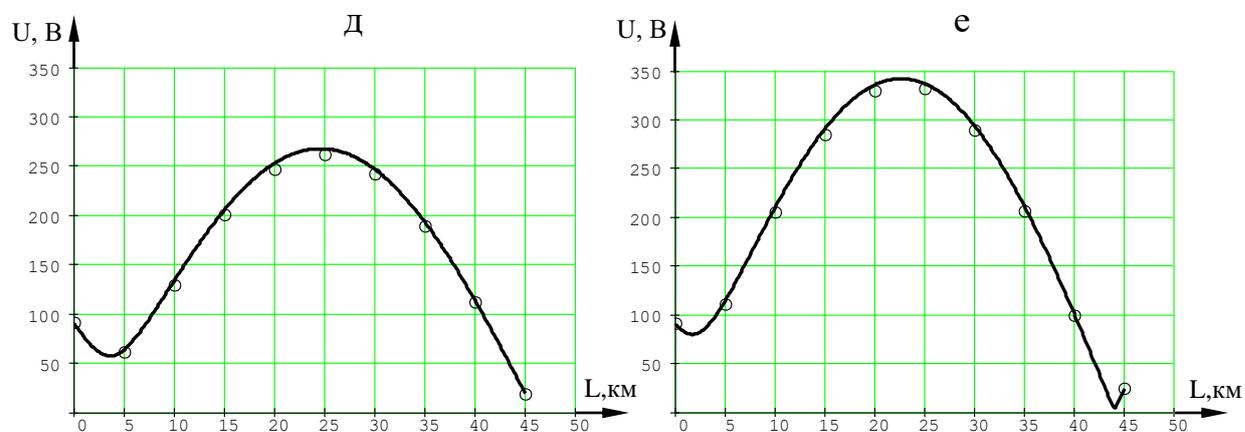


Рисунок 2. Расчетные и экспериментальные графики распределения напряжения вдоль однородной длинной линии при различном характере нагрузки



режим согласованной нагрузки ($Z_2 = Z_B$); режим активной нагрузки ($Z_2 = R_2$);



режим индуктивной нагрузки ($Z_2 = jX_L$); режим емкостной нагрузки ($Z_2 = -jX_C$).

Рисунок 2 (продолжение). Расчетные и экспериментальные графики распределения напряжения вдоль однородной длинной линии при различном характере нагрузки

Из графиков видно хорошее совпадение расчетных и экспериментальных данных, то есть подтверждается возможность использования представленной модели длинной линии для проведения различных экспериментальных исследований, в том числе и для проведения лабораторных работ.

Список литературы

1. Теоретические основы электротехники: В 3-х т. Учебник для вузов. Том 2 — 4-е изд. / К.С. Демирчян, Л.Р. Нейман, Н.В. Коровкин, В.Л. Чечурин. — СПб.: Питер, 2003. — 576 с.
2. Полянская М.Н., Вотановская А.В., Климентов Н.И. Моделирование однородной длинной линии в среде Multisim. Научное издание. Прикладные задачи электромеханики, энергетики, электроники. Инженерные идеи XXI

века. Труды Всероссийской студенческой научно-технической конференции. –ФГБОУ ВО ВГТУ, г. Воронеж, 2017.

УДК 004.315

Элементы тональных спецпроцессоров для выполнения арифметических операций

Кожевников А.А.¹

Аннотация: Представлен расширенный ряд арифметических устройств для модулярных спецпроцессоров. Рассмотрены алгоритмы выполнения операций умножения и других функций в дискретно-фазированной форме.

Ключевые слова: система остаточных классов, арифметические устройства, модулярные преобразователи

Прогресс в области измерительной техники [1] требует своевременного ответа в плане роста быстродействия спецпроцессоров обработки сигналов. Единственно возможным решением с сохранением современной парадигмы в логике вычислений видится применение системы остаточных классов (СОК) как основы построения соответствующих устройств [2]. Анализ различных методов измерительного преобразования в СОК с внутренними рабочими частотами до 1 ГГц показывает их неэффективность по сравнению с позиционной системой счисления [3-5]. Дальнейший рост производительности наталкивается на физические ограничения, связанные с цифровым представлением сигналов. В работе [6] была предложена форма отображения чисел СОК исключительно в виде дискретных фаз гармоник одной частоты, что потребовало в первую очередь исследования возможности синтеза соответствующих арифметических устройств. Гипотетически такой подход позволяет в рамках твердотельной электроники без оптики строить вычислительные и измерительные системы с внутренними частотами до 1 ТГц [7].

Умножение числа по модулю на константу. Если математическое выражение для обработки сигнала жестко задано и содержит константу k , которая не требует изменения, то в структуре спецпроцессора соответствующая операция может быть отображена в виде последовательно сложения операнда с самим собой [8]. На синхронизирующий вход поступает сигнал $S_0 = \sin(\omega t)$, а на информационные - гармоники $S_i = \sin(\omega t + 2\pi \cdot \gamma_i / m)$, где $i = \overline{1, k}$, $\gamma_i \in [0, m - 1]$, m - модуль СОК. Процесс сложения двух вычетов γ как результат манипуляции с дискретными значениями фаз (СФ) изложен в [6]. Последовательная работа блоков СФ приводит к формированию на выходе устройства итоговой гармоники $S_{рез} = \sin[\omega t + 2\pi \cdot \sum_{i=1}^k \gamma_i / m]$. Для операции

¹ Кожевников А.А., к.ф.-м.н., доцент, филиал РГУПС в г. Воронеж

умножения на константу данное выражение принимает вид $S_{рез} = \sin[\omega t + 2\pi \cdot k \cdot \gamma/m]$.

Если работа спецпроцессора иногда требует программной перестройки постоянных параметров системы, то это возможно осуществить на основе другого устройства умножения на константу [9]. Рассмотрим операцию умножения двух чисел $\Gamma=A \times B$, где B представлено в виде полинома: $B = \beta_k \cdot 2^{g-1} + \dots + \beta_2 \cdot 2^1 + \beta_1$. Здесь g - максимальное количество двоичных разрядов $\beta_j \in [0; 1]$ ($j = \overline{1, g}$), применяемое для реализации константы B . Если целый остаток числа A по модулю m есть α_m , а результат умножения по модулю m - это γ_m , то

$$\gamma_m = \alpha_m \cdot \sum_{j=1}^g (\beta_j \cdot 2^{j-1}) \bmod m.$$

Для реализации алгоритма вычислений на дискретных блоках, полученное выражение примет следующий вид:

$$\gamma_m = (\alpha_m \cdot \beta_k \cdot 2^{k-1} \bmod m + \dots + \alpha_m \cdot \beta_2 \cdot 2^1 \bmod m + \alpha_m \cdot \beta_1 \bmod m) \bmod m.$$

На синхронизирующий вход поступает сигнал $S_0 = \sin(\omega t)$, на информационный - гармоника $S_1 = \sin(\omega t + \alpha_m \cdot 2\pi/m)$, а константа представлена двоичным кодом, который замыкает соответствующие ключи, пропуская дальше S_0 или S_1 . Для умножения вычета α_m на два в дискретно-фазированной форме используется вентиль [6]. Требуемая степень двойки набирается последовательным умножением на два необходимое количество раз. Последнее действие сложения всех разрядов происходит попарно на блоках СФ.

Умножение двух чисел по модулю. Данная арифметическая операция формируется простейшим алгоритмом, заключающимся в последовательном сложении по модулю первого операнда с самим собой и выборе нужного результата через второй операнд. Работа устройства начинается с подачи на входы гармоник одной частоты:

- синхронизирующий $S_0 = \sin(\omega t)$,
- первый операнд $S_1 = \sin(\omega t + 2\pi \cdot \gamma_a/m)$,
- второй операнд $S_2 = \sin(\omega t + 2\pi \cdot \gamma_b/m)$,

где γ_a и γ_b - вычеты по модулю m над которыми осуществляется операция умножения. Второй операнд претерпевает $m-1$ операций сложения по модулю в результате чего на выходах блоков СФ формируются сигналы:

$$S_{СФ.1} = \sin(\omega t + 2\pi \cdot 2 \cdot \gamma_b/m),$$

$$S_{СФ.2} = \sin(\omega t + 2\pi \cdot 3 \cdot \gamma_b/m),$$

...

$$S_{СФ.m-1} = \sin(\omega t).$$

Гармоники с выходов фазовращателей на фиксированное значение $2\pi/m$ сравниваются фазированными ключами (ФК) [10] со значением первого операнда. Если наблюдается равенство, то на один из входов результирующего сумматора мощности проходит сигнал от соответствующего блока СФ или

значение второго операнда (если $\gamma_a = 1$). Складываясь с нулевыми уровнями от других ключей, на выходе устройства формируется результат:

$$S_{\Sigma} = \sin[\omega t + 2\pi \cdot (\gamma_a \cdot \gamma_b) \bmod m/m].$$

Существуют и другие подходы к реализации искомой арифметической операции. Как известно, квадраты суммы и разности, при вычитании второго из первого, позволяют представить умножение двух чисел по модулю в виде:

$$(\gamma_a \cdot \gamma_b) \bmod m = \left[\left(\frac{\gamma_a + \gamma_b}{2} \right)^2 \bmod m - \left(\frac{\gamma_a - \gamma_b}{2} \right)^2 \bmod m \right] \bmod m.$$

Вычисления в рамках данного выражения удобно осуществлять в двоичном коде без ограничения на разрядность результатов промежуточных операций. Поскольку в дискретно-фазированной форме адекватно только модулярное представление, то результат суммы и разности [6] в некоторых случаях вызовет появление ошибки.

Тональные многофункциональные устройства. Лобовой вариант решения задачи многофункциональности арифметических устройств заложен в табличном построении [11]. Здесь в качестве элементов памяти выступают управляемые фазовращатели, а доступ к конкретной ячейке осуществляется адресацией через фазированные ключи [10].

В цифровой форме удобно реализуется идея синтеза в рамках единой конструкции операций умножения и возведения в произвольную степень. Для этого авторы [12,13] опираются на возможности бинарных манипуляций с унитарным кодом остатков в СОК. Основной фокус представленного в публикациях способа смещен на логику вычислений степенной зависимости, поскольку ее табличная реализация имеет особенности в симметрии по сравнению с умножением. Здесь входные операнды попадают на дешифратор и цифровой компаратор, по результатам работы которых активируются определенные табличные элементы на основе групп конъюнкции, и через шифраторы формируются итоговые вычеты $\gamma_{\text{вых1}}$ и $\gamma_{\text{вых2}}$, соответствующие заданным функциям. В дискретно-фазированной форме представления чисел данный алгоритм пока не исследован.

Реализация конструкции на основе как алгоритма умножения двух операндов, так и табличного способа вычислений, определяет не только многофункциональность устройства, но и повышенное быстродействие.

Рассмотрим выражение:

$$4ab = (a + b)^2 - (a - b)^2. \quad (1)$$

С учетом дискретно-фазированного представления по модулю m соотношение (1) предстанет в виде:

$$\frac{2\pi}{m} \cdot (4\gamma_a \gamma_b) \bmod m = \frac{2\pi}{m} (\gamma_a + \gamma_b)^2 \bmod m - \frac{2\pi}{m} (\gamma_a - \gamma_b)^2 \bmod m,$$

где γ_a и γ_b - вычеты чисел a и b по модулю m . В правой части для суммы и разности входных операндов произведем замену так, что:

$$\begin{cases} (\gamma_a + \gamma_b) \bmod m = (2\gamma_{c1}) \bmod m \\ (\gamma_a - \gamma_b) \bmod m = (2\gamma_{c2}) \bmod m \end{cases},$$

тогда получается, что:

$$\frac{2\pi}{m} \cdot (\gamma_a \gamma_b) \bmod m = \frac{2\pi}{m} (\gamma_{c1})^2 \bmod m - \frac{2\pi}{m} (\gamma_{c2})^2 \bmod m.$$

Если использовать результаты сложения и вычитания исходных операндов в качестве адресов для выбора набегов по фазе из заданных для функции умножения и равных $\frac{2\pi}{m} (\gamma_c)^2 \bmod m$, $\gamma_c \in [0; m - 1]$, то останется только последнее вычитание фаз для окончательного выполнения алгоритма. Как видно из представленных примеров многофункциональных устройств наиболее удобными подходами здесь являются табличный и гибридный, последний из которых включает в себя предыдущий вариант, логично встроенный в конструкцию на основе алгоритма (1). Эти две основные парадигмы обоснованно занимают свое место как в цифровом формате кодов СОК, так и дискретно-фазированном. Представленные способы опираются на простоту табличной реализации и нюансы симметрии в расположении итоговых вычетов относительно входных операндов.

Список литературы:

1. Дьяконов В. Сенсация 2015: Teledyne LeCroy освоила выпуск первого в мире 100-ГГц осциллографа реального времени! // Компоненты и технологии. 2015. №3. С.16-22.
2. Галанина Н.А., Иванова Н.Н. Анализ эффективности синтеза устройств вычислительной техники для непозиционной цифровой обработки сигналов // Кибернетика и программирование. 2015. № 3. С.1–6.
3. Кожевников А.А., Беспалов К.П. Методы непозиционного аналого-цифрового преобразования // Автометрия. 2015. Т.51. №6. С.125-130
4. Кожевников А.А. Синтез аналого-цифровых, первичных и вторичных модулярных измерительных преобразователей // Наука. Инновации. Технологии. 2017. №1. С.17-28
5. Кожевников А.А. Математическое обследование конвейерных АЦП в системе остаточных классов // Вестник БГТУ. 2017. №7. С.27-34
6. Кожевников А.А. Арифметические вентили модулярных спецпроцессоров // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2018. №2. С.46-50
7. Шитов С.В. и др. Малошумящий СИС смеситель на частоту 1 ТГц с двойной дипольной антенной // ЖТФ. 2002. 72, № 9. С.87-92.
8. Патент РФ № 2653312. Устройство для сложения k чисел по модулю m / А.А. Кожевников и др. Опубл. 07.05.2018.
9. Патент РФ № 2653310. Устройство для умножения числа по модулю на константу / А.А. Кожевников и др. Опубл. 07.05.2018.
10. Патент РФ № 2659866. Фазированный ключ по модулю m / А.А. Кожевников и др. Опубл. 04.07.2018.
11. Патент РФ № 2656992. Арифметическое устройство по модулю m / А.А. Кожевников и др. Опубл. 07.05.2018.
12. Ирхин В.П. Расширение функциональных возможностей вычислителей в телекоммуникационных устройствах / В.П. Ирхин, В.А. Мельник, Д.С.

Шведов // Вестник Воронежского института ФСИИ России. 2016. №1. С. 21-26.

13. Патент РФ № 2624587. Устройство для умножения чисел по модулю / В.П. Ирхин и др. Опубл. 04.07.2017.

УДК 621.313.323

Методика исследования статической устойчивости конденсаторного синхронного реактивного электродвигателя в установившемся режиме работы
Орлов В.В.¹

Аннотация: Предлагается методика исследования самораскачивания конденсаторных синхронных реактивных электродвигателей с использованием линейных дифференциальных уравнений.

Ключевые слова: самораскачивание, напряжения прямой и обратной последовательностей, метод симметричных составляющих.

Синхронные реактивные двигатели (СРД) малой мощности применяются в устройствах где требуется постоянная частота вращения ротора. В большинстве случаев питание СРД осуществляется от однофазной сети. Для пуска в ход и создания начального пускового момента на роторе этих электродвигателей выполняют пусковую обмотку, а на статоре? кроме основной обмотки, размещают дополнительную, сдвинутую относительно основной на угол 90 эл.гр. Для дополнительной обмотки подключают фазосдвигающий элемент. В качестве последнего обычно используется конденсатор.

Основным свойством СРД является пропорциональность скорости вращения ротора частоте напряжения источника. Однако при определенном соотношении параметров в них возникают самовозбуждающиеся низкочастотные колебания скорости вращения ротора, известные под названием самораскачивания. В этом случае нормальная работа электродвигателя нарушается.

Конденсаторные СРД, в общем случае, являются двухфазными несимметричными двигателями, в обмотки статора которых подводится несимметричная система напряжений. Поэтому дифференциальные уравнения конденсаторных СРД содержат периодические составляющие. Это приводит к тому, что в выражении для электромагнитного момента имеются периодические составляющие, изменяющиеся с удвоенной частотой тока в обмотке статора.

Если пренебречь влиянием периодических составляющих электромагнитного момента, вследствие инерции вращающихся масс, то

¹ Орлов В.В., к.т.н., доцент, филиал РГУПС в г. Воронеж

конденсаторный СРД можно заменить эквивалентной моделью, состоящей из двух одинаковых и симметричных двухфазных СРД, роторы которых расположены на одном валу. К обмотке статора одного СРД подводится напряжение прямой последовательности и он работает в синхронном режиме, а к обмотке статора другого СРД подводится напряжение обратной последовательности и он работает в асинхронном режиме.

Для определения напряжений прямой U_1 и обратной U_2 последовательно-стей предполагаем, что схема соединения обмоток соответствует рис.1.

Обмотка фазы В приводится к обмотке фазы А т.к. обмоточные коэффициенты фаз в общем случае не равны между собой. Коэффициент приведения принимается равным:

$$K = K_{об.а} W_a / K_{об.в} W_B \quad (1)$$

Тогда величины, характеризующие приведенную обмотку фазы, будут равны:

$$U_B^i = K U_B; \quad I_B^i = I_B / K; \quad U_C^i = K U_C; \quad Z_C^i = K^2 Z_C, \quad (2)$$

где: $Z_C = -jX_C$; $X_C = 1/\omega C$.

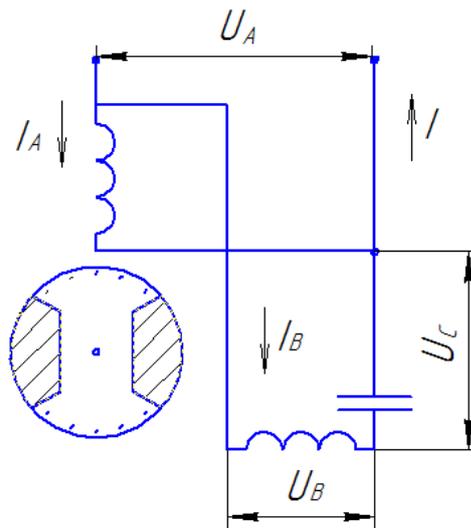


Рисунок 1. Схема включения обмоток конденсаторного СРД.

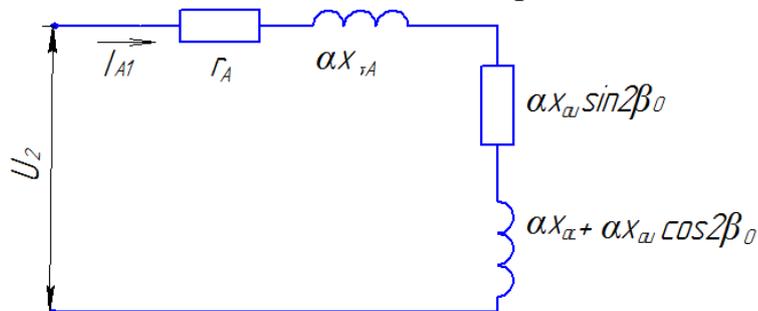


Рисунок 2. Схема замещения конденсаторного СРД для токов прямой последовательности в установившемся синхронном режиме.

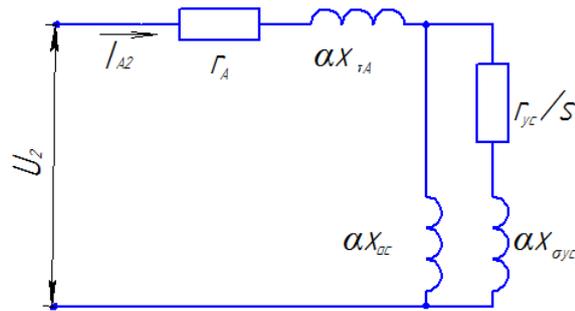


Рисунок 3.Схема замещения конденсаторного СРД для токов обратной последовательности в установившемся синхронном режиме при $S=2$.

Используя метод симметричных составляющих [1] и после промежуточных преобразований можно получить выражения для токов прямой и обратной последовательностей [2] :

$$I_{A1} = [Z_C + (1 - jK) Z_{A2}] U_A / [2 Z_{A1} Z_{A2} + Z_C (Z_{A1} + Z_{A2})] \quad (3)$$

$$I_{A2} = [Z_C + (1 + jK) Z_{A1}] U_A / [2 Z_{A1} Z_{A2} + Z_C (Z_{A1} + Z_{A2})] \quad (4)$$

где Z_{A1} ; Z_{A2} ; Z_{B1}^i ; Z_{B2}^i – полные сопротивления для токов прямой и обратной последовательностей фаз А и В .

В последние годы конденсаторные СРД все чаще работают при частотном регулировании частоты вращения .В связи с этим в уравнения вводят относительные значения напряжения и частоты:

$$\gamma = U_A / U_H ; \alpha = f / f_H . \quad (5)$$

Эквивалентные схемы замещения конденсаторного СРД в этом случае можно представить в виде , показанном на рис. 2 и 3. Напряжения прямой и обратной последовательностей определяются как :

$$U_1 = Z_{A1} I_{A1} ; U_2 = Z_{A2} I_{A2} . \quad (6)$$

Учитывая , что ротор синхронного двигателя обладает способностью колебаться около своей синхронной скорости вращения, предполагается , что только двигатель рассматриваемой модели , работающий в синхронном режиме, является причиной нарушения статической устойчивости. Двигатель , работающий в асинхронном тормозном режиме , оказывает демпфирующее влияние на развитие колебаний. Это влияние учитывается коэффициентом электромагнитного демпфирования в выражении момента сопротивления на валу двигателя.

Анализ статической устойчивости выполняется на основе линеаризованной системы уравнений, составленной для двигателя модели , работающего в синхронном режиме работы. Этой системе уравнений соответствует характеристическое уравнение шестого порядка. Для расчета границ устойчивости используется критерий Рауса [3] . Порядок расчета принимается следующий. По заданным значениям параметров , характеризующих исходный установившийся режим , находят составляющие напряжений прямой и обратной последовательностей в соответствии с равенствами (6) и определяется устойчивость заданного режима работы. Затем дается приращение углу β_0 характеризующего нагрузку СРД , и расчеты повторяются до тех пор , пока не будут найдена граница сползания,

определяющая предел статической перегружаемости. В процессе расчета фиксируются и границы самораскачивания.

Список литературы:

1. Брускин Д.Э, Зорохович А.Е. Электрические машины и микромашины. Учебник. - М.: Альянс, 2016.-286с.
2. Кононенко Е.В, Орлов В.В., Влияние параметров конденсаторного синхронного реактивного двигателя на составляющие напряжения прямой и обратной последовательностей // Специальные электрические машины. Сборник научных трудов. Куйбышевский политехнический институт. Куйбышев. - 1989. - С 71-75.
3. Сипайлов Г.А., Кононенко Е.В., Хорьков К.А. Электрические машины (специальный курс). - М.: Высшая школа, 1987. - 208с.

УДК 338

Системы технической диагностики и мониторинга и их роль в системах обеспечения безопасности движения поездов

Шерстюков О.С.¹

Аннотация: Произведен анализ систем технической диагностики и мониторинга (СТДМ) устройств железнодорожной автоматики. Определены направления развития хозяйства автоматики и телемеханики. Определены положительные моменты оборудования участков железных дорог системами ТДМ.

Ключевые слова: системы технической диагностики и мониторинга, развитие хозяйства автоматики и телемеханики.

Увеличивающиеся на железных дорогах ОАО «РЖД» объемы перевозок, и интенсивности движения поездов, предъявляют новые требования к системам, которые обеспечивают безопасность движения поездов и способных улучшить качество контроля над процессом организации перевозок. Следовательно, в ОАО «РЖД» большое внимание уделяется совершенствованию технического обслуживания устройств автоматики и телемеханики, а также сокращению эксплуатационных расходов, что приводит к необходимости модернизации как методов, так и средств технического обслуживания.

Для обеспечения процесса технической диагностики работы устройств на железных дорогах России в настоящее время проектируются и внедряются современные системы мониторинга за устройствами железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ).

Дальнейшее обновление и развитие хозяйства автоматики и телемеханики позволяет обеспечить:

¹ Шерстюков О.С., ст. преподаватель, филиал РГУПС в городе Воронеж

1. Повышение уровня безопасности движения поездов вследствие применения оборудования с функциями диагностирования и самодиагностики, контроля действий дежурных по станции и эксплуатационного штата, что позволит минимизировать «человеческий фактор»;

2. Сокращение эксплуатационных расходов вследствие оптимизации управления движением поездов;

3. Снижение эксплуатационных расходов на процессы обслуживания устройств ЖАТ и энергоснабжение вследствие замены релейных устройств микропроцессорными.

К современным системам ТДМ, внедряемым на сети железных дорог ОАО «РЖД» относятся:

1. Система технической диагностики и мониторинга СТДМ АСДК;

2. Система АДК-СЦБ;

3. Аппаратно-программный комплекс диспетчерского контроля (АПК-ДК).

Процентное соотношение оснащённости перегонов системами технической диагностики в России приведено на рисунке 1.

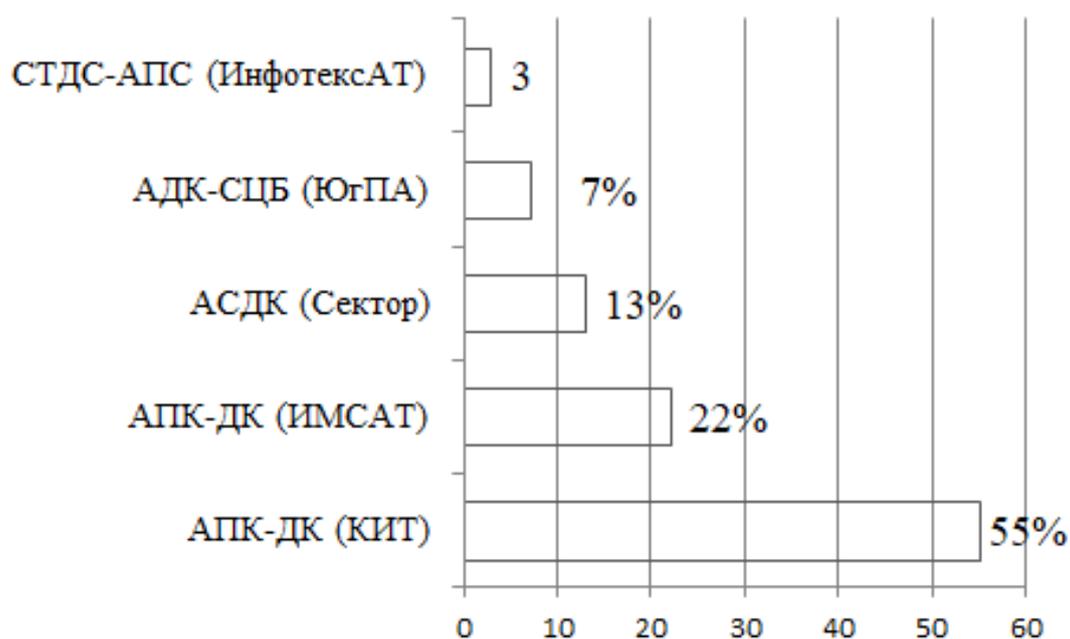


Рисунок 1. Процентное соотношение оснащённости перегонов системами диагностики

Процентное соотношение оснащённости станций системами диагностики в России приведено на рисунке 2.

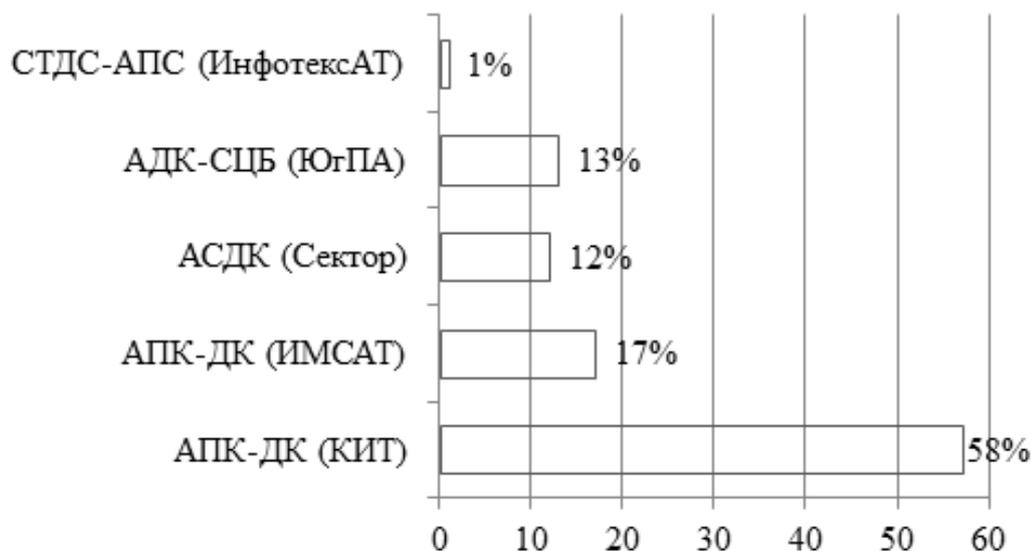


Рисунок 2. Процентное соотношение оснащённости станций системами диагностики

Оборудование участков железных дорог СТДМ позволит достичь лучших показателей отказоустойчивости устройств СЦБ и безопасности процесса перевозок.

Системы технической диагностики и мониторинга решают задачи автоматизации работ диспетчерского и эксплуатационного персонала. В функции этих систем входят сбор, обработка и передача в сеть СТДМ цифровой и аналоговой информации с устройств СЦБ на станциях и перегонах, с помощью которой определяются предотказные состояния, регистрируются отказы в работе в реальном режиме времени. Объективные измерения параметров средств ЖАТ и исключение человеческого фактора позволяют перейти на малолюдные технологии их технического обслуживания, т.е. на обслуживание устройств по состоянию.

Важным моментом при работе СТДМ на участках железных дорог является то, что эксплуатационный штат сможет быстрее устранять, а также предотвращать отказы, а у диспетчера дистанции СЦБ появляется подробнейшая «картина» работы устройств.

Работа систем диспетчерского контроля с функциями диагностики на железных дорогах является неотъемлемой частью процесса эксплуатации устройств и играет огромное значение в повышении качества их содержания.

В хозяйстве автоматики и телемеханики планируется поэтапный переход на обслуживание устройств СЦБ по состоянию. Для выполнения данного перехода внедряется технология автоматизированного технического обслуживания (АТО) на тех устройствах, где это позволяют действующие инструкции.

Помимо технологии АТО на железных дорогах России разрабатывается план развития диагностики устройств СЦБ, производится модернизация центров диагностики, внедряются современные контроллеры.

Эффективность оборудования участков железных дорог СТДМ целесообразно с экономической стороны.

Экономический эффект от оборудования СТДМ участков железных дорог ОАО «РЖД» будет достигаться за счет:

1. Сокращения задержек поездов в пути следования;
2. Повышения надёжности работы устройств, за счёт своевременного обнаружения предотказных состояний устройств ЖАТС;
3. Создания технической базы для перехода к современной стратегии обслуживания систем и устройств и, как следствие, сокращения эксплуатационного штата;
4. Сокращения количества штрафных баллов за счёт получения своевременной, полной и достоверной информации о техническом состоянии устройств ЖАТС;
5. Сокращения расходов от обычных видов деятельности.

Общая (суммарная) экономия от оборудования СТДМ участков железных дорог ОАО «РЖД» будет составлять:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_п + \mathcal{E}_{по} + \mathcal{E}_{фот} + \mathcal{E}_{от},$$

где $\mathcal{E}_п$ - экономия от сокращения простоев поездов в грузовом и пассажирском движении за счёт отказов технических средств, тыс. руб.;

$\mathcal{E}_{по}$ - экономия за счёт сокращения времени простоя поездов при сокращении времени поиска отказов в устройствах СЦБ, тыс. руб.;

$\mathcal{E}_{фот}$ - экономия фонда оплаты труда, тыс. руб.;

$\mathcal{E}_{от}$ - экономия отчислений на социальные нужды, тыс. руб.

Оборудование участков железных дорог СТДМ позволит добиться положительных значений таких показателей как чистый доход, чистый дисконтированный доход, индекса доходности, а также короткого срока окупаемости проекта.

**Секция 4. Строительство, обслуживание и эксплуатация
железнодорожного пути**

УДК 656.2

**Выполнение капитального ремонта пути с использованием системы
автоматизированного проектирования (САПР КРП)**

Журавлева И.В.¹

Аннотация: В статье рассмотрены условия работы железнодорожного пути, особенности его содержания и ремонта, с учетом выполнения полного цикла ремонтных работ на примере использования системы САПР КРП.

Ключевые слова: железнодорожный путь, план и профиль пути, расчетный участок, капитальный ремонт, проектирование.

Железнодорожный путь работает в сложных условиях: под воздействием нагрузок от подвижного состава, климатических и погодных условий накапливаются деформации пути, которые приводят к расстройствам пути, изменению положения пути в плане и профиле. Отступление от норм содержания пути и подвижного состава ускоряют этот процесс. Поэтому, чтобы содержать путь в состоянии, обеспечивающем безопасное и бесперебойное движение поездов, необходимо организовать текущее содержание пути и своевременное производство ремонтов пути в необходимом объеме и с высоким качеством.

От технически грамотного содержания железнодорожного пути зависит своевременное исполнение грузоперевозок и пассажирских перевозок.

Работы по техническому обслуживанию пути и стрелочных переводов подразделяются на следующие виды: усиленный капитальный ремонт пути и стрелочных переводов; сплошная замена рельсов (на отдельных участках); капитальный ремонт пути и стрелочных переводов; усиленный средний ремонт пути; средний ремонт пути; подъемочный ремонт пути; планово-предупредительная выправка пути; шлифовка рельсов; текущее содержание пути.

Капитальный ремонт железнодорожного пути включает в себя оздоровление и профилактику земляного полотна, включающие ликвидацию пучин, просадок, балластных корыт, обвалов, оползней, осыпей и прочего; срезку гребней обочин, выравнивание и досыпку обочин и откосов, расширение земляного полотна в тех местах, где необходимо, а именно: при усилении балластной призмы или при смещении оси железнодорожного пути относительно осевой линии земляного полотна.

Такой вид ремонта железнодорожного пути может выполняться как комплексно со снятием и укладкой путевой решетки кранами, так и отдельным

¹ Журавлёва И.В., ст. преподаватель, филиал РГУПС в г. Воронеж

способом с заменой рельсов, креплений, шпал. Включает в себя ремонт и восстановление укрепительных и защитных сооружений для земляного полотна.

Также в данный вид ремонта железнодорожного пути входит ремонт и восстановление защитных и регуляционных сооружений, укрепление и досыпка конусов, расчистка русл средних и малых труб и мостов.

Капитальный ремонт железнодорожного пути включает в себя замену стрелочных переводов на новые, такого же типа, что и укладываемые рельсы, с заменой всех переводных брусьев и зачисткой щебеночного балласта на всю глубину или установкой на щебень, асбестовый балласт или отсортированный гравий, а также выправку стрелочных переводов по проектным эшпорам.

Противоугонное закрепление пути также входит в капитальный ремонт железнодорожного пути.

Во время выполнения данного вида ремонта, железнодорожного пути приводят в полный порядок все переезды и прилегающие к ним подходы дорог.

Для выполнения проектных операций в автоматизированном режиме, для повышения эффективности объектов проектирования, уменьшения затрат на их создание, эксплуатацию, и трудоемкости проектирования, а также повышения качества проектной документации разработана система автоматизированного проектирования капитального ремонта пути, далее САПР КРП.

Данная система предназначена для выполнения полного цикла работ по проектированию ремонтов железнодорожных путей и инструментальной проверке продольного профиля и плана дистанции пути. Она состоит из нескольких программных продуктов и модулей, охватывающих весь цикл проектных работ от обработки данных полевой съемки до формирования выходной проектной документации в соответствии с действующими стандартами.

Как и всякий специализированный программный комплекс, он располагает мощным функционалом решения предназначенных ему задач, таких как:

- проектирование плана линии, расчет параметров элементов плана с учетом скорости движения поездов;
- проектирование продольного профиля пути и спрямление, расчет элементов профиля, параметров вертикальных кривых;
- проектирование поперечных профилей, расчет проектного земляного полотна, балластной призмы, кюветов и нагорных канав;
- расчет плана раскладки плетей бесстыкового пути, обработка данных высокоточного промера, расчет плетей, расчет укорочений;
- построение чертежей планов пути, продольных и поперечных профилей, планов раскладки плетей бесстыкового пути, подробных и сокращенных продольных профилей.

САПР КРП гармонично сочетает функциональность и простоту использования, вместе с быстротой и точностью выполнения вычислительных операций, надежностью хранения данных и безопасностью работы.

Входящие в комплекс блоки вполне можно использовать как отдельные инструменты для выполнения расчетов или построения чертежей, однако максимальную эффективность можно получить при использовании комплекса целиком.

Список литературы:

1. САПР КРП [Электронный ресурс], Росжелдорпроект-Иркутскжелдорпроект, RU, 2013 – URL: <http://www.kaprem.com>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Железнодорожные станции и узлы: Учебник. Под ред. В.И. Апатцева, Ю.И. Ефименко, М.: ФБГОУУМЦ на ж.д. транспорте, 2014.
3. Назначение системы автоматизированного проектирования капитального ремонта пути (САПР КРП), И.В. Журавлева, журнал «Моделирование систем и процессов», 2016, т.9, №2, с.31-33.

УДК 528.48:69

Особенности выполнения геодезических работ по контролю параллельности подкрановых путей с помощью электронного тахеометра
Колбнева Е.Ю.¹, Гвоздева О.В.²

Аннотация: В статье рассмотрены основные показатели, характеризующие качество геометрических параметров подкрановых путей, методы их определения, способы оценки параллельности осей рельсов, а также особенности геодезических работ, проводимых с помощью электронного тахеометра, для данного вида работ.

Ключевые слова: геодезические работы, подкрановые пути, электронный тахеометр.

Геодезические работы по контролю геометрии подкрановых путей выполняются в рамках наблюдений за деформациями инженерных сооружений. Они представляют собой геодезические исполнительные съемки, выполняемые с целью определения фактического геометрического положения в плане, по высоте и по вертикали объемно-планировочных и конструктивных элементов инженерных сооружений, проводимые на всех этапах, стадиях строительно-монтажного производства и в ходе последующего их обслуживания.

В качестве объекта наблюдений выступают подкрановые пути мостовых кранов, которые являются основными средствами механизации при проведении подъемно-транспортных операций. Мостовой кран представляет собой металлический мост, установленный на ходовые колеса, с помощью которых он

¹ Колбнева Е.Ю., к.э.н., доцент, филиал РГУПС в г. Воронеж

² Гвоздева О.В., к.э.н., доцент, Государственный университет по землеустройству, г. Москва

перемещается по подкрановому пути. Подкрановый путь чаще всего представлен в виде железнодорожных рельсов (рисунок 1).

Нормальная эксплуатация мостовых кранов в значительной мере зависит от соблюдения технических требований, предъявляемых к геометрии подкрановых путей. Основные требования к планово-высотному положению подкрановых путей выражаются следующими условиями: каждая из ниток рельсов должна быть параллельной и горизонтальной; обе нитки рельсов должны быть параллельными, лежать в одной горизонтальной плоскости и находиться на расстоянии, соответствующем длине пролёта мостового крана [3, 4].

При эксплуатации мостовых кранов со временем происходит изменение их геометрических параметров под воздействием силовых нагрузок крана, износа рельсов, проседания грунта и т.д. В связи с этим возникает необходимость осуществлять систематический контроль за положением подкрановых путей.

Одним из контролируемых параметров является параллельность осей рельсового пути. Этот параметр можно отследить путем измерения ширины колеи. Рассмотрим более подробно данный вид геодезических работ.

В зависимости от конструкции подкрановых путей и условий производства геодезических работ измерение ширины колеи может осуществляться как методом непосредственных измерений, так и косвенным методом [2].



Рисунок 1 – Подкрановый путь

В классической литературе преобладают косвенные методы (способы микротриангуляции и четырехугольника) [1], однако, они требуют большого количества угловых измерений, что в современных условиях представляется нерациональным.

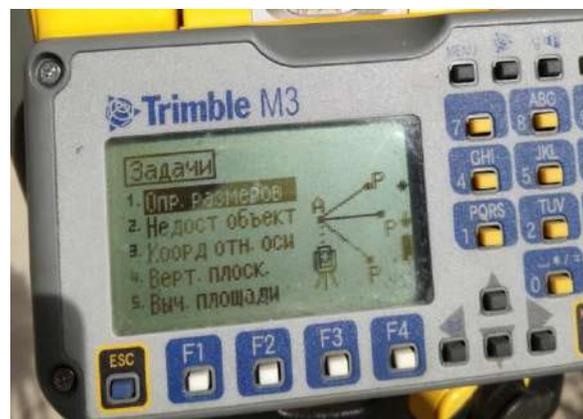
Более перспективным, с точки зрения практического применения, является метод непосредственных измерений. Ряд авторов считает, что измерение ширины колеи целесообразно выполнять лазерным дальномером (лазерной рулеткой). Его применение значительно упрощает процесс измерений без снижения точности [5]. Мы предлагаем пойти дальше и для данных целей использовать электронный тахеометр.

В данном случае измерения проводились с помощью прибора Trimble M3. Электронный тахеометр Trimble M3 – это многофункциональный, высокопроизводительный прибор с точностью угловых измерений 3'' или 5'' (в зависимости от модели). Его используют при тахеометрической, кадастровой, исполнительной съемке, при геодезических работах, а также при съемке подкрановых путей.

Для измерения расстояний между двумя точками в меню прибора выбирают функцию «Задачи» (рисунок 2а), далее – «Определение размеров» (рисунок 2б). Эта опция позволяет определять расстояния между двумя точками в случае, когда невозможно непосредственно измерить это расстояние (либо непосредственное измерение расстояний между точками является более трудоемким, по сравнению с описываемым методом).



а



б

Рисунок 2 – Алгоритм определения ширины колеи подкранового пути:
а – задачи; б – определение размеров

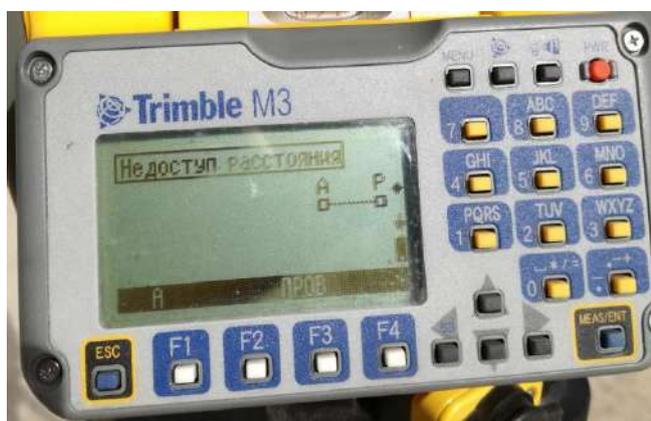
Когда нет возможности измерить расстояние между точками непосредственно, измерение по двум точкам должно производиться от точки станции S (точки стояния прибора). Программа вычисляет расстояния SD и HD , а также разницу высот h между точками [6].

На оси рельсов устанавливаются марки (рисунок 3), точки их стояния условно обозначим как A и P . Прибор работает в безотражательном режиме.

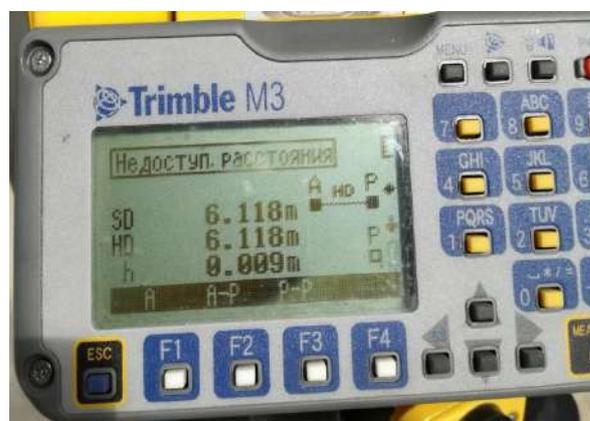


Рисунок 3 – Установка марки на ось рельса подкранового пути

В разделе «Определение расстояний» выбирают пункт «Недоступные расстояния». Сначала визируются на точку А, берут первый отсчет, далее визируются на точку Р и снова берут отсчет (рисунок 4а).



а



б

Рисунок 4 – Алгоритм определения ширины колеи подкранового пути:
а – недоступные расстояния; б – недоступные расстояния (результат)

На экране прибора отражаются результаты измерений:

- | | | |
|----|---------|--|
| SD | 6.118 m | – линейное расстояние между точками А и Р; |
| HD | 6.118 m | – горизонтальное проложение между точками А и Р; |
| h | 0.009 m | – превышение между точками А и Р (рисунок 4б). |

Преимущество этого способа состоит в том, что трудоемкость определения параллельности осей рельсов подкранового пути значительно снижается за счет использования тахеометра. Это объясняется тем, что

значительно сокращается время проведения подготовительных работ. Так непосредственное измерение при помощи рулетки или другого мерного прибора подразумевает дальнейшую корректировку полученных значений, путем введения поправок за компарирование, температуру и провес мерного прибора. При использовании электронного тахеометра может быть сразу получено искомое значение, без проведения дополнительных операций и вычислений.

Литература:

1. Ганьшин В.Н. Геодезические работы при строительстве и эксплуатации подкрановых путей [Текст] / В.Н. Ганьшин, И.М. Репалов. – Москва: Недра, 1980. – 120 с.
2. Горохов Е.В. Методы и средства измерений при строительстве и эксплуатации подкрановых путей [Текст] / Е.В. Горохов, Н.Е. Ламбин, В.Н. Ламбин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Макеевка : Донбасс. нац. академ. строит. и арх., 2009. – 252 с.
3. К вопросу об определении непрямолинейности рельсовых осей подкрановых путей [Текст] / Н.С. Анненков, Е.Ю. Анненкова // Геодезия, кадастр и землеустройство. Воронеж, 2004. – С. 33 – 35.
4. Марфенко С.В. Геодезические работы при строительстве промышленных сооружений [Текст] / С.В. Марфенко. – Москва : МИИГАиК, 2004. – 48 с.
5. Особенности выполнения геодезических работ для оценки состояния подкрановых путей предприятий / В.Н. Анопин, В.Д. Латенко // Наука и образование: архитектура, градостроительство и строительство : материалы Международной конференции, посвященной 80-летию строительного образования и 40-летию архитектурного образования Волгоградской области, 6—10 сентября 2010 г., Волгоград / Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. – Волгоград : ВолГАСУ, 2010. – С. 102 – 105.
6. Руководство пользователя. Электронный тахеометр Trimble M3 [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://geocourse.kz/Downloads/manuals/Тахеометры/Trimble/m3_user_guide_%20rus_ext.pdf

УДК 625.12

Расчет контрбанкетов и проектирование устойчивого земляного полотна
Смоляницкий Л.А.¹

Аннотация: в статье изложена методика расчета контрбанкета для повышения устойчивости насыпей на слабом основании.

¹ Смоляницкий Л.А. к.т.н., доцент, филиал РГУПС в г.Воронеж

Ключевые слова: земляное полотно, основание, насыпь, откос, контрбанкет, несущая способность основания

Принято считать, что если грунт при возведении насыпи уплотнен до максимальной плотности при оптимальной влажности, то при надежном верхнем строении стабильность пути обеспечена. Это положение имеет место, если устойчиво основание насыпи. Качественно возведенная насыпь на слабом основании расплзается в процессе выдавливания грунта основания из-под насыпи, что фиксируется в виде неравномерных просадок пути.

В последние годы в связи с интенсивными атмосферными осадками происходят паводки на многих реках в различных регионах России, в результате которых подтапливается и разрушается земляное полотно железных и автомобильных дорог, тем более когда высокие насыпи, например, на подходах к мостам, возведены в поймах рек на слабых основаниях. При затоплении (подтоплении) земляного полотна существенно снижается его несущая способность.

Наиболее надежным и простым способом стабилизации насыпей на слабом основании на действующих линиях является *устройство контрбанкета*. При проектировании новых насыпей на слабом основании следует рассчитывать такое заложение откосов, чтобы обеспечивалась общая устойчивость земляного полотна.

Из механики грунтов, например [4], известно, что при разрушении основания в нем под нагрузкой образуется из грунта упругое ядро в виде клина, которое погружаясь в грунт основания, выдавливает его в стороны (рис. 1). Как видно из приведенного рисунка, глубина и ширина зоны разрушения основания зависит от ширины нагрузки b . На рис. 1 показан наиболее простой вариант нагрузки – прямоугольная равномерно распределенная жесткая нагрузка. Нагрузка на основание от грунтовой насыпи параболическая и гибкая с максимумом по центру. С учетом нагрузки от подвижного состава и верхнего строения пути, эпюра давления на основание насыпи трапецевидная (почти треугольная для высоких насыпей).

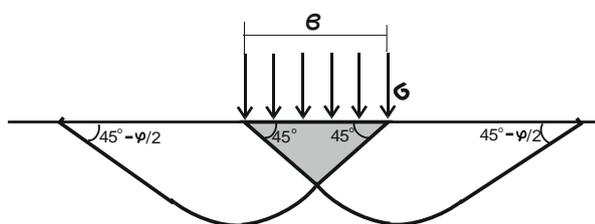


Рис.1 Разрушение основания под жесткой неравномерно распределенной нагрузкой

Ниже приведена, разработанная автором, простая методика расчета контрбанкетов. Для проектирования контрбанкета необходимо рассчитать его

высоту и определить ширину. Расчет высоты контрбанкета выполняется в следующем порядке.

1. Расчет эквивалентной ширины подошвы насыпи.

В известных простых расчетных схемах [4] обычно рассматривается жесткий фундамент шириной $\mathbf{b}_ф$, передающий на грунт основания равномерно распределенную нагрузку.

Для использования в, приведенных ниже расчетах, известных формул, заменим фактическую ширину подошвы насыпи $\mathbf{b}_ф$ эквивалентной шириной \mathbf{b} с равномерным распределением давления по подошве.

$\mathbf{b} = 0,5(\mathbf{b}_ф + l)$ (1). Здесь l - ширина загруженной части основной площадки. Для упрощения расчетов нами принято допущение, что в поперечном профиле насыпь с грунтовой прямоугольной нагрузкой на основной площадке высотой $hэ$ и шириной l (взамен нагрузки от поезда) условно сохраняет трапецевидное сечение (с основаниями $\mathbf{b}_ф$ и l) в поперечном профиле (рис.2). Для высоких насыпей, под которыми и разрушается основание, принятое допущение не существенно, так как $\mathbf{b}_ф$ значительно больше ширины основной площадки или загруженной ее части.

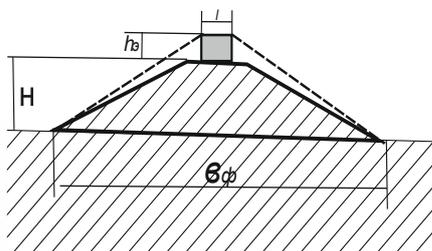


Рис. 2. К определению эквивалентной ширины подошвы насыпи

2. Расчет эквивалентной дополнительной высоты насыпи взамен нагрузки от поезда

Основная площадка насыпи загружена нагрузкой от поезда $\mathbf{b}_п$. Заменим эту нагрузку эквивалентной дополнительной высотой насыпи по формуле из [1]:

$$hэ = (p_n + \mathbf{b}_{всп}) / \gamma (l_{ш} + 0,5h_б) \quad (2), \text{ где: } p_n = 0,85 \mathbf{b}_п(l_{ш} + h_б) \quad (3), \gamma - \text{удельный вес}$$

грунта основания, - $\mathbf{b}_{всп}$ давление от верхнего строения пути. $\mathbf{b}_{всп} = h_б \gamma_б$, где, $\gamma_б$ - удельный вес балласта. В формуле (3) $l_{ш}$ - длина шпалы, $h_б$ - толщина балласта под шпалой.

Для практического примера принимаем: ширина загруженной части основной площадки $l = 3,5$ м, толщина балласта под шпалой $h_б = 0,4$ м, длина шпалы $l_{ш} = 2,7$ м., давление на основную площадку от поезда $\mathbf{b}_п = 80$ кПа,

давление от верхнего строения пути $\sigma_{всп} = 8$ кПа. Подставив указанные значения в, приведенные выше формулы, получим $hэ = 3,92$ метра.

3. Расчет фактического среднего равномерно распределенного давления на основание насыпи.

Среднее равномерно распределенное давление на основание равно:

$\sigma_{ф, средн.} = G/b$ (4), где G – вес грунта насыпи + нагрузка от поезда + нагрузка от верхнего строения пути (в сечении вдоль насыпи шириной 1 метр).

$G = V \gamma$ (5), где γ - удельный вес грунта насыпи, кН/м³. V – Объем насыпи в поперечном сечении шириной вдоль насыпи 1 метр, $V = 0.5(S+b_{ф}) H + l hэ$, м³, где H - высота насыпи, S - ширина основной площадки насыпи, l – ширина загруженной части основной площадки.

Принимая для практического примера $\gamma = 19,2$ кН/м³, $H = 12$ м, ширину основной площадки насыпи $S = 6$ метров, – ширину загруженной части основной площадки $L = 3,5$ метра, рассчитаем вес насыпи в качестве примера для вариантов: заложение откосов насыпи: а) 1:1, б) 1:2, в) 1:3, г) 1:4.

При этом следует учесть, что, если насыпь даже полностью затоплена водой, на основание давит полный вес насыпи, то есть, взвешенный в воде грунт и вода в порах, поэтому в формулу (5) подставляется полный удельный вес грунта γ [2].

$$G_a = 4409,3 \text{ кН}, G_b = 7174,1 \text{ кН}, G_v = 9938,9 \text{ кН}, G_g = 12703,6 \text{ кН},$$

Рассчитаем эквивалентную ширину подошвы насыпи b по формуле (1) для принятых в примере вариантов:

$$b_a = 16,75 \text{ м}, b_b = 28,75 \text{ м}, b_v = 40,75 \text{ м}, b_g = 52,75 \text{ м}$$

Средне равномерно распределенное давление на основание насыпи, рассчитанное по формуле (4), составит для наших вариантов:

$$\sigma_a = 263,2 \text{ кПа}, \sigma_b = 249,5 \text{ кПа}, \sigma_v = 243,9 \text{ кПа}, \sigma_g = 240,8 \text{ кПа}.$$

4. Расчет предельно допустимого давления на основание насыпи.

Рассчитаем предельное давление на основание насыпи (предельное сопротивление грунта основания) $\sigma^{пред}$ по формуле из [3]:

$$\sigma^{пред} = (N_r \xi_r b \gamma + N_q \xi_q \gamma d + N_c \xi_c c) \quad (6),$$

где коэффициенты формы $\xi_r = 1$ для линейного объекта, коэффициенты N_r , N_q и N_c находятся по таблице (выдержка из [3]) в зависимости от угла внутреннего трения грунта основания - ϕ , град. Подошва насыпи расположена на уровне основания насыпи, поэтому значение $-d$ - заглубление в грунт равно нулю; b – эквивалентная ширина равномерно распределенной нагрузки на основание.

Таблица. Зависимость коэффициентов N от угла внутреннего трения.

Угол внутреннего трения, φ , град	N_s	N_q	N_c
5	0,20	1,57	6,49
10	0,60	2,47	8,34
15	1,35	3,94	10,98
20	2,88	6,40	14,80
25	5,87	10,66	20,72

Рассмотрим два случая.

Случай 1 – грунт основания **не подтоплен** водой. В формулу (6) подставляется полный удельный вес грунта основания γ . Примем для примера следующие характеристика грунта основания (суглинок легкий текучепластичный, водонасыщенный): удельный вес $\gamma=19,6$ кН/м³, влажность 25,3 %, угол внутреннего трения $\varphi =9^\circ$, удельное сцепление $c =11$ кПа. Находим, интерполируя по таблице 1, значения $N_s= 0,52$, $N_c= 7,99$, $N_q = 2,30$.

Предельно допустимое давление $\sigma^{пред}$ для рассматриваемых в примере четырех вариантов составит:

$$\sigma_a^{пред} = 280,2 \text{ кПа}, \sigma_b^{пред} = 374,9 \text{ кПа}, \sigma_v^{пред} = 555,7 \text{ кПа}, \sigma_z^{пред} = 693,6 \text{ кПа}$$

Коэффициенты устойчивости земляного полотна будут: $K_y = \sigma^{пред}/\sigma$ (7).

Для рассматриваемых в примере вариантов коэффициент устойчивости составит:

$$K_y a = 1,06, K_y b = 1,50, K_y v = 2,30, K_y z = 2,88. \text{ Основание устойчивое.}$$

Случай 2 – грунт основания **подтоплен** водой. В формулу 6 подставляется взвешенный в воде удельный вес грунта основания γ_{sb} , как указано в своде правил [3]. Из механики грунтов $\gamma_{sb} = (\gamma_s - \gamma_w)/(1+e)$ (8). Здесь γ_s – удельный вес сухого грунта (примем 27 кН/м³), $\gamma_w = 9,81$ кН/м³ – удельный вес воды, e - коэффициент пористости. По расчету по формуле (8) в нашем примере $\gamma_{sb} = 9,95$ кН/м³.

Тогда предельно допускаемое давление на подтопленное основание составит:

$$\sigma_a^{пред\ затл} = 174,7 \text{ кПа}, \sigma_b^{пред\ затл} = 236,7 \text{ кПа}, \sigma_v^{пред\ затл} = 298,6 \text{ кПа}, \sigma_z^{пред\ затл} = 360,7 \text{ кПа}$$

А коэффициенты устойчивости будут:

$$K_y a = 0,56; K_y b = 0,95; K_y v = 1,22; K_y z = 1,49.$$

5. Расчет высоты контрбанкета

Для расчета высоты контрбанкета h_k используем формулу (6), преобразовав ее из следующих соображений. Представим, что насыпь погружена в грунт основания на величину d , тогда грунт вокруг насыпи можно рассматривать как контрбанкет высотой h_k .

Из формул (6 и 7) $K_y = (N_r \xi_r b \gamma + N_q \xi_q \gamma d + N_c \xi_c c) / \sigma$ (8). Решим уравнение (8), относительно d . $d = h_k = (K_y \sigma - N_r b \gamma - N_c c) / N_q \gamma$ (9). Это случай, когда подтопление земляного полотна не возможно

Если земляное полотно подтоплено

$$d^{подт} = h_k^{подт} = (K_y \sigma - N_r b \gamma_{sb} - N_c c) / N_q \gamma_{sb} \quad (10).$$

Рассчитаем по формулам (9) и (10) для условий нашего примера необходимую высоту контрбанкета при четырех вариантах заложения откосов для случаев невозможности подтопления земляного полотна и подтопленного земляного полотна. Результаты расчетов приведены на графиках (рис. 3).

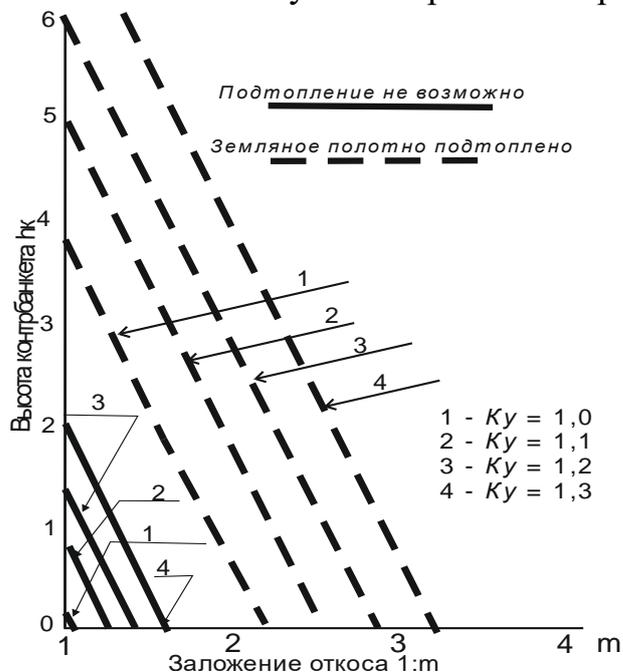


Рис.3. Зависимость высоты контрбанкета от заложения откоса

Для эксплуатируемого пути с насыпью на слабом основании для заданного коэффициента устойчивости находится по рис. 3 требуемая высота контрбанкета. В нашем примере при заложении откосов насыпи 1:2 для случая подтопления при коэффициенте устойчивости 1,2 необходим контрбанкет высотой 2,7 м, а при коэффициенте устойчивости 1,3 соответственно 3,8 метра.

6. Определение ширины контрбанкета

Из рис. 1 видно, что ширина выдавливаемого грунта основания даже превосходит ширину нагрузки на основание. Поэтому, ширина контрбанкета должна приниматься не менее эквивалентной ширины подошвы насыпи b . На

рис.4 приведен чертеж контрбанкета (схематично) для нашего примера (случай 2, вариант б).

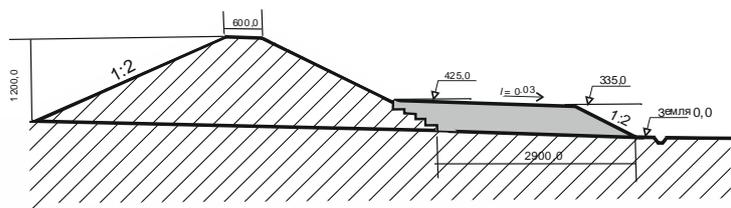


Рис.4. Конструкция контрбанкета (схематично по данным для примера)

Проектирование устойчивого земляного полотна на новой линии

При проектировании новой линии для насыпи на слабом основании следует устанавливать такое заложение откосов, чтобы нагрузка на основание не превышала предельно допустимое значение. Выполнив для конкретного объекта расчеты аналогично, предложенным автором, и построив графики аналогично, приведенным на рис. 3, находятся, задаваясь K_u , по графикам значения заложения откосов, при которых обеспечивается устойчивость земляного полотна. При этом высота контрбанкета принимается **равным нулю**.

В предложенном примере по графикам на рис. 3 находим требуемые заложения откосов в условии подтопления: $K_u = 1,0$ заложение откоса 1:2,2; $K_u = 1,1$ заложение откоса 1:2,6; $K_u = 1,2$ заложение откоса 1:2,9; $K_u = 1,3$ заложение откоса 1:3,2.

Список литература

1. Железнодорожный путь. Под ред. Е.С. Ашпица. Изд. ФГБУ, 2013 г.364 с.
2. Смоляницкий Л.А. Инженерно-геологические и геотехнические изыскания для строительства. Изд. АСВ, М., 2017, 246 с.
3. СП 22.13330.2011 «Основания и фундаменты»,
4. Цытович Н.А. Механика грунтов. Госстройиздат, М., 1963, 632 с.

УДК 625.12

Устойчивость оснований и откосов, сложенных затопленными или воздушно сухими песчаными грунтами

Смоляницкий Л.А.¹

Аннотация: В статье приведены результаты измерений в лабораторных условиях несущей способности оснований и устойчивости откосов в песках мелком и средней крупности в воздушно сухом состоянии, при капиллярной влажности и при затоплении, когда отсутствуют в порах мениски воды и песок взвешен в воде. Испытания показали, что, прочность затопленного и воздушно

¹ Смоляницкий Л.А., к.т.н., доцент, филиал РГУПС в г. Воронеж

сухого песчаного грунта существенно ниже, чем при капиллярной влажности. Предложено в ГОСТ 25100. Грунты, Классификация ввести дополнительно разновидность грунта по водонасыщению – «грунт затопленный», а для песков и грунт «воздушно сухой». Предложено в расчете устойчивости затопленных откосов в удерживающих силах учитывать удельный вес взвешенного в воде грунта.

Ключевые слова: механика грунтов, несущая способность оснований, устойчивость откосов песчаных грунтов.

Автором в ряде ранее опубликованных работ [2-5], приведены результаты исследований влияния капиллярных сил, которые имеют место в дисперсных грунтах, на деформации грунтов. Капиллярное давление, измеренное в процессе исследований, достаточно велико до 40 *кПа*, а по данным литературных источников, указанных в приведенных выше работах, может достигать 400 *кПа*.

В данной статье приведены результаты непосредственных измерений в лабораторных условиях несущей способности оснований и устойчивости откосов песчаных грунтов в воздушно сухом состоянии, при капиллярной влажности и в затопленном состоянии.

Термины «затопленный грунт» и «воздушно-сухой грунт» в нормативных документах, например [1], отсутствует, поэтому, приведем пояснение. Назовем «затопленным грунтом», такой грунт, который не только водонасыщен, но в нем поры заполнены водой так, что в них отсутствуют капиллярные мениски. В воздушно-сухом песке также отсутствует капиллярная вода и, следовательно, капиллярные мениски. В затопленных песках (и в легких супесях) капиллярная вода полностью заменена гравитационной водой и грунт взвешен в ней. Как будет показано ниже, при переходе грунта (имеется в виду песок и супесь) из состояния просто водонасыщенного в затопленное состояние или в воздушно-сухое состояние, *существенно скачкообразно* уменьшается его прочность, в результате исчезновения капиллярных сил, прижимающих минеральные частицы грунта друг к другу.

Отметим, что прочность грунта (устойчивость грунтового массива, предельное сопротивление сдвигу) определяется двумя факторами: прочностными характеристиками грунта углом внутреннего трения и удельным сцеплением (а для песка в основном углом внутреннего трения) и напряженным состоянием грунта.

Опыты проводились в лабораторных условиях с двумя грунтами: 1-й грунт- мелкий песок (песок 1), из которого удалены пылеватые и глинистые частицы путем промывки, 2-й грунт – песок средней крупности (песок 2). Целью испытаний являлось сравнение прочности песчаного грунта в воздушно сухом, капиллярно влажном и затопленном состояниях при испытаниях в приборе на вращательный срез, под штампом, имитирующем фундамент сооружения, и в откосе при дополнительной нагрузке.

Испытания песков для определения прочностных характеристик выполнялись в приборе одноплоскостного среза при различных значениях капиллярной влажности, в сухом и в затопленном (в полиэтиленовом кульке) состояниях. Результаты испытаний были практически одинаковыми во всех опытах - значения угла внутреннего трения 33-36 градусов при удельных сцеплениях 3-5 *кПа*. В стабилометре нами испытания не производились.

Учитывая, что прочностные характеристики песка практически не зависят от степени водонасыщения, в дальнейшем в тексте в рассуждениях о прочности грунта подразумевается только изменение его напряженного состояния.

Для испытаний на вращательный срез (испытывался только песок 2) был изготовлен специальный прибор, устроенный следующим образом. Корпус прибора диаметром 90 мм и высотой 140 мм из пластика закреплялся на столе. Рабочий орган в виде металлического диска толщиной 10 мм, диаметром 60 мм с ребрами высотой по 3 мм на плоских поверхностях насажен на стержень длиной 180 мм с рычагами в верхней части для приложения вращательного момента. На дно емкости насыпался испытываемый песок (при разных начальных влажностях в разных опытах) слоем 20 мм; песок уплотнялся трамбованием. На поверхность песка строго вертикально устанавливался рабочий орган, после чего емкость прибора засыпалась таким же песком слоями по 20 мм с уплотнением каждого слоя трамбованием и штыкованием. Слой песка над диском составлял 70-80 мм. До вращательного среза фиксировалось положение поверхности песка в приборе. К рычагам прикладывался вращательный момент, возрастающий до наступления сдвига (поворота рабочего органа). Возрастающее усилие создавалось непрерывной медленной подачей воды в емкости, подвешенные через блоки к рычагам. После сдвига снова фиксировалось положение поверхности грунта. В некоторых опытах сухой или капиллярно влажный песок после сдвига затапливался водой, выдерживался до нового испытания 30-40 минут, пока не удалялся воздух. Далее снова осуществлялся вращательный сдвиг в затопленном песке. В других опытах после удаления гравитационной воды песок подсушивался в приборе (в течение нескольких суток вода частично испарялась через открытую поверхность) для уменьшения капиллярной влажности. Было установлено, что в процессе испытаний изменение плотности песка (уплотнение или разуплотнение) не наблюдалось, так как положение поверхности оставалось неизменным. Можно утверждать, что в процессе вращательного сдвига затопленный песок средней плотности не приходил в текучее состояние (псевдотекучесть).

Несколько испытаний было выполнено при дополнительном давлении 0,33 *кПа*, приложенном к поверхности капиллярно влажного и затопленного грунта. Давление на песок передавалось штампом с отверстием в центре, через которое проходил стержень от рабочего органа. Для предотвращения арочного эффекта в этих опытах внутренние стенки цилиндра смазывались техническим вазелином. Каждый опыт выполнялся с 4-6 кратной повторностью при одинаковых начальных значениях влажности и плотности песка. В таблице

указаны средние значения предельных моментов; коэффициент вариации не превышал 0,03.

Результаты испытаний песка 2 на вращательный сдвиг приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты испытаний песка 2 на вращательный срез

Плотность, ρ , г/см ³	Влажост ь w, %	Плотност ь сухого грунта, ρ_d , г/см ³	Кoeffиц иент пористос ти, e	Степень влажност и, Sr	Предельн ый момент, M, Н м,
Без дополнительного давления					
1,68	6,10	1,58	0,68	0,24	1,51
2,01	27,9	1,56	0,70	1,0*	0,70
1,72	9,6	1,57	0,69	0,37***	1,37
1,54	0,0	1,54	0,72	0,0	0,75
Под дополнительным давлением 33 кПа					
1,79	12,6	1,59	0,67	0,50	1,58
1,02	27,9	1,58	0,68	1,0*	0,81

Примечание. * - грунт затоплен; *** - гравитационная вода удалена и грунт подсушен.

Как видно из результатов испытаний, приведенных в таблице 1, капиллярные силы, прижимающие частицы песка друг к другу, увеличивают его прочность в сравнении с прочностью сухого песка примерно в 1,92 раза, а с прочностью затопленного песка в 2,06 раза. Или, наоборот, при исчезновении капиллярных сил, когда песок затоплен или находится в воздушно-сухом состоянии, его прочность при одинаковой плотности примерно в два раза ниже, чем у песка, содержащего капиллярную воду.

Для исследования влияния капиллярных сил в порах песчаного грунта на его несущую способность (предельное сопротивление) использовалось загрузочное устройство стандартного компрессионного прибора. Вместо одометра на столик прибора устанавливалась емкость с песком, на поверхность которой укладывался штамп диаметром 80 мм. Толщина слоя песка под штампом составляла 100 мм, а максимальное удаление стенок емкости от штампа 150 мм. Песок в емкость укладывался слоями по 20 мм с уплотнением каждого слоя. Загружение через 10-ти кратный рычаг осуществлялось постепенно ступенями по 10-25 кПа после уплотнения от предыдущей нагрузки.

Наблюдался хорошо изученный процесс: сначала происходило уплотнение грунта под штампом, а при дальнейшем увеличении нагрузки образовывались радиальные трещины, расходящиеся от штампа, потом при

дальнейшем возрастании нагрузки штамп резко погружался в песок, а песок приподнимался на удалении от штампа – происходило выдавливание песка из-под штампа. Такой характер деформаций и последующего разрушения имел место независимо от влажности грунта. Различие заключалось только в том, что в сухом и затопленном песках границы разрушения и выдавливания песка не превышали половины диаметра штампа вокруг него, а при капиллярной влажности выдавливание происходило в каком-то одном направлении с наклоном штампа, и площадь выдавленного песка достигала двойной площади штампа. Как видно из таблицы 2, пески были уложены в лоток со средней плотностью, а испытания в разных опытах выполнялись при разной капиллярной влажности песка, в сухом и в затопленном песке. Опыты при одинаковых начальных условиях также повторялись 4-6 раз. В таблице 2 приведены средние значения разрушающего предельного давления, коэффициент вариации значений не превышал 0,024.

Таблица 2. Характеристики песков до приложения нагрузки и предельные нагрузки.

№	Плотность , $\rho, \text{г/см}^3$	Плотность сухого грунта, $\rho_d, \text{г/см}^3$	Коэф. пори- стости, e	Степень влажности, S_r	Предельная нагрузка, N, H
1	1,70	1,70	0,56	0	580
	1,79	1,70	0,56	0,26	1370
	1,87	1,68	0,58	0,52	1790
	2,02	1,65	0,65	1,0*	440
	1,91	1,67	0,59	0,65**	2010
2	1,76	1,65	0,61	0,30	1620
	2,02	1,65	0,61	1,0*	523
	1,86	1,66	0,60	0,52**	2025
	1,59	1,59	0,67	0	590

Примечание. * - грунт затоплен; ** - гравитационная вода удалена.

Было выполнено несколько контрольных испытаний, которые заключались в следующем. В емкость укладывался капиллярно влажный песок с уплотнением, устанавливался штамп. На штамп прилагалась нагрузка 900 H, которая значительно ниже, чем предельная на капиллярно влажный грунт, но больше, чем предельная на затопленный песок. После того, как песок уплотнился (через 30-40 минут), на дно емкости через тонкую трубку подавалась вода, которая постепенно заполняла поры в песке снизу вверх, выдавливая воздух. Разрушение песка с резким погружением штампа происходило практически мгновенно, когда уровень воды в песке приближался

к подошве штампа и частично уже была затоплена зона размещения поверхностей скольжения.

Из сравнения значений предельных нагрузок видно, что при капиллярной влажности предельное сопротивление песчаного основания почти в 3,0 раза выше, чем в воздушно-сухом состоянии и в 3,51 раза, чем в затопленном. Возможно, предельные значения разрушающей нагрузки в капиллярно влажном песке в наших опытах несколько завышены из-за ограниченных размеров емкости, препятствующих развитию поверхностей скольжения, на которых реализуется минимальное сопротивление сдвигу. Но тот факт, что несущая способность капиллярно влажно песка существенно выше, чем песка сухого или затопленного водой, сомнения не вызывает.

Расчет предельного сопротивления грунта основания по первому предельному состоянию, например, по формуле 5.32 в СП 22 133300.11 [7] учитывает условие затопления грунта с использованием взвешенного в воде удельного веса грунта. Выполним расчет для реального фундамента размером $b=3$ x $l=9$ метров с глубиной заложения $d=3$ метра, например, под опору моста. Примем расчетные характеристики испытанных в наших опытах песков: удельный вес $\gamma = 19.1$ кН/м³, угол внутреннего трения $\varphi=33^\circ$, удельное сцепление $c=3$ кПа.

Рассчитаем предельное сопротивление песчаного грунта основания N по указанной выше формуле. Грунт не затоплен, имеет капиллярную влажность:

$N=bl(N_r \xi_r b \gamma + N_q \xi_q \gamma d + N_c \xi_c c)$ (1), где коэффициенты формы $\xi_r = 1 - 0,25/\eta = 0,917$;

$\xi_q = 1 + 1,25/\eta = 1,42$; $\xi_c = 1 + 0,3/\eta = 1,1$. Здесь $\eta = l/b = 9/3 = 3$.

Для угла внутреннего трения $\varphi=33^\circ$ по таблице 5.12 [7] $N_r = 21,36$, $N_q = 27,34$, $N_c = 39,28$.

$N = 3 \times 9 (21,36 \times 0,917 \times 3 \times 19,1 + 27,34 \times 1,42 \times 19,1 \times 3 + 39,28 \times 1,1 \times 3) = 93865,8$ кН.

В затопленном состоянии $N_{sb} = bl(N_r \xi_r b \gamma_{sb} + N_q \xi_q \gamma_{sb} d + N_c \xi_c c)$ (2), где: γ_{sb} - удельный вес песка, взвешенного в воде. Капиллярные мениски отсутствуют, поэтому удельное сцепление в затопленном песке также отсутствует и последнее слагаемое в формуле равно нулю. (Это наше предположение, такого указания в СП нет).

$N_{sb} = 3 \times 9 (21,36 \times 0,917 \times 3 \times 10,3 + 27,34 \times 1,42 \times 3 \times 10,3) = 48731,6$ кН.

При затоплении песка основания его предельное сопротивление уменьшилось в 1,93 раза ($93865,8/48731,6$). Условие затопления песка действительно учитывается в расчете предельного сопротивления по формуле 5.32, если принять значение удельного веса песка во взвешенном состоянии, а сцепление равным нулю.

Теперь представим, что фундамент строится (например, под производственное оборудование) на песчаном основании, где подземные воды залегают очень глубоко и фундамент опирается на воздушно-сухой песок.

Удельный вес сухого песка (из таблицы 2) γ_d равен 16,7 кН/м³, остальные значения остались прежними. Рассчитаем предельное состояние грунта для

этого случая, учитывая, что капиллярные силы отсутствуют и, поэтому, удельное сцепление равно нулю.

$N_d=3 \times 9(21,36 \times 0,917 \times 3 \times 16,7 + 27,34 \times 1,42 \times 3 \times 16,7) = 79011,0$ кН В сухом песке предельное сопротивление уменьшилось в 1,19 раза ($93865,8/79011$), а в наших опытах в три раза. Капиллярные силы, это силы внутренние (между частицами грунта) и их действие не зависит от веса массива грунта (третье слагаемое в формуле 5.32). Поэтому, размеры испытываемого объекта в данном случае не играют существенной роли. Уменьшение предельного сопротивления в сухом песке, так же, как и в затопленном, объясняется тем, что площадь поверхностей скольжения при разрушении основания существенно меньше, чем в капиллярно влажном песке (это наблюдалось в опытах и описано выше). Расчет по формула 5.32 СП для воздушно сухого-песка дает явно завышенное значение предельного сопротивления.

Предположим, что при испытании песка в срезном приборе нам не удалось полностью обеспечить затопление песка в образце и его воздушно сухое состояние, а в реальном грунтовом массиве реализуется не угол внутреннего трения песка, а угол естественного откоса. Примем для расчета для расчета несущей способности основания в затопленном или воздушно-сухом песке угол внутреннего трения равным углу естественного откоса (округленное значение 24 град. См. ниже). Рассчитаем несущую способность по приведенной выше формуле. По таблице 5.12 коэффициенты будут равны: $N_r=5,27$; $N_q=9,81$; $N_c=19,55$. Так как капиллярные силы отсутствуют $N_c=0$. Остальные коэффициенты не изменятся. Примем для затопленного песка взвешенный удельный вес, для воздушно-сухого – удельный вес сухого грунта.

В затопленном состоянии

$$N_{sb}=3 \times 9(5,27 \times 0,917 \times 3 \times 10,3 + 9,81 \times 1,42 \times 3 \times 10,3) = 15653,6 \text{ кН.}$$

Несущая способность основания уменьшится в шесть раз ($93865,8/15653,6 = 6$).

Выполним расчет для песка основания, находящегося в воздушно-сухом состоянии

$N_d=3 \times 9(5,27 \times 0,917 \times 3 \times 16,7 + 9,81 \times 1,42 \times 3 \times 16,7) = 79011,0$ кН. В сухом песке предельное сопротивление уменьшилось в 3,7 раза ($93865,8/25380,4$),

С учетом третьего члена формулы (без исключения сцепления), дает в затопленном грунте

$$N_{sb}=3 \times 9(5,27 \times 0,917 \times 3 \times 10,3 + 9,81 \times 1,42 \times 3 \times 10,3 + 19,55 \times 1,1 \times 3) = 17395 \text{ кН.}$$

Уменьшение несущей способности в 5,4 раза ($3865,8/17395$). Если песок основания находится в воздушно-сухом состоянии несущая способность уменьшается в 3,46 раза ($93865,8/27122,3$).

$$N_d=3 \times 9(5,27 \times 0,917 \times 3 \times 16,7 + 9,81 \times 1,42 \times 3 \times 16,7 + 19,55 \times 1,1 \times 3) = 27122,3 \text{ кН}$$

Рассмотрим влияние затопления на устойчивость склонов и откосов, сложенных песчаными грунтами. В лабораторных условиях испытывались те же пески 1 и 2.

Угол естественного откоса (без дополнительной нагрузки сверху) у песка 1 составил: в сухом состоянии $23^{\circ}50'$, в затопленном состоянии (под водой)

также $23^{\circ}50'$ (заложение откоса 1:2,25); у песка 2 составил $24^{\circ}30'$ в сухом и в затопленном состояниях (заложение откоса 1:2,19). Угол в обоих случаях одинаковый, так как отсутствуют капиллярные силы. При капиллярной влажности и в 1-м и во 2-ом песке в лотке глубиной 10 см устойчивым является даже вертикальный откос. Конечно, практический интерес представляют результаты исследований устойчивости натуральных склонов и откосов, когда действуют объемные силы и имеется нагружение сверху дополнительным давлением p , $кПа$. Объемные силы можно моделировать на центробежной установке, регулируя скорость вращения модели грунта или радиус консоли, что в наших условиях было недоступно. Но дополнительным давлением p можно заменить эквивалентный слоя грунта $h = p/\gamma$ (1), где γ - удельный вес грунта в $кН/м^3$. В, описанных ниже, опытах сверху откоса на горизонтальную площадку прилагалось через жесткий штамп давление $p = 80 кПа$, которое распространялось до бровки откоса (используя дорожную терминологию уточним – отсутствовала обочина). При удельном весе грунта $\gamma = 18 кН/м^3$, эквивалентная дополнительная высота насыпи h , соответствующая, приложенному внешнему давлению $p = 80 кПа$, составит 4,4 метра.

Целью опытов являлось определения устойчивого заложения условных откосов высотой 4,4 метра в песке мелком и в песке средней крупности (пески 1 и 2) при капиллярной влажности, в затопленном и сухом состояниях, когда отсутствуют капиллярные силы. Результаты испытаний можно будет сравнить с рекомендациями нормативных документов.

Испытания производились следующим образом. Емкость (лоток), описанная выше, заполнялась капиллярно влажным песком слоями по 20 мм с уплотнением каждого слоя до средней плотности. На штамп диаметром 50 мм, установленный на выровненную поверхность песка, прикладывалось давление 80 $кПа$. После стабилизации штампа (через 30-40 минут), песок вокруг штампа медленно удалялся от периферии к штампу так, что в создаваемом коническом откосе от края штампа, постепенно увеличивалась крутизна до момента наступления оползневого смещения песка. Испытания показали, что устойчивый откос в капиллярно влажном песках при разных влажностях имел предельное заложение в разных опытах от 1:1,55 до 1:1,62. Эти значения достаточно близки к нормативным значениям заложения откосов в песках до высоты насыпей (и глубины выемок) не более 6 метров (табл. 21 [8]).

Аналогичные опыты, выполненные с сухим и затопленным песками, показали, что устойчивый откос имеет заложение 1:3,4-1:3,5. Опыты производились по разным методикам – формировался откос, путем удаления уже затопленного песка, или устойчивый откос в капиллярно влажном песке медленно затапливался снизу. Полученные результаты вполне соответствуют рекомендациям нормативных документов, например, по возведению насыпей отсыпкой песчаного грунта в воду – табл. 25 в [8].

Выполненные нами испытания показали, что факторами, резко снижающими устойчивость склонов и откосов в песчаных грунтах, является отсутствие капиллярных сил в воздушно-сухом песке и исчезновение

капиллярных сил при затоплении откосов и взвешивании грунта в воде. Автором предложено в работе [6], в формуле расчета коэффициента устойчивости (по методу расчленения оползневого склона на блоки) затопленных склонов или откосов в силах сдвигающих следует учитывать **полный** удельный вес грунта γ (знаменатель), а в силах удерживающих (числитель) - **взвешенный** в воде удельный вес грунта γ_{sb} , полагая, что эффективные напряжения создаются взвешенными в гравитационной воде

частицами грунта, а именно:
$$K_y = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (c_i l_i + tg \varphi_i N_i)}{\sum_{i=1}^{i=n} (T_i + D_i)} \quad (2),$$

где c_i – удельное сцепление грунта на поверхности скольжения в i -ом сползающем блоке длиной по поверхности скольжения l_i , φ_i - угол внутреннего трения грунта в i -ом блоке,

$N_i = V_i \gamma_{sb} \cos a_i$, где a_i – угол наклона поверхности скольжения к горизонту, а V_i – объем сползающего блока; $T_i = V_i \gamma \sin a_i$. Гидродинамическое давление, протекающей через сползающий i -ый блок гравитационной воды, $D_i = n V_i J \gamma_w$, где n - пористость грунта, J - градиент потока, $\gamma_w = 9.81 \text{ кН/м}^3$ – удельный вес воды.

Таким образом, в затопленном песчаном грунте, в котором полностью отсутствует сцепление, даже при отсутствии гравитационного потока воды ($D_i = 0$), только за счет взвешивания грунта и исчезновения капиллярных менисков в порах, коэффициент устойчивости уменьшится более, чем в два раза (например, в 2,12, при полном удельном весе водонасыщенного песка $\gamma = 20 \text{ кН/м}^3$, при влажности 30%, и удельном весе взвешенного грунта $\gamma_{sb} = 9,19 \text{ кН/м}^3$). Сказанное выше легко подтвердить простым и наглядным опытом.

Лист пластика или стекла расположим под некоторым углом к горизонтальной поверхности и поверхность его смочим водой. Поставим на лист кольцо, заполненное капиллярно влажным песком (пылеватым, мелким или средней крупности) хорошо уплотненным и «испачкаем» поверхность листа песком, перемещая кольцо, вверх-вниз. Наклоняя лист под большим или меньшим углом найдем угол предельного отклонения для капиллярно влажного песка $a_{кан}$. Уменьшим угол наклона на несколько градусов и заливаем непрерывно песок водой. Как только уровень воды в кольце поднимется до поверхности песка (исчезнут мениски и песок взвесится в воде), кольцо с грунтом начнет смещаться вниз и будет смещаться до тех пор, пока будет поддерживаться уровень воды на поверхности песка. Повторяя многократно опыт с заполнением пор песка водой, найдем угол предельного отклонения для затопленного песка $a_{зат}$. Заложение откоса капиллярно влажного песка $tga_{кан}$ окажется примерно в два раза больше заложения откоса $tga_{зат}$ затопленного песка, потому, что в сдвигающих силах участвовал полный вес (вес частиц песка и воды в порах), а в удерживающих силах – вес взвешенных в воде частиц песка.

На основании изложенного выше можно в качестве рабочей гипотезы предположить, что затопленный устойчивый неукрепленный склон или откос в песчаных грунтах пылеватых, мелких или средней крупности имеет заложение примерно в пределах от 1:2,2 до 1:3,5 (в зависимости от крупности песка, высоты откоса и дополнительной внешней нагрузки), то есть уклон порядка 22-16 градусов. Более крутые склоны, сложенные песчаными грунтами или грунтами, имеющими слоистую текстуру – переслаивание песчаных, глинистых, суглинистых, супесчаных отложений (обычно это аллювиальные и флювиогляциальные отложения) в периоды интенсивных ливней, бурного снеготаяния, затопления при паводках **подвержены оползневым процессам**. При этом глубина расположения поверхностей скольжения определяется местоположением и мощностью слоев песка, их гидравлической связью, интенсивностью и продолжительностью атмосферных осадков, снеготаяния, то есть объемом грунта, насыщаемого гравитационной водой (объемом взвешенного в воде грунта). Даже через тонкие песчаные простои, имеющие между собой гидравлическую связь, возможно водонасыщение и затопление песчаного грунта оползневого массива. Поверхности скольжения в таких оползнях приурочены к песчаным прослоям. Периодически, в течение длительного времени (столетия, тысячелетия) происходили оползневые смещения грунта на склонах круче указанных выше значений, с различной глубиной расположения поверхностей скольжения. Смещаемый грунт перемешивался, переоткладывался, постепенно образуя относительно однородную по вещественному составу грунтовую массу, из которой в процессе диагенеза формировался делювий. Для того, чтобы сразу сформировался устойчивый склон, объем однократно выпавших атмосферных осадков мог быть недостаточным, и этот процесс многократно повторялся по старым или новым поверхностям скольжения, а устойчивое заложение склона могло быть не достигнуто. Но, образовавшиеся делювиальные отложения (обычно это суглинки) могли перекрыть слабоводопроницаемым чехлом песчаные отложения, и их водонасыщение и взвешивание в воде при интенсивных осадках и снеготаянии прекратилось. Так постепенно мог стабилизироваться в природных условиях склон круче 22-16 градусов. Возобновление оползневых процессов на таких территориях может быть спровоцировано в наше время хозяйственной деятельностью при удалении слабоводопроницаемого поверхностного слоя грунта.

На косогорах, сложенных слабоводопроницаемыми грунтами (глины, суглинки) с однородной текстурой, при интенсивных и длительных ливнях возникают эрозионные процессы (образование промоин, оврагов), если скорости потоков превышают предельные для конкретного грунта размывающие значения.

Чрезвычайно интенсивные атмосферные осадки, выпадающие в последние годы в разных регионах, привели к многочисленным разрушениям зданий и сооружений в результате их подтопления, затопления, размыва оснований и земляного полотна дорог. Несомненно, существенную роль в этих

бедствиях сыграло снижение прочности песчаных грунтов (и супесей), перешедших из состояния капиллярного водонасыщения в затопленное состояние.

На основании изложенного материала можно сделать следующие выводы.

1. При затоплении песчаного грунта, когда в его порах исчезают капиллярные мениски воды и песок взвешивается, происходит существенное скачкообразное уменьшение его прочности. Из-за отсутствия капиллярных сил сопротивление сдвигу воздушно-сухих песков существенно ниже, чем песков капиллярно влажных.

2. Целесообразно ввести в ГОСТ 25100 в таблицу Б.11 дополнительную разновидность грунта по степени его водонасыщения – «грунт затопленный». А для песчаных грунтов разновидность «грунт воздушно-сухой».

3. Желательно внести уточнение в формулу 5.32 СП 22.13330 для расчета предельного сопротивления воздушно-сухих песков.

4. Необходимо при инженерно-геологических и геотехнических изысканиях на предположительно оползневых склонах существенно детализировать исследование текстуры и водопроницаемости грунтов на глубину возможного развития поверхностей скольжения, а также рассчитывать баланс поверхностного стока воды и инфильтрации в грунт в зависимости от литологического строения склона, текстуры, интенсивности и продолжительности атмосферных осадков, снеготаяния.

Список литературы

1. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация.
2. Смоляницкий Л.А. Деформации земляных сооружений под действием капиллярного давления. Ж. Основания, фундаменты и механика грунтов. 2007, № 2. – С. 22-25
3. Смоляницкий Л.А. Капиллярное давление и деформации грунтов. Ж. «Путь и путевое хозяйство». 2007, № 1. - С. 34-36.
4. Смоляницкий Л.А. Капиллярное увлажнение грунтов земляного полотна. Ж. Геология, изд. ВГУ. 2012, № 1, - С. 229-231.
5. Смоляницкий Л.А. Прогноз состояния земляного полотна. НИИ Геологии ВГУ, вып.40, г. Воронеж. 2006, 143 с.
6. Смоляницкий Л.А. Инженерно-геологические и геотехнические изыскания для строительства. Издательство АСВ, М. 2017, 245 с.
7. СП 22.13330.11. Основания зданий и сооружений.
8. СН 449-72. Указания по проектированию земляного полотна железных и автомобильных дорог. Минтрансстрой, 1972.

Секция 5. Проблемы обеспечения промышленной безопасности и экологии на железнодорожном транспорте

УДК 658.003: 656.2

О некоторых результатах исследования перспективных средств борьбы с нежелательной порослью в полосах отвода железных дорог Вакула Е.Ю¹.

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы повышения безопасности функционирования железных дорог путём удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности на полотне и полосах отчуждения железных дорог. На основе проведённого патентного поиска по базам Федерального института промышленной собственности делается вывод о необходимости разработки ресурсосберегающих (в том числе компактных) средств механизации.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, нежелательная растительность, патентный поиск.

Среди всех видов транспорта во многих странах ведущее место занимает железнодорожный транспорт, что объясняется его универсальностью: возможностью обслуживать все отрасли экономики и удовлетворять потребности населения в перевозках практически во всех климатических зонах и в любое время года, высокой провозной способностью и эффективностью перевозок массовых грузов на большие расстояния, сравнительно большими скоростями, надёжностью и безопасностью, низкой себестоимостью перевозок, меньшим воздействием на окружающую природную среду, чем другие виды транспорта.

Железнодорожный транспорт связывает в единое целое многочисленные области и районы нашей страны, обеспечивает жизнедеятельность всех отраслей экономики, реализацию социальных программ, экономическую и национальную безопасность государства [3]. На фоне роста спроса на услуги железнодорожного транспорта и еще более значительного его увеличения в прогнозной перспективе в настоящее время сохраняется ряд нерешенных внутренних проблем. Одной из них является: необходимость повышения безопасности функционирования железных дорог. Но, не решив проблему нежелательной растительности на полотне и полосах отчуждения железных дорог, мы не можем говорить о безопасном движении [5], так как наличие и произвольное появление нежелательной древесно-кустарниковой растительности мешает видимости сигналов и габаритных огней, нормальной эксплуатации различных устройств на линии, снижает производительность

¹ Вакула Е.Ю., аспирант, Воронежский государственный лесотехнический университет (г. Воронеж)

машин по глубокой очистке щебня и ухудшает дренирующие свойства призмы земляного полотна.

Этот далеко не полный перечень отрицательных последствий наличия растительности вызывает необходимость проведения мероприятий по предупреждению появления и искоренению высших растений, с целью обеспечения бесперебойности и безопасности перевозочного процесса в целом.

Для борьбы с растительностью используют как химические, так и механические способы. Широко распространён в настоящее время химический способ, однако для участков пути, проходящих в водоохраных зонах или в населённых пунктах, применение химических способов не допустимо. Кроме того, в мире всё больше поднимается волна недовольства, обусловленная тем, что именно химические способы наносят дополнительный урон окружающей среде.

Власти России не первый год думают, как укрепить производственный потенциал страны. Последние мировые политические события приводят правительство РФ к очевидной мысли: рассчитывать приходится в первую очередь на внутренние резервы. Машиностроение – хребет промышленности любого государства. Интересным видится то развитие машиностроительной промышленности, которое могло бы решить проблему устранения и возобновления произвольного появления нежелательной растительности. Для изучения этого вопроса нами был проведён патентный поиск по базам Федерального института промышленной собственности (ФИПС) и сделаны определенные выводы.

В борьбе с нежелательной древесно-кустарниковой растительностью механическими способами определились два направления: удаление растущей древесно-кустарниковой растительности вместе с корнями и раздельное удаление надземной и корневой частей растений [4].

Для расчистки полос отвода железных дорог от кустарника и мелкоколесья служит кусторезная машина [6]. При поступательном движении кусторезной машины приводной рабочий орган наводится на древесно-кустарниковую растительность, с помощью привода в виде гидравлического цилиндра выбирается оптимальная высота работы пригибающе-поддерживающего устройства (рис. 1). Пригибающе-поддерживающее устройство выполнено телескопически выдвижным для изгиба древесно-кустарниковой растительности с целью создания изгибающих напряжений древесно-кустарниковой растительности в зоне ее резания. Это снижает усилия резания и тем самым повышает эффективность удаления древесно-кустарниковой растительности за счет оптимизации усилия резания.

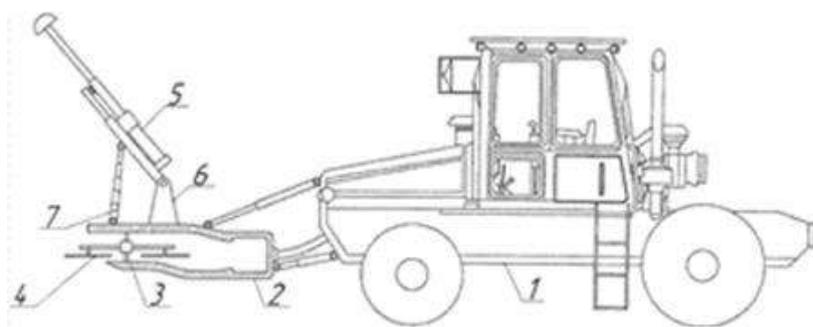


Рисунок 1. Кусторезная машина

Для работы на склонах может быть использован кусторез [1], отличие которого от прототипов заключается в том, что он снабжён поворотной рамой, при помощи которой можно изменять сторону обрабатываемого участка, не меняя направления движения трактора, двухпильным дисковым рабочим органом для повышения производительности и телескопической стрелой, которую можно опускать на откос с различным заложением при помощи механизма подъёма и опускания, что позволяет расширить область применения кустореза. Телескопическая стрела совершает возвратно-поступательное движение и тем самым увеличивает свой вылет (рис. 2).

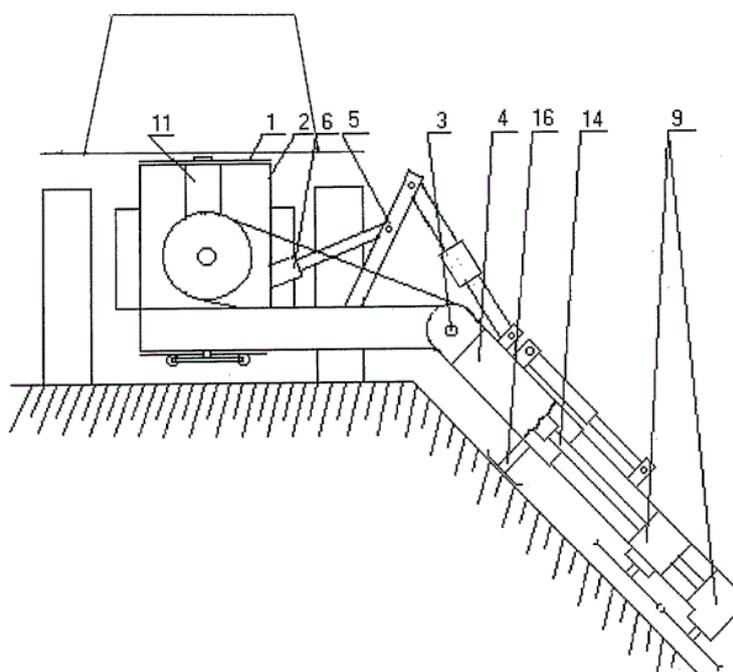


Рисунок 2. Кусторезная машина

После срезания порубочные остатки с полосы отвода железных дорог необходимо убрать для их дальнейшей утилизации (например, для их переработки в щепу).

Подборщик срезанной древесно-кустарниковой растительности [2] относится к устройствам для сбора, погрузки и транспортировки срезанной древесно-кустарниковой растительности и может быть использован в сельском, лесном хозяйстве и мелиорации при расчистке площадей от кустарника и

мелколесья. Отличия предлагаемого рабочего оборудования от прототипов заключается в наличии нескольких уплотняющих гребёнок, которые не только удерживают набранную растительность, но и уплотняют её, способствуя повышению производительности машины. Кроме того, для привода всех уплотнительных гребёнок используется лишь один гидроцилиндр с измененной конструкцией штока. Данный рабочий орган может использоваться в качестве сменного оборудования к погрузчикам, экскаваторам (рис. 3).

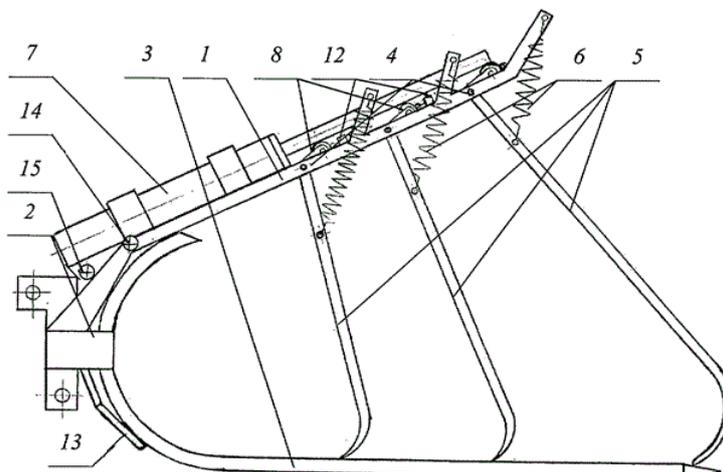


Рисунок 3. Подборщик срезанной древесно-кустарниковой растительности

В «Способе расчистки вырубок для искусственного лесовосстановления со сбором лесосечных отходов» [7] предложен подборщик, который собирая порубочные остатки, одновременно выполняет функцию измельчения надземной части пней и движется прямолинейно, не тратя время на огибание пней (рис. 4).

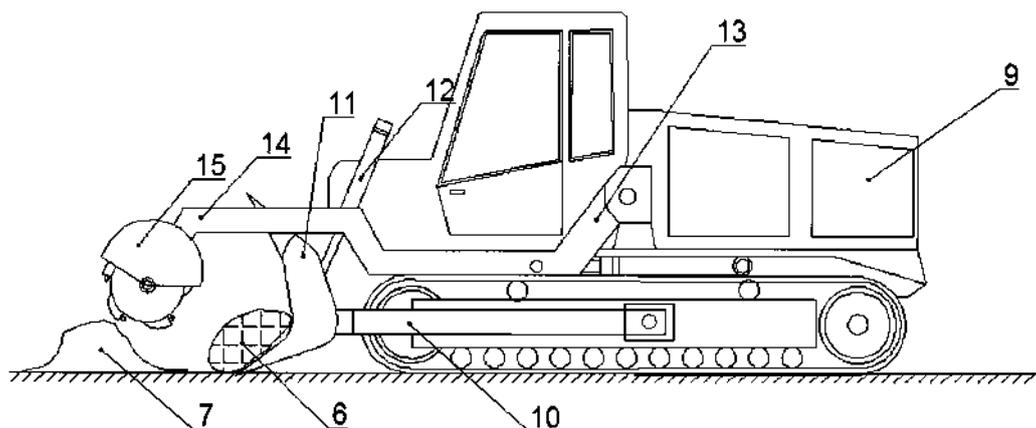


Рисунок 4. Подборщик срезанной древесно-кустарниковой растительности

Кроме вышеуказанных, нами были изучены и проанализированы и другие отечественные патенты на изобретение, а также на полезную модель. Однако, в просмотренном нами патентно-информационном фонде не обнаружено ресурсосберегающих компактных технических решений, необходимых для решения проблем с нежелательной растительностью, произрастающей в полосе

отвода железных дорог. При этом каждое из рассмотренных нами изобретений не решает поставленную задачу полностью.

Таким образом, можно сделать следующий вывод. У всех вышеперечисленных способов есть свои достоинства и недостатки. Так, машины на рельсовом ходу по механическому удалению растительности с полосы отвода имеют ограниченную зону обслуживания, от воздействия машин для сжигания травы могут возникать неконтролируемые пожары. Кроме того, в настоящее время всё ещё достаточно велика доля ручного труда по удалению нежелательной растительности (в т.ч. в труднодоступных местах). Поэтому для повышения эффективности удаления древесной и кустарниковой растительности актуальна разработка ресурсосберегающих (в т.ч. компактных) средств механизации по удалению нежелательной древесно-кустарниковой растительности.

Список литературы

1. Абдразаков Ф.К. Кусторез / Ф.К. Абдразаков, Д.А. Соловьев, Р.Н. Бахтиев, В.С. Егоров, Д.Г. Горюнов // Патент № 2258354 10.12.2003
2. Абдразаков Ф.К. Подборщик срезанной древесно-кустарниковой растительности / Ф.К. Абдразаков, Д.А. Соловьев, Р.Е. Кузнецов // Патент № 2258355 13.04.2004
3. Одуденко Т.А. Общий курс транспорта / Т.А. Одуденко. – Хабаровск: ДВГУПС, 2015. – 54 с.
4. Платонова М.А. К исследованию кинематических схем манипуляторов машин для удаления нежелательной растительности / М.А. Платонова, М.В. Драпалюк, А.А. Платонов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 5-2 (16-2). С. 108-112.
5. Платонов А.А. О механизации аутсорсинговых работ в области борьбы с нежелательной растительностью на эксплуатационных объектах инфраструктуры / А.А. Платонов, М.А. Платонова // В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство труды международной научно-практической конференции. 2016. С. 108-111.
6. Шегельман И.Р. Кусторезная машина / И.Р. Шегельман, Д.В. Кобокки, М.В. Ивашнев // Патент № 110595 16.06.2011
7. Шегельман И.Р. Способ расчистки вырубок для искусственного лесовосстановления со сбором лесосечных отходов / И.Р. Шегельман, М.В. Ивашнев, А.В. Демчук, П.В. Будник // Патент № 2554447 06.09.2013

УДК 621.43.068

Анализ нарушений безопасности движения поездов

Калачева О.А.¹, Прицепова С.А.²

Аннотация: Наиболее опасны нарушения, которые приводят к столкновениям подвижного состава и сходам его с рельсов. Зачастую они заканчиваются тяжелыми последствиями, вызывают длительные перерывы движения поездов. Необъективность при классификации нарушений безопасности движения и поверхностное отношение к их расследованию создают ложное представление о допущенных ошибках и, как следствие, ведут к их повторяемости

Ключевые слова: непрерывный рост перевозок, рабочие зоны, технологические операции, климатические факторы, опасные ситуации.

Рабочие места и рабочие зоны железнодорожников многих профессий расположены в непосредственной близости от движущегося или готового к движению подвижного состава. Для выполнения ряда технологических операций работающие вынуждены соприкасаться с подвижным составом. Условия труда усложняются еще и тем, что железные дороги работают круглосуточно в любое время года и при любой погоде.

Непрерывный рост перевозок, осуществляемых железными дорогами, приводит к увеличению интенсивности движения поездов, повышению их массы и скоростей движения. Как следствие происходит увеличение протяженности тормозных путей, возрастает опасность наезда подвижного состава на людей[1,4,7].

Большая часть контингента железнодорожников занята работой непосредственно на путях перегонов и станций. К особенностям работы на путях можно отнести наличие путей с интенсивным разносторонним движением, протяженные тормозные пути, ограниченное расстояние между осями смежных путей, а также подвижным составом и сооружениями, большая протяженность фронта работ при ограниченном обзоре, низкая освещенность рабочей зоны в темное время суток.

Одной из основных причин повышенной опасности труда на железнодорожном транспорте является необходимость работы в зоне, которая существенно ограничена габаритом подвижного состава. Целый ряд технологических операций, выполняемых дежурными по стрелочным постам, составителями поездов, осмотрщиками и регулировщиками скорости движения вагонов, осуществляется в пределах поперечного очертания подвижного состава[2,5].

Воздействие климатических факторов вносит ряд дополнительных трудностей. В зимний период резко ухудшается состояние производственной территории. Из-за снежных заносов усложняются условия перехода путей,

¹ Калачева О.А. д.б.н., профессор, филиал РГУПС в г. Воронеж

² Прицепова С.А. к.т.н., профессор, филиал РГУПС в г. Воронеж

передвижения по междупутьям. Длительная работа на открытом воздухе в сильные морозы может привести к обморожению. Спецодежда и спецобувь железнодорожников, работающих на открытом воздухе, должны обладать свойствами, обеспечивающими нормальные условия работы при резкой смене погоды.

Изменение погодных условий влияет на сопротивление движению подвижного состава, сцепление колес и рельсов, на работу локомотивов, вагонов, стрелочных переводов, контактной сети. С изменением погоды связан целый ряд отказов в работе технических устройств железнодорожного транспорта [2,7].

На электрифицированных участках железных дорог большая группа работников в той или иной мере связана с обслуживанием электроустановок.

Работы на контактной сети проводятся с изолированных площадок дрезин или съемных вышек. Повышенная опасность состоит в том, что расстояния, которые разделяют разнопотенциальные элементы контактной сети, определяются лишь размерами изолирующих элементов. Ограниченное время, в течение которого должны быть выполнены работы в условиях движения поездов и маневровых передвижений, создает трудности безошибочного соблюдения правил безопасности. Исследования показывают, что на участках переменного тока при коротких замыканиях в тяговой сети потенциалы рельсов относительно земли могут достигать 3 кв [3,5].

Для работников ряда профессий представляет опасность касание контактной подвески, находящейся под рабочим или наведенным напряжением. Это возможно при работах при погрузке и выгрузке вагонов. Опасность поражения наведенными потенциалами имеет место при ремонте пути, особенно бесстыкового, когда длина рельсового пути составляет сотни метров. Опасные ситуации возникают при устранении отказов электрооборудования локомотивов в пути следования. В условиях дефицита времени и стрессового состояния при поиске и устранении отказа повышается вероятность ошибочных действий локомотивных бригад. На деповском ремонте локомотивов и вагонов определенную опасность представляет выполнение работ с использованием домкратов, механизированных приспособлений, электроинструмента и др. Специфические опасности характерны для сварочных работ. Особенность применения труда людей в сложных технических системах порождает специфические опасности. Это заставляет проводить глубокий и всесторонний анализ причин и обстоятельств, которые могут вызывать производственные травмы или оказывать вредное влияние на работающих. На основе выработанных закономерностей следует целенаправленно разрабатывать конкретные профилактические мероприятия по улучшению условий труда с учетом специфики каждой профессии.

Безопасность движения поездов – один из важнейших эксплуатационных показателей железнодорожного транспорта. С ростом грузооборота железных дорог, увеличением массы поездов и интенсивности их движения, сокращением интервалов между поездами требования к безопасности движения повышаются.

Нарушение безопасности может привести к внезапному перерыву в движении поездов, аварии и даже крушению, что ведет за собой большие материальные потери, наносится ущерб окружающей среде, а подчас возможны и человеческие жертвы.

Специфические особенности железнодорожного транспорта значительно усложняют условия безопасного движения. Поезд, двигаясь по рельсам, не может маневрировать, а тормозные пути даже при экстренном торможении составляют сотни метров. Движение поездов осуществляется круглосуточно и практически при любых метеорологических условиях. Возможны также столкновения транспортных средств при пересечении железных и автомобильных дорог в одном уровне.

Безопасность движения поездов может быть нарушена при сходах подвижного состава с рельсов из-за изъятых и не поставленных в путь или лопнувшего рельса, уширения колеи, размыва насыпей, высоких грунтовых вод и засыпок выемок при стихийных бедствиях, при изломах бандажей, осей и колесных пар, разрушениях искусственных сооружений, падения опор контактной сети и мачт светофоров на рельсы, нарушениях габаритов подвижного состава, развалах груза в пути следования, при переводах стрелок под составом[5,6,7].

Для каждого вида транспорта нарушения безопасности движения классифицируются по конкретным критериям. На железнодорожном транспорте нарушения подразделяются на события: крушения поездов, аварии и особые случаи брака в работе.

1. К крушениям поездов относятся:

- столкновения пассажирских или грузовых поездов с другими поездами или подвижным составом, сходы подвижного состава в пассажирских или грузовых поездах на перегонах и станциях, в результате которых погибли или получили тяжелые телесные повреждения люди или повреждены локомотивы или вагоны до степени исключения их из инвентаря.

2. К авариям относятся:

2.1. Столкновения пассажирских поездов с другими поездами или подвижным составом, сходы подвижного состава в пассажирских поездах на перегонах и станциях, в результате которых повреждены локомотивы или вагоны соответственно в объемах ремонта в депо или более сложных ремонтов;

2.2. Столкновения грузовых поездов с другими грузовыми поездами или подвижным составом, сходы подвижного состава в грузовых поездах на перегонах и станциях, в результате которых допущено повреждение локомотивов или вагонов в объеме капитального ремонта;

2.3. Столкновения и сходы подвижного состава при маневрах, экипировке и других передвижениях, в результате которых погибли или получили тяжелые телесные повреждения люди или повреждены локомотивы или вагоны до степени исключения их из инвентаря.

3. К особым случаям брака в работе относятся:

- столкновения пассажирских или грузовых поездов с другими поездами или подвижным составом, сходы подвижного состава в пассажирских или грузовых поездах на перегонах и станциях, не имеющие последствий;
- прием поезда на занятый путь;
- отправление поезда на занятый перегон;
- прием или отправление поезда по неготовому маршруту;
- проезд запрещающего сигнала или предельного столбика;
- перевод стрелки под поездом;
- уход подвижного состава на маршрут приема, отправления поезда или на перегон;
- развал груза в пути следования;
- излом оси, осевой шейки или колеса;
- обрыв хребтовой балки подвижного состава;
- отцепка вагона от пассажирского поезда в пути следования из-за технических неисправностей;
- отправление поезда с перекрытыми концевыми кранами;
- неограждение сигналами опасного места для движения поездов при производстве работ;
- ложное появление на напольном светофоре разрешающего показания сигнала вместо запрещающего;
- столкновение поезда с автотранспортным средством или другой самоходной машиной, допущенной по вине железнодорожников;
- перекрытие разрешающего показания сигнала на запрещающее.

4. К случаям брака в работе относятся:

- отцепка вагона от грузового поезда в пути следования по тем или иным причинам;
- саморасцеп автосцепок в поезде;
- врез стрелки;
- отцепка вагона от поезда на промежуточной станции из-за нарушения технических условий погрузки, угрожающего безопасности движения;
- неисправность пути, подвижного состава
- устройств СЦБ и связи, контактной сети, электроснабжения и других технических средств, в результате которых допущена задержка поезда, установленного графиком движения, на один час и более;
- неисправность пути;
- сходы подвижного состава при маневрах, экипировке и т.д.

Таким образом, классификация нарушения безопасности движения строится на основе их последствий или потенциальной опасности. Например, события, повлекшие человеческие жертвы или тяжкие телесные повреждения у людей, в зависимости от вида передвижения (в поездах или при маневровой работе) относятся к крушениям или авариям.

Наиболее опасны нарушения, которые приводят к столкновениям подвижного состава и сходам его с рельсов. Зачастую они заканчиваются тяжелыми последствиями, вызывают длительные перерывы движения поездов.

Необъективность при классификации нарушений безопасности движения и поверхностное отношение к их расследованию создают ложное представление о допущенных ошибках и, как следствие, ведут к их повторяемости.

Список литературы

1. Гостева С.Р. Экологическая парадигма перехода к устойчивому развитию, модернизации России // Европейский журнал социальных наук – М., №4(32), 2013. С.574-582.
2. Гостев Р.Г., Гостева С.Р. Эколого-климатическая составляющая устойчивого развития Российской Федерации через призму итогового документа конференции организации объединенных наций по устойчивому развитию «Будущее, которого мы хотим» // Берегиня-777-Сова – М., № 2 (17), 2013. С.134-158.
3. Гостев Р.Г., Гостева С.Р. Переход Российской Федерации к устойчивому развитию и государственная политика в области экологического развития и климата// Берегиня-777-Сова – М., № 1 (16), 2013. С. 155-172
5. Гостева С.Р. Состояние экологической безопасности Российской Федерации и устойчивое развитие //Европейский журнал социальных наук – Рига-Москва., №1(17), 2012. С.482-491
6. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда. – Естественные и технические науки.- 2012.- № 6(62) – С.608-612.
7. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду - Естественные и технические науки – 2012 - № 6 (62) – С. 129-136
8. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование учет – Естественные и технические науки - 2013 - № 1(63). – С. 393-398

УДК 621.43.068

Анализ состояния безопасности на железнодорожном транспорте

Калачева О.А.¹, Прицепова С.А.²

Аннотация: Обеспечение безопасности движения на железных дорогах в немалой степени зависит от грузовой и коммерческой работы. Здесь также имеются очаги аварийности, которые дают о себе знать. Причиной допусаемых случаев брака являются несоблюдение грузоотправителями требований Технических условий погрузки и крепления грузов, отсутствие должного контроля со стороны приемосдатчиков при приеме грузов к перевозке, а также неудовлетворительное качество коммерческого осмотра поездов и вагонов в пути следования.

¹ Калачева О.А. д.б.н., профессор, филиал РГУПС в г. Воронеж

² Прицепова С.А. к.т.н., профессор, филиал РГУПС в г. Воронеж

Ключевые слова: безопасность движения, железнодорожный транспорт, аварийность, профилактическая работа

Степень обеспечения безопасности движения – явление неслучайное. За этим стоит огромный труд железнодорожников, организованность и целеустремленность в работе руководителей отрасли, железных дорог, отделений железных дорог и предприятий (табл.1).

Таблица 1

Количество нарушений безопасности движения на железных дорогах в 2008 – 2017 гг. (включая число крушений, аварий и случаев брака)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Количество нарушений безопасности жизнедеятельности	16814	15416	13561	113247	9111	7287	6325	5687	4791	3970
Произведенная работа (млрд. ткм брутто)	3521,1	2729,4	2619,4	2335,6	2143,1	2468,3	2777,8	2989,7	3486,6	3897,2
Относительное количество нарушений (на 1 млрд. ткм брутто)	4,8	5,7	5,1	4,7	3,9	3,4	2,6	2,0	1,8	1,5

Результаты статистического анализа за период 2008-2017 годы подтверждают правильность выбора путей в осуществлении профилактической работы по снижению аварийности на железнодорожном транспорте. Огоромно остается число брака в поездной и маневровой работе. Приведенные статистические данные подтверждают необходимость осуществления профилактических мер по предупреждению аварийности постоянно и неослабно, добиваясь при этом искоренения первопричин зарождения нарушений. Источником таких мер является не только анализ статистических данных и причин нарушений, но и результаты контроля фактическим исполнением системы организации обеспечения безопасности [1,3].

Железнодорожный транспорт представляет собой сложную и многогранную отрасль, каждое хозяйство и подразделение которой в той или иной мере участвует в организации обеспечения безопасности. Непосредственно связаны с этой деятельностью железнодорожники хозяйств: пути и сооружений, локомотивного, вагонного, перевозок, пассажирских сообщений, сигнализации, централизации и блокировки, электрификации и электроснабжения, грузовой и коммерческой работы, информации и связи.

На первый взгляд кажется странным, что в большинстве случаев нарушений, закончившихся крушениями, авариями или сходами с рельсов подвижного состава в поездах, причастные работники знали об имеющихся неисправностях, однако необходимых мер по ликвидации создавшейся угрозы безопасности движения не принимали. Причины такого отношения кроются прежде всего в человеческом факторе: низком уровне ответственности некоторой части работников хозяйства за состояние дел на порученном участке, слабой дисциплине, текучести кадров, недостаточном знании правил содержания и ремонта пути. Аналогичные негативные стороны человеческого фактора характерны и для других хозяйств. Много, конечно, зависит от профессионализма и дисциплинированности самих исполнителей работ

Не обеспечивается безопасность движения там, где руководители дистанций:

- редко проводят проверки пути, не осуществляют внезапных проверок и не контролируют деятельность дорожных мастеров и бригадиров пути;
- не обеспечивают своевременное устранение выявленных недостатков стрелочных переводов, содержания рельсовой колеи, искусственных сооружений;
- не всегда дают объективную оценку фактическому состоянию путей и стрелочных переводов;
- плохо организуют контроль за качеством капитального и среднего ремонта пути;
- не проявляют инициативу по внедрению новой техники и более совершенных технологий;
- не уделяют должного внимания вопросам подготовки и обучения кадров, повышению их квалификации;
- редко встречаются с коллективом, не проводят индивидуальные собеседования с работниками своих подразделений, не проявляют заботу в решении социальных вопросов.

Существует также много причин вызывающих очаги аварийности, крушений, случаев брака и отцепок грузовых вагонов в поездах. Отсутствие надлежащего контроля за качеством обработки составов естественно порождает безответственность. Необоснованный и опасный риск приводит к тому, что в пути следования нередко имеют место сходы с рельсов вагонов, которые лишь по формальным признакам классификации относятся по учету к браку в работе. Причины столь сложного положения в вагонном хозяйстве в основном состоят в имеющихся серьезных недостатках в организации ремонта и обслуживания

подвижного состава, низком качестве этих работ. Имеются и другие проблемы, связанные с усилением хозяйства, заменой устаревшего подвижного состава и его узлов, улучшением материально-технического обеспечения, внедрением новых технологий, также обучением и повышением квалификации кадров [2].

Из приведенных фактов возможных нарушений напрашивается вывод: даже самые совершенные технические системы и устройства не могут полностью гарантировать безопасность железнодорожного движения.

Многое зависит от уровня дисциплины, ответственности и требовательности к себе машиниста локомотива и его помощника, а также от подготовленности их к предупреждению аварийности. Анализ проездов запрещающих показаний сигналов, столкновений поездов и локомотивов с подвижным составом показывает, что основные их причины кроются в следующем:

- потеря бдительности (сон, нетрезвое состояние и др.), ненаблюдение за показаниями сигналов;
- неправильное управление тормозами, позднее их применение;
- ошибочное восприятие сигнала или команды;
- несогласованность действий с поездным диспетчером или дежурным по станции;
- отключение исправно действующих приборов и устройств безопасности.

Допускаются проезды запрещающих сигналов и при маневровой работе. Некоторые из них заканчиваются авариями, крушениями даже пассажирских поездов.

Потенциальную опасность в обеспечении безопасности движения несут многочисленные задержки поездов у закрытых входных светофоров, а также случаи пропуска пассажирских поездов по неспециализированным путям. Работники хозяйства управления перевозками и прежде всего диспетчерского аппарата и станций являются главным организующим звеном в сложной цепи перевозочного процесса и, разумеется, обеспечения безопасности движения.

Основой организации перевозочного процесса является график движения, который объединяет деятельность всех подразделений железнодорожного транспорта. От действий центрального аппарата управления перевозками, железных дорог, отделений железных дорог, диспетчерского аппарата и персонала станций во многом зависит слаженность в работе всех звеньев транспортного конвейера, эффективное использование пропускной и провозной способности участков и др.

Отсюда и особая роль работников хозяйства управления перевозками в организации безопасности.

Обеспечение безопасности движения на железных дорогах в немалой степени зависит от грузовой и коммерческой работы. Здесь также имеются очаги аварийности, которые дают о себе знать. Причинами допускаемых случаев брака являются несоблюдение грузоотправителями требований технических условий погрузки и крепления грузов, отсутствие должного контроля

со стороны приемосдатчиков при приеме грузов к перевозке, а также неудовлетворительное качество коммерческого осмотра поездов и вагонов в пути следования [3].

К длительным перерывам движения поездов приводят имеющиеся случаи обрыва контактной сети, повреждаемость которой возрастает в зимний период. Возможны случаи падения или наклона опор контактной сети из-за недостаточности реактивного отпора грунта со стороны поля.

В хозяйстве электрификации и электроснабжения неблагоприятным остается положение с обеспечением электроснабжения устройств СЦБ, в результате чего значительная протяженность автоматической и особенно полуавтоматической блокировки не имеет надежного электроснабжения. Бесперебойная работа железнодорожного транспорта также зависит от средств связи и информации.

Список литературы:

1. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда. – Естественные и технические науки.- 2012.- № 6(62) – С.608-612.
2. Калачева О.А., Прицепова С.А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду - Естественные и технические науки – 2012 - № 6 (62) – С. 129-136
3. Прицепова С.А., Калачева О.А. Производственный травматизм. Разновидность, расследование учет – Естественные и технические науки - 2013 - № 1(63). – С. 393-398

УДК 621.43.068

Концепция образования в области безопасности жизнедеятельности

Калачева О.А.¹

Значительную роль при реализации программ обучения дисциплине безопасность жизнедеятельности в учебных заведениях играет выделение часов и распределение объема часов по данной дисциплине. Данную дисциплину желательно изучать на старших курсах вузов. Для дальнейшего развития системы образования в области безопасности жизнедеятельности требует создание новых учебников монографий, учебных пособий, учебников и пособий по разбору возникших различного вида ситуаций.

Ключевые слова: высшее образование, уровень технических, технологических знаний, потребности в специалистах, современное образование.

Особое значение качество высшего образования приобретает для выпускников ведущих технических вузов, в значительной мере призванных определить уровень технических, технологических, а в наше время и знаний в

¹ Калачева О.А. д.б.н., профессор, филиал РГУПС в г. Воронеж

области безопасности жизнедеятельности. Безопасность жизнедеятельности напрямую зависит от уровня развития науки и техники. В каждой развитой стране мира имеется достаточное количество вузов, университетов и академий, обеспечивающих ее потребности в специалистах самого различного, в том числе технического профиля [1,3]. При подготовке таких специалистов нельзя пренебрегать ни одной из составляющих высшего образования. Надо отметить, что одной из важнейших предпосылок устойчивого развития системы «человек-общество-природа» должно быть образование. Только на основе современного образования, возможно, не только готовить кадры для решения проблем обеспечения жизнедеятельности, но и вырастить новое поколение людей, обладающих новым мировоззрением, способных решать социальные и экономические проблемы в их взаимосвязи, в локальных и глобальных проявлениях. Губительно и существующее сейчас мировоззрение, мироощущение в первую очередь специалистов технических специальностей, создателей техносферы. Мировоззрение формируется в первую очередь образованием. Именно образование является составной предпосылкой наличия в стране культурного и интеллигентного общества, способного решать проблемы жизнедеятельности общества.

Устойчивое развитие образовательных систем можно планировать, формировать и отслеживать по ряду признаков. Основные составляющие качества образования приведены на рис 1.

Экономические реформы в России, направленные на создание системы свободного рынка, привели к необходимости модернизировать высшее образование с точки зрения коммерческой подготовки и переподготовки кадров. В настоящее время экономика страны испытывает большую потребность в инженерах, которые могли бы проводить грамотную инвестиционную политику внутри страны и при международном экономическом сотрудничестве. Другой аспект коммерческой подготовки инженеров связан с созданием новой системы управления, проектированием, строительством и эксплуатацией объектов в условиях свободного рынка ресурсов и образования, а также требований безопасности жизнедеятельности [2,4].

За прошедший период были разработаны и внедрены в систему образования дисциплины БЖД («Безопасность жизнедеятельности») в высших учебных заведениях, написаны учебники и учебные пособия по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности». В высших учебных заведениях открыта подготовка инженеров, бакалавров и магистров в области безопасности жизнедеятельности по нескольким специальностям и направлениям, для которых разработано второе поколение государственных образовательных стандартов (ГОС)

Название дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» (БЖД) изначально несет в себе многозначный смысл. Безопасность жизнедеятельности можно интерпретировать как безопасность человека в среде обитания; можно – как безопасность природно-техногенно-социальной среды, включая самого человека как ее элемент вследствие активной деятельности человеческого

сообщества; можно – как деятельность человечества, способствующая воссозданию изначальной гармонии окружающей среды мироздания в целом. Многозначность интерпретации обуславливает многовариатность подходов к формированию целей, задач и содержанию дисциплины.

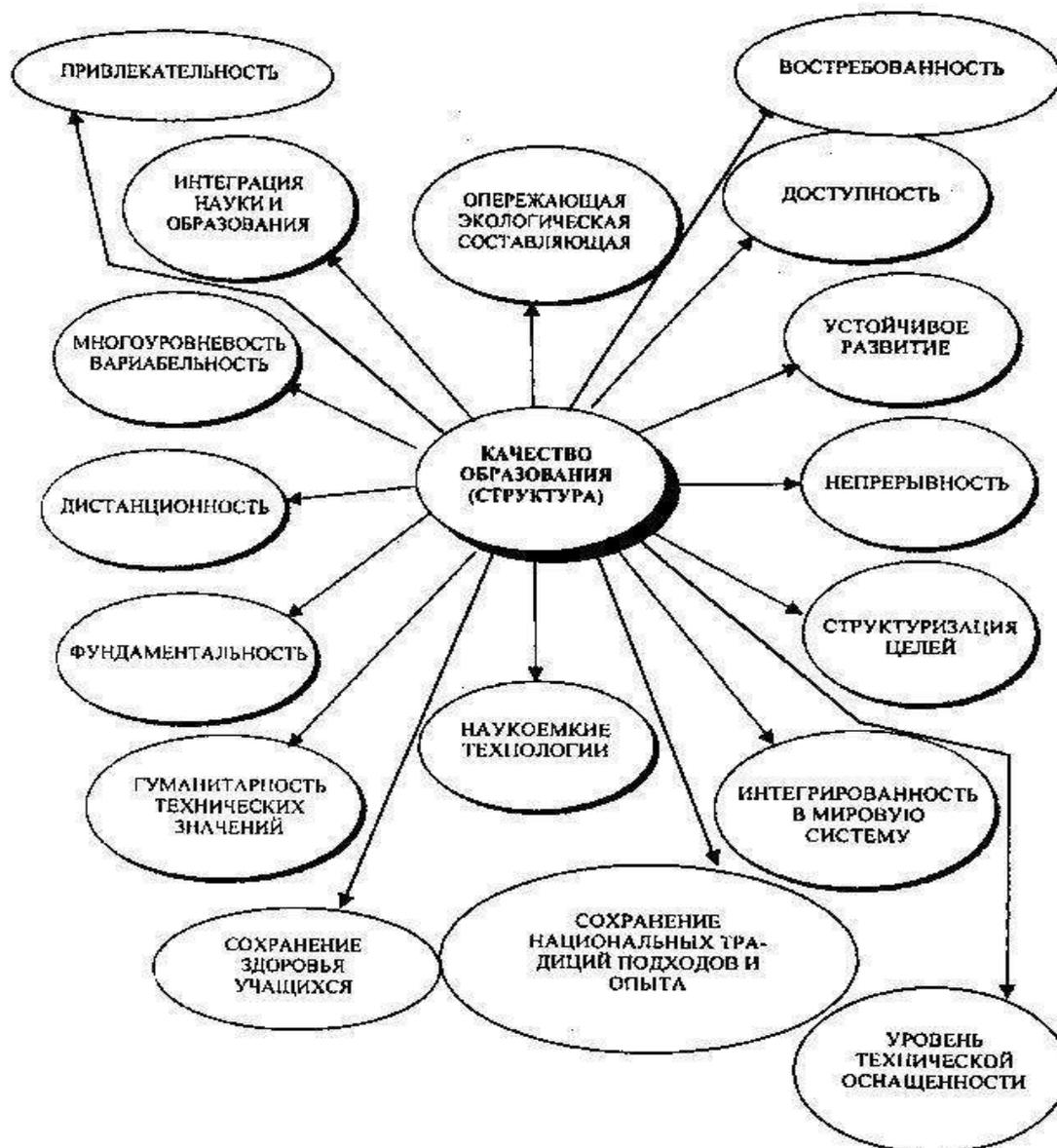


Рис. 1. Основные составляющие качества образования

В практическом отношении важно ответить на вопрос: какова конечная цель обеспечения безопасности, каковы условия и приемлемые для человечества ограничения при ее достижении. Именно этот вопрос надо прежде всего понять, для чего, с какой целью, при каких ограничениях, а затем уже как.

Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» не затрагивает вопросов национальной, военной и экономической безопасности государства, область его интересов касается уровня индивида, различных групп и сообществ людей.

Один из возможных вариантов обобщения подхода к решению проблемы обеспечения безопасности жизни и деятельности приведен на рис. 2.

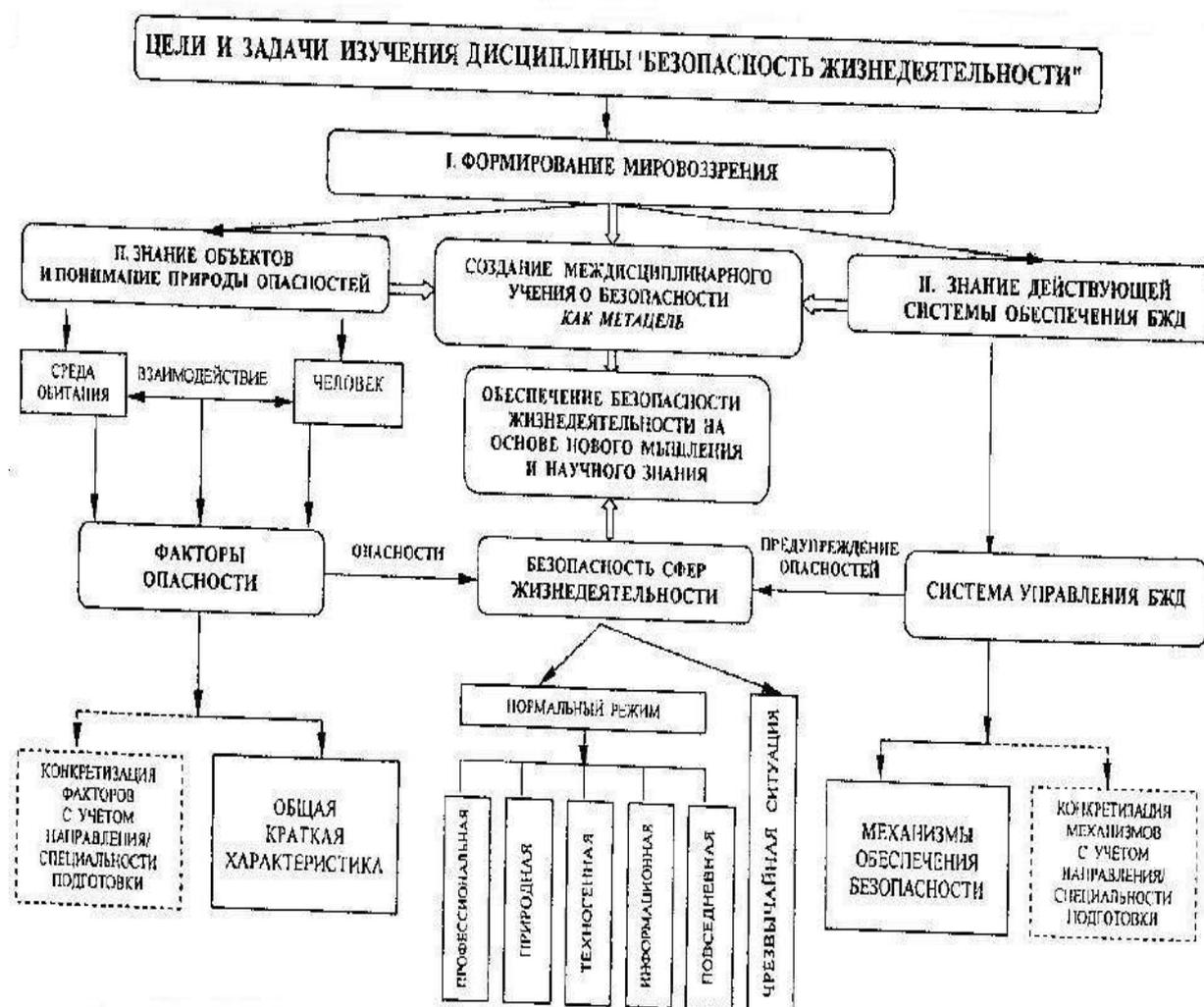


Рис.2. Структура дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»

Жизнь показывает (не прекращается серия пожаров и взрывов, гибнут люди на производстве, в быту и на транспорте, растет детский травматизм и т. д.), что актуальность совершенствования образовательного процесса в области безопасности не только не уменьшается, а, наоборот, растет. Сегодня уже недостаточно знать и выполнять инструкции по безопасности. Каждый должен понять, что жизнь потенциально опасна, должен научиться предвидеть возможность появления опасности, а зная ее первопричину, уметь предотвратить негативное воздействие опасности. Всего этого можно достичь, овладев знаниями по безопасности жизнедеятельности [1].

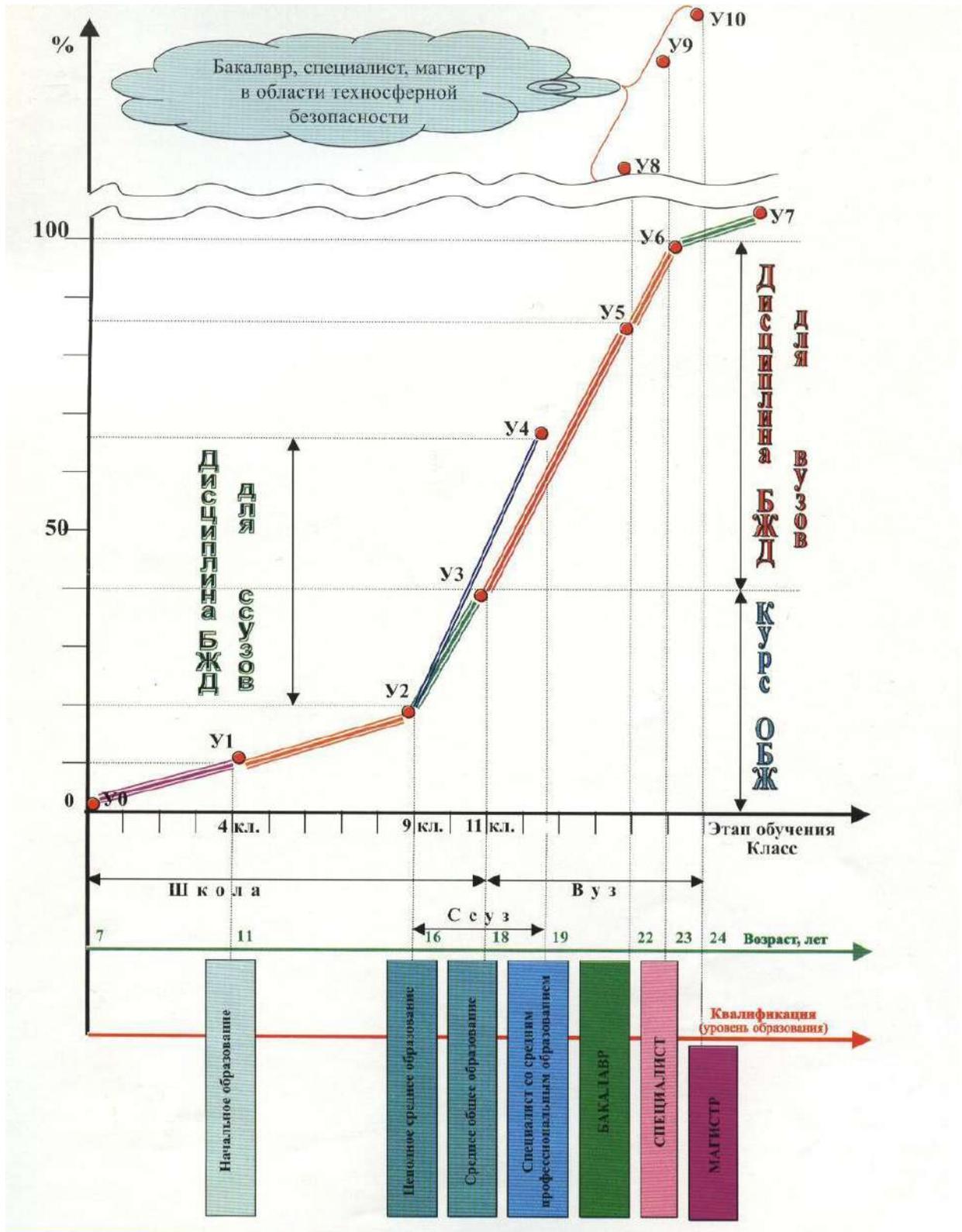


Рис.3. Распределение долей знаний (%) от общего объема знаний в области БЖД по уровням обучения и приобретаемой квалификации

Система образования в области безопасности жизнедеятельности должна носить опережающий характер, быть непрерывной и охватывать все этапы

образовательного процесса. Была предложена концепция образования в области безопасности жизнедеятельности, состоящая из 10 уровней получения знаний.

Согласно этой концепции студенты вузов в обязательном порядке изучают общепрофессиональную дисциплину «Безопасность жизнедеятельности». Бакалавры всех направлений осваивают эту дисциплину до пятого уровня, а специалисты до шестого. Основная задача этих уровней обучения в области безопасности жизнедеятельности сводится к получению студентом знаний, необходимых для создания в будущем условий деятельности, технических средств, технологических процессов и производств и т. д. в соответствии с нормативными требованиями по безопасности.

Дальнейшее накопление и совершенствование знаний в области безопасности жизнедеятельности обычно ведется в системах повышения квалификации (седьмой уровень). Программы седьмого уровня предусматривают знакомство слушателей с новейшими достижениями по обеспечению безопасности труда в конкретной области деятельности специалиста, с современными решениями по обеспечению безопасности эксплуатации специальной техники или реализации новейшей технологии, с современными нормативными требованиями в области безопасности технических средств и условий труда. С восьмого по десятый уровни образовательного процесса, состоящие из образовательных программ подготовки специалистов, бакалавров и магистров в области техносферной безопасности, не носят массового характера и заключаются в подготовке ограниченного числа специалистов высшей категории, профессионально занимающихся отдельными вопросами обеспечения безопасности жизнедеятельности в соответствии с освоенной программой бакалавра, специалиста и магистра [2,3].

Значительную роль при реализации программ обучения дисциплине безопасность жизнедеятельности в учебных заведениях играет выделение часов и распределение объема часов по данной дисциплине. Данную дисциплину желательно изучать на старших курсах вузов

Для дальнейшего развития системы образования в области безопасности жизнедеятельности требует создание новых учебников монографий, учебных пособий, учебников и пособий по разбору возникших различного вида ситуаций.

Список литературы:

1. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда. – Естественные и технические науки.- 2012.- № 6(62) – С.608-612.
2. Гостев Р.Г., Гостева С.Р. Переход Российской Федерации к устойчивому развитию и государственная политика в области экологического развития и климата// Берегиня-777-Сова – М., № 1 (16), 2013. С. 155-172
3. Гостева С.Р. Состояние экологической безопасности Российской Федерации и устойчивое развитие //Европейский журнал социальных наук – Рига-Москва., №1(17), 2012. С.482-491

4. Гостева С.Р., Провадкин Г.Г. Экологические проблемы Российской Федерации //Современные исследования социальных проблем, Красноярск, №1 (09), 2012. С.274-278.

УДК 621.43.068

Вопросы подготовки квалифицированных кадров в воронежском филиале ростовского университета путей сообщения

Калачева О.А.¹

Аннотация: Выпускная квалификационная работа, отражающая уровень подготовки, должна подтверждать готовность выпускника вуза к реализации указанного принципа государственной политики, поэтому выпускник любой квалификации должен решать в работе задачу, выполнение которой направлено на удовлетворение запросов общества и, прежде всего, в обеспечении безопасности и экологичности разработки.

Ключевые слова: выпускная квалификационная работа, актуальные задачи безопасности и экологичности, промышленная безопасность, комплексный характер.

При подготовке инженеров для эксплуатации опасных производств цикл дисциплин по безопасности и охране труда должен быть более расширен. Это диктуется необходимостью более высокой квалификацией специалиста в области промышленной безопасности и его готовности к принятию верных и технически обоснованных решений при возникновении аварийных ситуаций природного и техногенного характера [1,2].

Выпускная квалификационная работа, отражающая уровень подготовки, должна подтверждать готовность выпускника вуза к реализации указанного принципа государственной политики, поэтому выпускник любой квалификации должен решать в работе задачу, выполнение которой направлено на удовлетворение запросов общества и, прежде всего, в обеспечении безопасности и экологичности разработки.

Выпускная квалификационная работа выпускников содержат раздел «Безопасность и экологичность проекта». В данном разделе применительно к теме проекта разрабатываются предложения по совершенствованию безопасности и экологичности или дается оценка соответствия предлагаемых решений соответствующим требованиям. Многообразие тематики дипломных проектов и работ определяет широкий диапазон вопросов, решаемых в этом разделе. В помощь дипломнику составлены учебные пособия, содержащие основные направления разработок и возможные варианты тематики раздела по безопасности и экологичности, методы расчета и обоснование решений.

¹ Калачева О.А., д.б.н., профессор, филиал РГУПС в г. Воронеж

Как правило, дипломнику, имеющему основное задание кафедры, предлагается, используя методические пособия, подготовить предложение по содержанию раздела «Безопасность и экологичность». После уточнения и согласования раздела с преподавателем дипломник приступает к его разработке.

Содержание раздела должно включать:

-анализ решаемой задачи, например оценку существующих методов защиты и выбор оптимального; обоснование актуальности предлагаемого решения по предупреждению аварийной ситуации, анализ практики обеспечения безопасности технологического процесса и т. д.;

-краткий обзор действующих нормативных требований к безопасности (экологичности) разрабатываемого объекта с указанием наименования нормативного документа и даты утверждения;

-формулировку задания и ее решение, которое должно быть подкреплено инженерными расчетами или научным обоснованием с использованием экспериментов, данных литературных источников и т.п.

Как правило, тематика разделов направлена на решение практических задач. Уровень проработки заданий в ряде работ достаточно высок. Это позволяет реализовывать полученные результаты.

Постановка практических задач в разделе «Безопасность и экологичность проекта» повышает заинтересованность и ответственность студентов за проработку задания и, главное, дает практические навыки решения реальных инженерных задач в области безопасности. Комплексный характер современных производственных задач в области безопасности и их актуальность требует поиска путей дальнейшего совершенствования раздела «Безопасность и экологичность» Направлениями работ по совершенствованию раздела могут быть:

-постановка комплексных задач с привлечением к их решению студентов разных специальностей с разделением задачи на несколько взаимосвязанных подзадач. Например, задача сертификации предприятия по охране труда включает частные задачи аттестации рабочих мест разных специалистов, составление декларации безопасности предприятия, оценку необходимых материальных затрат, правовое обеспечение сертификации и т.д.;

-введение в тематику дипломных работ наиболее актуальных задач безопасности и экологичности; исследование индивидуального и социального риска; обеспечение промышленной безопасности на опасных производственных объектах; сертификация производственного оборудования процессов и т.д.;

-развитие базы программного обеспечения для решения типовых задач по безопасности и экологичности; издание учебных пособий, содержащих описание программ и инструкций по их использованию. Освобождение студентов от рутинных расчетов позволит углубить научное содержание разделов.

Список литературы:

1. Прицепова С.А., Калачева О.А. Системный подход к проблеме безопасности труда. – Естественные и технические науки.- 2012.- № 6(62) – С.608-612.
2. Гостева С.Р. Экологическая парадигма перехода к устойчивому развитию, модернизации России // Европейский журнал социальных наук – М., №4(32), 2013. С.574-582.

УДК 504.1:005.334

Об интегральном подходе при оценке геоэкологических рисков

Кустова Н.Р.¹

Аннотация: рассмотрена методика интегральной оценки связи между состоянием абиотического компонента и диагностическими откликами в биотическом компоненте геоэкологической системы.

Ключевые слова: геоэкологический риск, геоэкологическая система.

Воздействие объектов железнодорожного транспорта на окружающую среду обусловлено строительством железных дорог и транспортной инфраструктуры, производственно-хозяйственной транспортных предприятий, эксплуатацией железных дорог и подвижного состава, сжиганием большого количества топлива, применением пестицидов на полосах отчуждения и др. [1].

Как неоднократно подчеркивалось, во многих случаях реально оценить масштабы экологических рисков очень проблематично ввиду разрозненности начальной информации, отсутствия методик и однозначных единиц измерения. К сожалению, до настоящего времени не выработана единая методология оценки риска, которому подвержены геоэкологические системы различной природы – геоэкологического риска [2].

Чаще всего при такой оценке рассматривается воздействие техногенно измененного абиотического компонента на биоту, что позволяет провести исследования проявлений геоэкологического риска. Под термином геоэкологический риск (ГЭР) нами понимается существующее или возможное воздействие абиотического компонента на биоту, обуславливающее выход геоэкологической системы за пределы фонового уровня ее состояния [2].

Данная формулировка включает любое воздействие – химическое, физическое, динамическое, статическое и др., направленное атмо-, лито - и гидросферами на биоту. Фоновое состояние системы можно охарактеризовать уровнем подверженности населения заболеваемости при значении эколого-эпидемиологического риска ЭЭР < 0,312 (табл.2) и уровнем загрязнителя, находящегося от 1 до 2 фоновых значений (табл.1).

Предлагаемая интегральная методика рискованной оценки основана на применении количественных данных различных параметров для оценки

¹ Кустова Н.Р., к.г.н., доцент, филиал РГУПС в г. Воронеж

состояния геоэкологической системы, далее структурированных в интегральные баллы при оценке геоэкологических рисков. Данный подход важен для крупно-территориальных объектов исследования, где техногенное изменение природной среды проявляется наиболее разнообразно. В первую очередь к таким объектам относятся современные города с их разветвленной сетью автомобильных и железных дорог [3].

В методике интегральной оценки ГЭР предлагается четырех ранговая градация оценок, что обусловлено следующими причинами: четырех ранговой градацией оценок состояния абиотического компонента; необходимостью выработки единых критериев оценки состояния абиотического и биотического компонентов среды; необходимостью выявления взаимосвязи между состоянием абиотического и биотического компонентов геоэкологической системы [4].

Алгоритм проведения интегральной оценки ГЭР:

1) Количественная оценка состояния абиотического компонента. Один из вариантов оценки – загрязненность снеговых и приповерхностных отложений различными техногенными компонентами. Для единообразия критериев оценки вводится бальный подход (табл.1).

Таблица 1 - Критерии оценки абиотического компонента

Оценка состояния среды	Снеговые отложения, СПК	Приповерх. отложения, СПК	Балл
Удовлетворительная	< 2	< 2	1
Усл. удовлетворительная	2 - 5	2 – 16	2
Неудовлетворительная	5 - 7,5	16 - 128	3
Критическая	> 7,5	> 128	4

2) Количественная оценка биотического компонента. В качестве отклика биотического компонента логично выбрать заболеваемость населения или деградацию растительности. Этот метод дает комплексную информацию по экологическому состоянию района исследований и вероятности выхода каждого конкретного показателя (здоровья или состояния растительного покрова) за пределы фонового диапазона. Риск устанавливается по отклонению изучаемого показателя, в данном случае заболеваемости, от его значения нормальной вариации (табл.2).

Таблица 2 - Критерии оценки абиотического компонента

ЭЭР	Уровень заболеваемости	Балл
< 0,312	Фоновый	1
0,313 – 0,500	Низкий	2
0,501 – 0,688	Средний	3
> 0,689	Высокий	4

3) Интегральная оценка ГЭР.

Уровень ГЭР предлагается оценивать суммой баллов, присвоенных абиотической и биотической компонентам Комплексы геоэкологических ситуаций могут быть получены несколькими комбинациями баллов, присвоенных абиотической (А) и биотической (Б) компонентам [4].

К достоинствам предлагаемой методики интегральной оценки ГЭР относится интегрирование лучших сторон балльных и количественных критериев оценок. Как показала практика, применение данной методики для картографирования – доступное и функциональное средство зонирования исследуемой территории по уровню проявления геоэкологических рисков.

Список литературы:

1. Зубрев Н.И. Теория и практика защиты окружающей среды / Н. И. Зубрев, Т. М. Байгулова, Н. П. Зубрева . – М.: Желдориздат, 2004. – 392 с.
2. Косинова И.И. Теория и методология геоэкологических рисков / И.И. Косинова, Н.Р. Кустова // Вестник ВГУ. – сер. Геология. – 2008. –№2. – С. 189-197.
3. Косинова И.И. Техногенное преобразование природной среды территории г. Воронежа и его экологические последствия [Текст] / И.И. Косинова, Н.В. Крутских, Н.Р. Кустова. – М.: РГОТУПС, 2007. – 172 с.
4. Кустова Н.Р. Схематизация оценочных критериев при определении экологических рисков / Н.Р. Кустова // Матер. науч. сессии ВГУ, посвященной 90-летию ВГУ. – Секция эколог.геологии. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2008. – С.59-62.

УДК 630*323.13

Традиционные технологические процессы удаления нежелательной поросли в полосе отвода железных дорог

Платонов А.А.¹

Аннотация: В статье исследуются существующие технологические процессы удаления нежелательной растительности, рассматриваются их достоинства и недостатки, формулируется вывод о целесообразности разработки более прогрессивных технологических процессов.

Ключевые слова: железная дорога, полоса отвода, нежелательная растительность, технологический процесс.

В настоящее время обеспечение безопасности движения на железнодорожном транспорте [7] невозможно без решения проблемы удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности в полосе отвода железных дорог [2].

Неоспоримые отрицательные последствия наличия нежелательной растительности на объектах инфраструктуры железных дорог [6] вызывает

¹ Платонов А.А., к.т.н., доцент, филиал РГУПС в г. Воронеж

необходимость проведения мероприятий по предупреждению появления и искоренению высших растений с целью обеспечения бесперебойности и безопасности перевозочного процесса в целом. Несмотря на популярность так называемого «химического» метода [1], когда нежелательная растительность обрабатывается ядохимикатами, механический метод занимает до сих пор более 50% общих объёмов работ по очищению железнодорожных путей [3].

В целом, механический метод предусматривает два основных направления в технологии удаления деревьев и кустарников: отдельное удаление надземной и корневой частей растений и удаление растущей растительности вместе с корнями. При этом для повышения эффективности работ по удалению нежелательной древесно-кустарниковой растительности в полосе отвода железных дорог механическим способом представляется целесообразным уменьшить ряд технологических операций и применяемых при этом машин, а также снизить долю ручного труда [4].

С учётом вышесказанного, исследуем существующие технологические процессы удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности в полосе отвода железных дорог.

Удаление нежелательной древесно-кустарниковой растительности в полосе отвода железных дорог может производиться специальной группой промышленных машин, предназначенных для выполнения технологических операций по заготовке, транспортировке и первичной переработке древесины [5].

К вышеозначенным операциям относятся срезание растущих деревьев с отделением надземной части от корневой системы, их валка, трелёвка (перемещение от места валки к пункту погрузки или первичной обработки), обрезка сучьев, раскряжёвка (разделка на сортименты определённой длины), погрузка и разгрузка, сбор отходов, транспортировка отходов, измельчение отходов и другие операции. При этом в зависимости от условий их осуществления данные операции формируются в ряд технологических процессов.

В целом технологические процессы очистки полосы отвода железных дорог от нежелательной поросли, как правило, подразделяются на четыре группы, при этом в основу деления положена степень механизации технологического процесса, а также таксационные характеристики (высота, диаметр ствола на высоте 1 м и т.д.) нежелательной древесно-кустарниковой растительности. В зависимости от группы технологического процесса и набора (системы) машин и механизмов, используемых для его реализации, основные операции выстраиваются в различной последовательности.

Первая (традиционная) группа технологических процессов удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности в полосе отвода железных дорог основана на использовании ручного труда при непосредственном удалении растительности с применением ручного / механизированного инструмента.

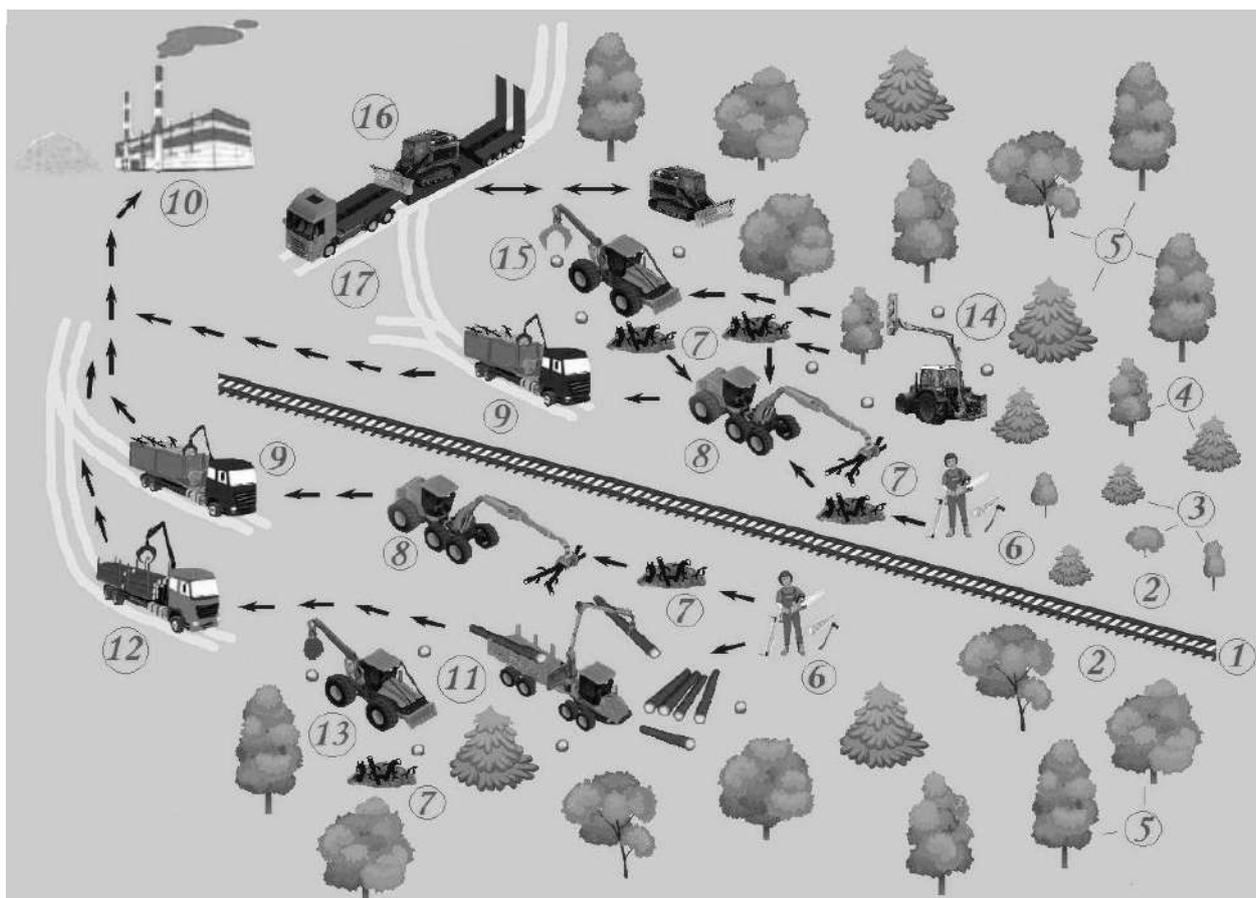


Рисунок 1. Технологические процессы удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности в полосе отвода железных дорог

В общем случае данный технологический процесс заключается в следующем. Вдоль железной дороги 1 (рис. 1) в полосе отвода 2 произрастает нежелательная древесно-кустарниковая растительность 5 высотой более 2 м. Работник 6, обладающий специальностью «Вальщик леса», снабжённый ручными пилами и топорами, а также электро- или бензопилами, производит срезание/вырубание нежелательной древесно-кустарниковой растительности, обеспечивая её падение в сторону от железнодорожного пути. Порубочные остатки формируются в кучи 7, которые затем трелюются подборщиком 8 до специализированного транспортного средства 9 с целью дальнейшего вывоза порубочных остатков из зоны полосы отвода железной дороги на предприятие 10 по переработке древесной биомассы в щепу или полной её утилизации. Спеленная древесина очищается от сучьев, разделяется на сортименты и трелюется форвардером 11 до специализированного транспортного средства 12 с целью дальнейшего вывоза спеленной древесины из зоны полосы отвода железной дороги. Оставшиеся после спила деревьев пни и корни удаляются или ручным способом с помощью топора, рычагов и лебёдки, или с помощью машины 13, позволяющей или выкорчёвывать пни и корни (в том числе с отряхиванием их от земли) или перерабатывать их в щепу на месте произрастания срезанной растительности. Удалённые пни и корни формируются в кучи 7, которые затем трелюются подборщиком 8 до

специализированного транспортного средства 9 с целью дальнейшего вывоза удалённых пней и корней из зоны полосы отвода железной дороги на предприятие 10. Достоинством данного технологического процесса является тщательная (в большинстве случаев) очистка полосы отвода от нежелательной древесно-кустарниковой растительности. Недостатками являются большая доля ручного труда и необходимость утилизации порубочных остатков (которые недобросовестными работниками могут быть сожжены в полосе отвода, нанеся таким образом урон окружающей среде с риском возникновения пожара).

Вторая (также, традиционная) группа технологических процессов удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности в полосе отвода железных дорог основана на использовании ручного труда при непосредственном удалении растительности с применением, как правило, ручного инструмента.

В общем случае данный технологический процесс заключается в следующем. Вдоль железной дороги 1 (рис. 1) в полосе отвода 2 произрастает одиноко и неравномерно расположенная поросль древесно-кустарниковой растительности 3 (пневой и от самосева) высотой до 1 м. Работник 6, не обладающий, как правило, специальностью «Вальщик леса», снабжённый ручными пилами, топорами и лопатами, производит срезание/вырубание нежелательной поросли, обеспечивая её падение в сторону от железнодорожного пути. Оставшиеся после спила/выруба поросли пни и корни удаляются ручным способом с помощью топора и лопаты. Порубочные остатки формируются в кучи 7, которые затем трелюются подборщиком 8 до специализированного транспортного средства 9 с целью дальнейшего вывоза порубочных остатков из зоны полосы отвода железной дороги на предприятие 10. Достоинства и недостатки данного технологического процесса аналогичны предыдущему, при этом к дополнительным недостаткам можно отнести необходимость наличия системы машин и осуществление предварительных мероприятий по организации доступа машин к очищаемому участку полосы отвода.

Таким образом, учитывая вышесказанное, нам представляется целесообразным разработать технологический процесс удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности в полосе отвода железных дорог, основанный на использовании механизированного труда, предусматривающий существенное (по сравнению с рассмотренными технологическими процессами) сокращение используемых технических средств и лишённый указанных недостатков.

Список литературы

1. Антипов Б.В. Мульчерные технологии в полосе отвода железных дорог / Б.В. Антипов, С.Ю. Маркелов, М.Т. Хайдаров. Под ред. Б.В. Антипова. – М.: Арсенал, 2013. – 115 с.
2. Борьба с растительностью на пути [Электронный ресурс] / СЦБИСТ – сайт работников железных дорог [сайт] [2015]. – URL: <http://scbist.com/zhurnal-put->

i-putevoe-hozyaistvo/24767-05-1999-borba-s-rastitelnostyu.html (Дата обращения: 9.02.2015)

3. Крейнис З.Л. Техническое обслуживание и ремонт железнодорожного пути / З.Л. Крейнис, Н.Е. Селезнева. – М.: УМЦ ЖДТ, 2012. – 568 с.
4. Платонов А.А. Технологические процессы удаления нежелательной растительности различными средствами механизации / А.А. Платонов // Resources and Technology. 2017. Т. 14. № 1. С. 33-48.
5. Платонов А.А. О граничных условиях при моделировании рабочего пространства манипуляторных машин / А.А. Платонов // Ресурсы Европейского Севера. Технологии и экономика освоения. 2017. № 2 (08). С. 41-49.
6. Приказ Министерства путей сообщения РФ № 26Ц «Об утверждении Положения о порядке использования земель федерального железнодорожного транспорта в пределах полосы отвода железных дорог» от 15.05.1999. – Зарегистрирован Минюст РФ от 27 июля 1999 г. № 1848.
7. Шайдуллин Ш.Н. Безопасность движения – абсолютный приоритет работы железных дорог / Ш.Н. Шайдуллин // Евразия-Вести: транспортная газета. 2016. №12. С. 2-3.

УДК 625.144.6

Обоснование характерных зон сферического рабочего пространства при удалении поросли в полосе отвода
Платонова М.А.¹, Платонов А.А.²

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы формирования сферического рабочего пространства рабочим органом, управляемым манипуляторной установкой и применяемым для удаления нежелательной поросли в полосе отвода железных дорог.

Ключевые слова: железная дорога, манипулятор, рабочее пространство.

В настоящее время для автомобильных и железных дорог России и мира продолжает оставаться актуальной проблема борьбы с нежелательной древесно-кустарниковой растительностью. В частности, в соответствии с Приказом Министерства путей сообщения РФ № 26Ц в полосе отвода не допускается разрастание сорной травянистой и древесно-кустарниковой растительности. Кроме того, в полосе отвода в местах прилегания к лесным массивам не допускается скопления сухостоя, валежника, порубочных остатков и других горючих материалов.

При удалении нежелательной древесно-кустарниковой растительности (НДКР) с полосы отвода автомобильных или железных дорог немаловажным

¹ Платонова М.А., к.т.н., ст. преподаватель, филиал РГУПС в г. Воронеж

² Платонов А.А., к.т.н., доцент филиал РГУПС в г. Воронеж

представляется использование современных технических средств, способных качественно осуществить вышеуказанную работу [1]. К подобным техническим средствам относятся, например, манипуляторы с размещёнными на их конце рабочим органом., при этом манипуляторы установлены на транспортном средстве, способном перемещаться по автомобильным или железным дорогам [2, 3].

При установке манипулятора с рабочим оборудованием на транспортном средстве и приведении его в действие для удаления с его помощью с полосы отвода автомобильных или железных дорог нежелательной древесно-кустарниковой растительности будет формироваться некоторая зона его действия, определяемая кинематической схемой манипулятора.

В общем случае рабочее пространство рассматриваемого манипулятора с закреплённым на его конце рабочим органом можно представить в виде сферы, центр которой совпадает с центром вращения его поворотной платформы. При этом необходимо учесть целый ряд ограничений, накладываемых на рабочее оборудование при его работе с машины, установленной на железнодорожном пути.

Для рассмотрения влияния подобных ограничений на величину части сферического рабочего пространства нами было смоделирована установка рабочего оборудования (мульчера с роторным рабочим органом) на дрезине ДГКУ (рис. 1).



Рисунок 1. Дрезина ДГКУ с модернизированной манипуляторной установкой и роторным мульчером

В общем случае роторный рабочий орган будет иметь следующие геометрические размеры (рис. 2): *Враб* (ширина захвата рабочего органа), *Нраб* (глубина рабочего оборудования) и *Драб* (ширина режущей кромки рабочего оборудования, равная в случае установки так называемого роторного «мульчера» диаметру его ротора Dr). Указанные характеристики использовались нами при математическом моделировании сферического рабочего пространства при удалении нежелательной поросли с технических средств, снабжённых манипуляторными установками.

Выбор дрезины ДГКУ был обусловлен тем, что данная дрезина, предназначенная для погрузки, перевозки и разгрузки элементов верхнего строения пути и других грузов, представляет собой самоходную двухосную платформу, на которой смонтированы кран с вылетом стрелы 5,8 м и грузоподъёмностью 1,7...3 т., силовая установка и кабина с установленными механизмами и приборами управления. Наличие указанных элементов конструкции облегчает теоретическое переоборудование данной дрезины под машину для удаления нежелательной растительности с полосы отвода железных дорог (в данном случае). Кроме того, манипулятор на такой машине будет обладать «полноповоротностью» (т.е. способностью поворачиваться на телесный угол 360°).

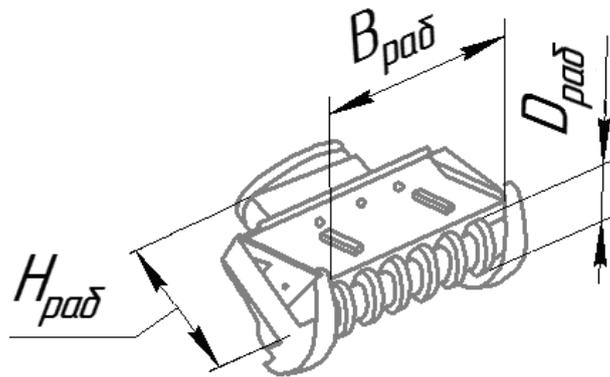


Рисунок 2. Геометрические размеры роторного рабочего органа

Схема определения ограничений сферического рабочего пространства манипулятора с закреплённым на его конце рабочим органом представлена на рис. 3.

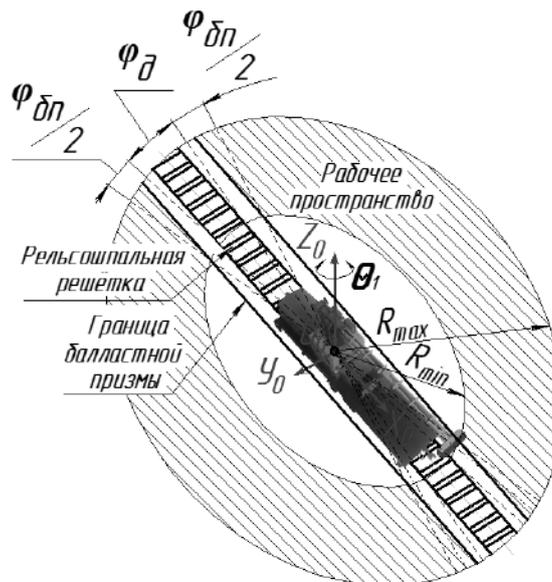


Рисунок 3. Схема определения ограничений сферического рабочего пространства при удалении нежелательной растительности

Анализ вышеприведённой схемы позволил установить следующее.

В общем случае теоретический объём сферического рабочего пространства может быть определён по формуле:

$$V_{теор} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (R_{\max}^3 - R_{\min}^3), \text{ м}^3 \quad (1)$$

где R_{\max} и R_{\min} – соответственно максимальный и минимальный радиусы работы характерной точки рабочего органа.

Ввиду невозможности осуществления работ по удалению нежелательной растительности под рельсовой колеей, а также небольшого (фактически отсутствующего) объёма работ в зоне рельсошпальной решётки и зоне балластной призмы, суммарный фактический объём сферического рабочего пространства $V_{факт}$ будет меньше теоретического объёма ($V_{теор} > V_{факт}$).

С учётом вышесказанного при определении $V_{факт}$ целесообразно разбить объём рабочего пространства на несколько зон (рис. 4).

В целом, фактический объём $V_{факт}$ определится большей частью теоретического объёма сферического рабочего пространства, соответствующей зоне работы рабочего оборудования по и над полосой отвода железной дороги, а также непосредственно над балластной призмой.



Рисунок 4. Определение зон сферического рабочего пространства

С учётом этого, фактический объём сферического рабочего пространства $V_{факт}$ может быть определён как:

$$V_{факт} = V_{теор} - V_{призм} - V_{реш} - V_{конт}, \text{ м}^3 \quad (2)$$

где $V_{призм}$ – часть объёма сферического рабочего пространства, находящегося в зоне балластной призмы;

$V_{реш}$ – часть объёма сферического рабочего пространства, находящегося в зоне рельсошпальной решётки;

$V_{конт}$ – часть объёма сферического рабочего пространства, находящегося в зоне контактной сети.

Целесообразность включения части объёма $V_{реш}$ в формулу для определения фактического объёма $V_{факт}$ обусловлена следующим.

Непрерывное движение железнодорожных транспортных средств по рельсовой колее не позволяет нежелательной древесно-кустарниковой растительности (даже в случае её прорастания) достичь сколь либо значимых размеров. Поэтому удаление подобной растительности спереди и сзади транспортного средства (в направлениях рельсовой колеи) при работе транспортного средства с железнодорожной колеей осуществляется крайне редко и фактически эта часть теоретического рабочего пространства (определяемая углом φ_{∂} , рис. 3) отсутствует. В тоже время, в отдельных случаях вероятно произрастание нежелательной древесно-кустарниковой растительности на склонах балластной призмы. Поэтому, несмотря на то, что нормативное сферическое рабочее пространство при удалении НДКР транспортным средством, установленным на железнодорожной колее, формируется в плане углом $\varphi_{\partial n}$, фактически при математическом моделировании рабочего пространства (в частности, объёма $V_{реш}$) нами был использован угол φ_{∂} , более на наш взгляд полно отражающий целесообразность и частоту применения рабочего оборудования.

Целесообразность включения объёма $V_{призм}$ в формулу для определения фактического объёма $V_{факт}$ обусловлена следующим. Фактически манипулятор имеет некоторый предельный угол отклонения от горизонтали вниз, при превышении которого характерная точка рабочего органа войдёт в соприкосновение с землёй, ниже уровня которой удаление нежелательной древесно-кустарниковой растительности (НДКР) не производится. Характерная точка рабочего оборудования может быть расположена и ниже уровня земли (с целью удаления корней НДКР), хотя такие случаи редки, что, впрочем, не мешает их учесть при математическом моделировании. При этом в зависимости от ряда конструктивных параметров манипулятора (например, его длины и высоты расположения над головкой рельса) вход характерной точки рабочего оборудования в землю может произойти за пределами балластной призмы (а именно, собственно в части полосы отвода).

Целесообразность включения объёма $V_{конт}$ в формулу для определения фактического объёма $V_{факт}$ обусловлена следующим. Аналогично с предыдущим, манипулятор имеет некоторый предельный угол отклонения от горизонтали вверх, при превышении которого характерная точка рабочего органа не сможет производить удаление НДКР. При этом в зависимости от ряда конструктивных параметров манипулятора и рабочего органа, а также положения рабочего органа в пространстве (например, при его повороте на определённый угол) возможно уменьшение или увеличение объёма $V_{конт}$ за счёт изменения месторасположения характерной точки рабочего оборудования. Таким образом, на величину части объёма сферического рабочего пространства $V_{конт}$ оказывают влияние максимальный угол подъёма манипулятора, который должен быть указан в технической характеристике для каждого манипулятора, и приращение данного угла, являющееся функцией от угла поворота рабочего оборудования вокруг его оси.

Таким образом, обоснованные в данной статье характерные зоны сферического рабочего пространства манипуляторов, установленных на

транспортном средстве и осуществляющих удаление нежелательной поросли в полосе отвода автомобильных и железных дорог, позволят определить объём рассматриваемого сферического рабочего пространства, и, как следствие, повысить эффективность работы соответствующих транспортных средств.

Список литературы:

1. Платонов А.А. О механизации аутсорсинговых работ в области борьбы с нежелательной растительностью на эксплуатационных объектах инфраструктуры / А.А. Платонов, М.А. Платонова // В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство труды международной научно-практической конференции. 2016. С. 108-111.
2. Платонов А.А. Принципы создания перспективных конструкций малозвенных манипуляторов лесных машин / А.А. Платонов, М.А. Платонова // Воронежский научно-технический Вестник. 2016. Т. 2. № 2 (16). С. 35-42.
3. Платонова М.А. К математическому описанию рабочей зоны малозвенных манипуляторов лесных машин / М.А. Платонова, М.В. Драпалюк, А.А. Платонов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 5-4 (16-4). С. 162-165.

УДК 630*323.13

К уточнению математической модели формирования рабочего пространства

Урывский И.Н.¹

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы уточнения математической модели формирования сферического рабочего пространства манипуляторным рабочим органом, установленном на железнодорожном транспортном средстве.

Ключевые слова: железная дорога, манипулятор, рабочее пространство.

В настоящее время для дорог России и мира продолжает оставаться актуальной проблема борьбы с нежелательной древесно-кустарниковой растительностью (в том числе, порослью) [6], произрастающей в полосе отвода дорог (рис. 1) [1, 2]. К одним из перспективных механических методов [4, 5] относится удаление нежелательной поросли роторным (мульчерным) рабочим органом, обеспечивающим удаление не только надземной, но и корневой частей растений, при этом в исследовании [3] была приведена соответствующая математическая модель.

В целом рабочее пространство манипулятора с закреплённым на его конце рабочим органом можно представить в виде сферы, центр которой совпадает с

¹ Урывский И.Н., аспирант, Воронежская государственная лесотехническая академия

центром вращения поворотной платформы транспортного средства. При этом теоретический объём сферического рабочего пространства может быть определён по формуле [3]:



Рисунок 1. Нежелательная поросль, произрастающая в полосе отвода железных дорог

$$V_{теор} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (R_{max}^3 - R_{min}^3), \text{ м}^3 \quad (1)$$

¹Урывский И.Н., аспирант, Воронежский государственный лесотехнический университет (г. Воронеж)

В формуле (1) R_{max} и R_{min} – соответственно максимальный и минимальный радиусы работы характерной точки рабочего органа, м.

На практике фактический объём сферического рабочего пространства $V_{факт}$ определится большей частью теоретического объёма сферического рабочего пространства, соответствующей зоне работы рабочего оборудования по и над полосой отвода железной дороги, а также непосредственно над балластной призмой [3]:

$$V_{факт} = V_{теор} - V_{призм} - V_{реш} - V_{конт}, \text{ м}^3 \quad (2)$$

где $V_{призм}$ – часть объёма сферического рабочего пространства, находящегося в зоне балластной призмы, м^3 ; $V_{реш}$ – часть объёма сферического рабочего пространства, находящегося в зоне рельсошпальной решётки, м^3 ; $V_{конт}$ – часть объёма сферического рабочего пространства, находящегося в зоне контактной сети, м^3 .

При детальном анализе вышеприведённой работы [3] нами были выявлены некоторые неточности в определении одного из элементов сферического рабочего пространства.

Так, часть объёма сферического рабочего пространства $V_{призм}$ определяется с учётом части шарового сектора сферического рабочего

пространства $V'_{реш}$, расположенного в зоне рельсошпальной решётки и представляемого как шаровой слой (рис. 2), симметрично расположенный относительно рельсошпальной решётки [3]:

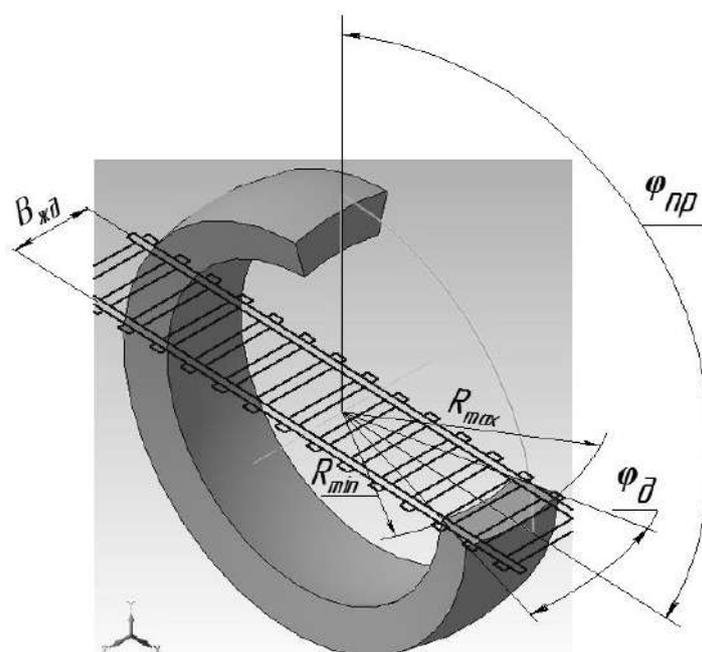


Рисунок 2. Схема к определению части шарового сектора сферического рабочего пространства

В соответствии с [3] на данном рисунке $B_{жд}$ – ширина железнодорожной колеи, м; $\varphi_{пр}$ – предельный профильный угол наклона манипулятора с роторным (мульчерным) рабочим органом; $\varphi_{д}$ – угол дороги, определяемый линиями пересечения центра сферического рабочего пространства, максимальным и минимальным радиусами работы характерной точки рабочего органа и шириной железнодорожной колеи.

Однако при детальном анализе данной математической модели нами были выявлены в ней некоторые неточности. Так, моделированием сферического рабочего пространства в среде твёрдотельного моделирования КОМПАС-3D V16 и Microsoft Excel 2013 было установлено, что вместо требуемой площади, ограниченной двумя кривыми, определяемыми максимальным и минимальным радиусами работы манипулятора R_{max} и R_{min} , осуществляется определение площади трапеции. При этом нами было установлено, что отклонение между фактической и моделируемой частью шарового сектора сферического рабочего пространства достигает 3,68%. Несмотря на кажущуюся незначительность такого отклонения, вышеуказанные положения не позволяют считать приведённую в работе [3] математическую модель полностью соответствующей реальному процессу формирования сферического рабочего пространства рабочим органом, управляемым манипуляторной установкой, установленной на железнодорожном транспортном средстве. Таким образом, можно рекомендовать автору данной

работы внести в ряд математических формул вышеуказанной математической модели несколько уточнений.

Список литературы

1. Крейнис З.Л. Техническое обслуживание и ремонт железнодорожного пути / З.Л. Крейнис, Н.Е. Селезнева. – М.: УМЦ ЖДТ, 2012. – 568 с.
2. Приказ Министерства путей сообщения РФ № 26Ц «Об утверждении Положения о порядке использования земель федерального железнодорожного транспорта в пределах полосы отвода железных дорог» от 15.05.1999. – Зарегистрирован Минюст РФ от 27 июля 1999 г. № 1848.
3. Платонов А.А. Аналитическое исследование сферического рабочего пространства манипуляторных машин / А.А. Платонов // Наука и техника транспорта. 2018. № 2. С. 67-77.
4. Платонов А.А. Организация работ по удалению нежелательной древесно-кустарниковой растительности в полосе отвода железных дорог / А.А. Платонов // Воронежский научно-технический Вестник. 2016. Т. 1. № 1 (15). С. 17-23.
5. Платонов А.А. Технологические процессы удаления нежелательной растительности различными средствами механизации / А.А. Платонов // Resources and Technology. 2017. Т. 14. № 2. С. 33-48.
6. Шайдуллин Ш.Н. Безопасность движения – абсолютный приоритет работы железных дорог / Ш.Н. Шайдуллин // Евразия-Вести: транспортная газета. 2016. №12. С. 2-3.

Секция 6. Естественно-научные аспекты в железнодорожном образовании

УДК 539.3

Об устойчивости стержня переменной жесткости

Власова Е.В.¹

Аннотация: Предлагается приближенно-аналитический метод исследования устойчивости стержня переменной жесткости шарнирно закрепленного по краям.

Ключевые слова: стержень; переменная жесткость; исследование устойчивости.

При создании современных машин и аппаратов, а также зданий и сооружений одной из центральных задач является исследование статической и динамической прочности этих конструкций. Это делает актуальным разработку и совершенствование методов исследования устойчивости стержней переменной жесткости.

Дифференциальное уравнение равновесия центрально сжатого внешней силой P стержня переменной жесткости $J(x)$ имеет вид [1]

$$\frac{d}{dx} \left(EJ(x) \frac{dw}{dx} \right) = -P \cdot w(x), \quad (1)$$

Предположим, что стержень шарнирно закреплен по краям, тогда краевые условия задачи имеют вид

$$w(0) = 0, \quad w(a) = 0, \quad (2)$$

где a - длина стержня.

Решение краевой задачи (1), (2) позволяет определить критические значения силы P и формы потери устойчивости, соответствующие каждой величине $P_{кр}$. Видно, что задача определения критических значений силы $P_{кр}$ сводится к нахождению собственных значений дифференциального оператора

$$-\frac{d}{dx} \left(EJ(x) \frac{dw}{dx} \right).$$

Будем искать решение краевой задачи (1), (2) в виде

$$w(x) = \sum_{m=1}^{\infty} \tilde{c}_m U_m(x), \quad (3)$$

¹ Власова Е.В., к.т.н., доцент, Ростовский государственный университет путей сообщения (Воронеж)

где \tilde{c}_m - коэффициенты, подлежащие определению; $U_m(x)$ - базисные функции, образующие ортонормированные системы на отрезке $[0; a]$ и удовлетворяющие краевым условиям задачи. Кроме того, будем считать, что для базисных функций справедливо следующее условие нормировки:

$$\int_0^a U_m^2(x) dx = 1.$$

Будем использовать в качестве базисных функций собственные функции самосопряженной краевой задачи вида

$$U^{IV} + \alpha U'' = \lambda^2 U, U(0) = 0, EJ \cdot U''(0) = 0, U(a) = 0, EJ \cdot U''(a) = 0,$$

где α - параметр [2].

Видно, что при таком выборе базисных функций каждое слагаемое разложения (3) удовлетворяет краевым условиям задачи.

Используем на начальном этапе исследований метод Бубнова-Галеркина. Подставим (3) в уравнение (1) и умножим скалярно левую и правую части полученного уравнения на $U_i(x)$ ($i = 1, 2, \dots, \infty$)

$$E \int_0^a \left(\sum_{m=1}^{\infty} \tilde{c}_m (J(x)U_m''(x) + J'(x)U_m'(x)) \right) U_i(x) dx + P \int_0^a \left(\sum_{m=1}^{\infty} \tilde{c}_m U_m(x) \right) U_i(x) dx = 0.$$

Получили бесконечную систему алгебраических уравнений. Учитывая ортогональность собственных функций, перепишем систему в виде

$$\sum_{m=1}^{\infty} \tilde{c}_m (E(r_{mi} + s_{mi}) + P f_{mi}) = 0, \tag{4}$$

где

$$r_{mi} = \int_0^a J(x)U_m''(x)U_i(x)dx, \quad s_{mi} = \int_0^a J'(x)U_m'(x)U_i(x)dx,$$

$$f_{mi} = \int_0^a U_m(x)U_i(x)dx = \begin{cases} 0 & \text{при } m \neq i; \\ 1 & \text{при } m = i. \end{cases}$$

Рассмотрим N уравнений системы с N неизвестными. Обозначим матрицу системы (4) - AI . Тогда элемент l -ой строки и k -го столбца имеет вид

$$AI_{lk} = E(r_{lk} + s_{lk}) + P f_{lk}. \tag{5}$$

Как известно, система линейных однородных уравнений с квадратной матрицей имеет ненулевое решение, тогда и только тогда, когда определитель данной системы равен нулю [3], т.е.

$$\det AI = 0. \quad (6)$$

Рассмотрим вспомогательную матрицу \tilde{A} , элемент l -ой строки и k -го столбца которой имеет вид

$$\tilde{A}_{lk} = -E(r_{lk} + s_{lk}). \quad (7)$$

Видно, что корни уравнения (6) являются собственными числами матрицы \tilde{A} . Каждой собственному числу $P_{кр}^i$ ($i = 1, \dots, N^2$) соответствует функция $w_i(x)$, неизвестные коэффициенты \tilde{c}_m^i которой определяются из однородной системы (4) после подстановки значения $P_{кр}^i$, т.е. эти коэффициенты совпадают с компонентами собственных векторов матрицы \tilde{A} . Функции $w_i(x)$ являются приближенными выражениями для форм потери устойчивости стержня соответствующим значением $P_{кр}^i$.

Таким образом, задача исследования устойчивости стержня свелась к задаче нахождения собственных чисел и собственных векторов матрицы \tilde{A} . Известные численные методы решения данной проблемы являются эффективными, но достаточно трудоемкими, так как, в конечном счете, связаны с определением корней алгебраического многочлена [3].

В данной работе предлагается метод решения данной задачи, который основан на эффективном задании базисных функций. В качестве базисных функций предлагается использовать собственные функции самосопряженной краевой задачи, параметр которой оптимизируется. Функционал качества при оптимизации характеризует меру близости к диагональному виду основной матрицы системы линейных алгебраических уравнений, полученной по методу Бубнова-Галеркина. Так как для диагональных матриц собственные числа совпадают с диагональными элементами, получаем:

$$P_{кр}^i = -E(r_{ii} + s_{ii}). \quad (8)$$

Приведем результаты численного исследования погрешности предлагаемой расчетной формулы (8). Предположим, что стержень длиной $a = 1.2$ м, шарнирно закрепленный по краям, сжимает внешняя сила P . Модуль упругости материала стержня $E = 200000$ МПа. Момент инерции прямоугольного поперечного сечения стержня относительно оси Oz увеличивается от опор к середине пролета $J_z = (a + x \cdot (a - x)) \cdot 10^{-6} \text{ м}^4$ [1].

Проводилось сравнение двух решений рассматриваемой задачи – по методу Бубнова-Галеркина и с использованием приближенной формулы (8).

Отметим, что относительные расхождения в значениях $P_{кр}^{min}$ не превышают 0.18%.

Список литературы:

1. Сидоров В.Н. Лекции по сопротивлению материалов и теории упругости. М.: Редакционно-издательский центр Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации, 2002. - 352 с.
2. Камке Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1976. – 576 с.
3. Воеводин В.В. Линейная алгебра. – М.: Наука, 1974. – 336 с.

УДК 004, 535-45

Виртуальные лабораторные работы для студентов заочной формы обучения

Прибылова Е.И.¹

Аннотация: Представлена виртуальная лабораторная работа «Изучение поляризации света», выполненная в среде графического программирования LabVIEW, которая может быть использована для обучения студентов заочной формы обучения. Программа может работать в двух режимах: в демонстрационном режиме и в режиме лабораторной работы.

Ключевые слова: виртуальная лабораторная работа; LabVIEW; поляризация света; закон Малюса.

В филиале РГУПС в Воронеже разработан ряд виртуальных лабораторных работ для студентов заочной формы обучения, выполнение которых рассматривается как предварительная подготовка к выполнению реального лабораторного практикума, т.е. студент может выполнять работу самостоятельно в удобное для него время и в удобном месте. Практически это электронные эмуляторы реальных работ, обеспечивающие получение навыков выполнения реальных измерений.

Программы выполнены средствами среды графического программирования LabVIEW [1,2]. Будучи сконвертированными в файлы с расширением «exe», они могут «запускаться» на компьютерах с системой Windows, если на них установлена программа LabVIEW 7.0. Особенностью LabVIEW является возможность организации работы программ в масштабе реального времени, когда входящие в циклы параметры могут быть изменены пользователем в ходе выполнения программы. При этом следует немедленная реакция программы, приводящая к изменению результатов, отображаемых большим количеством регистрирующих приборов [3,4].

¹ Прибылова Е.И., к.ф.-м.н., доцент, филиал РГУПС в г. Воронеж

Реализуемая в работах виртуальная реальность – это, прежде всего, эффективный механизм наглядной демонстрации явлений и процессов, несопоставимый с доступными возможностями восприятия человека по пространственным и временным масштабам.

Знакомство с поляризацией оптических волн, изучение закона Малюса и явления вращения плоскости поляризации входит в программы обучения физике. Основные соотношения, определяющие закономерности изменения интенсивности излучения при его прохождении через элементы оптической схемы ограничиваются хорошо известными выражениями. Нами разработана программа – эмулятор выполнения лабораторных измерений при изучении свойств поляризованного света. Работа выполнена в среде графического программирования LabVIEW и имеет несколько вариантов применения:

- как средство самоподготовки студентов;
- как средство наглядной демонстрации при чтении лекций с использованием проектора;
- как виртуальная лабораторная работа (при дистанционном обучении студентов).

Созданные программы представляют собой единство демонстрационного и контрольного материала. В режиме демонстрации все параметры эксперимента определяются пользователем и он имеет возможность отслеживать взаимосвязь результатов с ними.

В контрольном режиме работы программы определяются неизвестные параметры на основе опытных данных и последующего анализа результатов. Важно, что множество влияющих факторов студент определяет самостоятельно – если он разбирается в материале, то положительный результат в большинстве случаев предопределён, если нет – необходимо вернуться на шаг назад, разобраться с теорией, погрузиться в смысл происходящего.

На рисунке 1 представлен вид рабочей панели в режиме «Демонстрация явления» (переключатель режимов расположен в правом нижнем углу панели).

На оптической скамье расположены: источник излучения, поляризатор, кварцевая пластинка, кювета с раствором сахара, анализатор и приемник излучения. Тип источника и его положение относительно оптической оси определяют регулятор «Юстировка источника излучения» и меню выбора «Тип источника». Даже при включенном источнике излучения и выведенной на максимум интенсивности излучения при неверной установке излучателя прибор, регистрирующий фототок от приемника излучений, ничего не покажет даже на самом чувствительном пределе.

Каждый из элементов оптической схемы имеет как регулируемые, так и заданные параметры: коэффициенты потерь в поляризаторе и анализаторе заданы в вариантах выполнения работы, доля отраженного света на кварцевой пластине и кювете с сахарным раствором являются постоянными. Толщины и концентрация раствора могут регулироваться в определенных пределах.

Проверку имеющихся закономерностей студент проводит в режиме «Лабораторная работа» по одному из заданных десяти вариантов. Данный режим представлен на рисунке 2.



Рисунок 1. Вид рабочей панели в режиме «Демонстрация».



Рисунок 2. Вид рабочей панели в режиме «Лабораторная работа»

В режиме «Лабораторная работа» студент работает со всеми элементами оптической схемы, но часть сведений о них надо будет устанавливать самостоятельно на основе анализа собственных измерений и усвоенного теоретического материала.

Разработанная нами компьютерная лабораторная работа носит исследовательский характер и прививает студентам навыки и умения, близкие к тем, которые получает экспериментатор при выполнении обычной работы.

Программа LabVIEW предназначена прежде всего для управления реальными устройствами, получения реальных данных. Поэтому, при совершенствовании навыков программирования и улучшении материальной базы появится возможность не только проведения работ на виртуальном оборудовании, но и выполнение их на реальных объектах под управлением компьютера. Сетевая версия LabVIEW позволит в этом случае организовать удаленный доступ обучаемого студента к проведению реальных измерений.

Список литературы:

1. Пейч Л.И., Точилин Д.А., Поллак Б.П. LabVIEW для новичков и специалистов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004, 384 с.
2. Тревис Дж. LabVIEW для всех: пер с англ. – М.: ДМК Пресс; Прибор Комплект, 2004. – 544 с.
3. Прибылов Н.Н., Прибылова Е.И. Повышение степени восприимчивости виртуальных лабораторных работ // Физическое образование в ВУЗах. Т.16, №2, 2010, с. 95-102
4. Прибылов Н.Н., Прибылова Е.И. Моделирование процедур определения влажности газовых сред средствами LABVIEW// Инженерные и научные приложения на базе технологий NationalInstruments - 2012. Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции. М.: 6-7 декабря 2012 г., с. 201-203.

УДК 656

К вопросу о самостоятельной работе студентов по подвижному составу Тарлыков В.И.¹

Аннотация: Рассматриваются вопросы активизации изучения спецдисциплин в условиях оптимизации вузов, когда для студентов-заочников сокращаются очные учебные часы, их не отпускают на сессии, они не имеют достаточной психологической устойчивости в преодолении трудностей.

Ключевые слова: содержание обучения, цели КСР, субъектная оценка деятельности.

¹ Тарлыков В.И. к.т.н., профессор, филиал РГУПС в г. Воронеж

В соответствии с современными требованиями обучение в вузе должно быть направлено на развитие творческих способностей и компетенций будущих специалистов, их познавательных способностей, умения организовывать свое время, готовности к самообразованию. ФГОС ВПО третьего поколения предусмотрена самостоятельная работа студентов с использованием компьютерных технологий и итоговым контролем (КСР), которым отводится важная роль в достижении высокого качества специальной подготовки.[1,2].

Студенты специализации "Локомотивы, электровозы, вагоны" должны знать в соответствии с компетенциями основы устройства железных дорог, типы подвижного состава, его технические характеристики и конструктивные особенности, технический уровень, требования к конструкциям, правила ремонта, владеть методами оптимизации структуры управления производством и обеспечения безопасности производственных процессов.

На 3 курсе студенты изучают общее устройство и принципы работы подвижного состава, экипажную часть; дизели и их принцип действия, электроснабжение электровозов; общее устройство автотормозов и автосцепок. На 4 курсе - образование силы тяги и определение массы поезда; уравнение движения, расчет скорости и времени хода поезда по участку. Структуру управления отраслью, основы эксплуатации, системы обслуживания и ремонта локомотивов; системы автоматики, безопасности движения и диагностики, применяемые на современном подвижном составе, перспективы их развития.

На дисциплину на 3 и 4 курсах выделено 468 ч. (8+5 ед.). Контактная работа студентов с преподавателем - 57 ч., в т.ч. лекций 16 и 12 ч., ПЗ и ЛР - по 8 и 4ч.; самостоятельная работа (СРС) - 394 ч., виды аттестации (За, ЗаО, Экз). Очные занятия в филиале РГУПС в г. Воронеж проводятся в виде сборов, ЛК и ПЗ - с использованием компьютерных технологий, ЛР - на натуральных образцах и плакатах. Для занятий подготовлены электронные слайд-шоу лекций и ПЗ по разделам учебных программ, пособия по лабораторным работам. Все из представленных учебных материалов студенты могут скачать и просмотреть на своих компьютерах и других устройствах под управлением операционной системы Windows.

Текущий контроль успеваемости (КСР) проводился путем тестирования дважды, перед ЛР и на защите КР и КП. В качестве тестов использовались вопросы из рабочих программ. Все тесты содержат по четыре ответа на вопрос. Тесты с индексом "67" требуют более глубоких знаний материала.

Экзамены проводились традиционно по билетам в аудитории по группам и специальностям. Каждый билет 3 курса включает вопрос по тепловозам, электровозам и вагонам, 4 курса - по организации хозяйств ж. д. транспорта, включая показатели использования подвижного состава, тяге поездов, АСУ и безопасности движения. Результаты ответов приведены таблице.

Приведенные данные показывают, что основная оценка на тесты и на экзамене - "хорошо" и "удовлетворительно"; средние баллы ответов находятся в пределах 3,14 - 4,08. (На несложные тесты "Тест 40" баллы значительно выше - 3,7/3,56). На 3-ем курсе средние баллы тестирования после ПЗ (в 1 семестре)

и на защите КР (во 2 семестре) составили 3,56 и 3,4. Снижение балла может указывать на то, что в течение семестра студенты не работали и забыли, что слушали на ЛК и ПЗ. Средний балл на экзамене - 3,55, а в группе (ПВ, ПЭ) он составил 3,62. На 4 курсе средние баллы тестирования для группы ПЛ и "Итого" перед составили 3,14 и 3,61, а на второй сессии - 3,61 и 4,08; баллы на экзамене для 3и 4 курсов составили 3,55 и 3,46.

Таблица. Результаты СРС по подвижному составу в 2017/2018 уч. году

Курс Группа	Позиция	Количество полученных оценок, %								Ср.балл.
		в 1 семестре				во 2 семестре				
		отл	хор	уд	неуд	отл		уд	неуд	
3 курс Итого	Тест 40	14	50	9	27	11	45	33	11	3,7/3,56
	Тест 3-67	40	20	10	30	-	50	40	10	3,5/3,4
	Итого	22	41	9	28	26	52	22	-	3,56/3,4
	Экз					16	35,5	35,5	13	3,55
	Коэф.корр	0,0144				0,658				
в т.ч. ВОПЛ-3	Тест.40	40	20	10	60	13	50	36	-	3,7/3,75
	Тест 3-67	18	27	18	36	-	36	55	9	3,28/3,27
	Экз					13	29	45	13	3,42
	Коэф.корр	0,454				0,764				
в т.ч. ВОПВ, ПЭ-3	Тест 3-67	9	73	-	18	11	56	22	11	3,67/3,4
	Экз					25	49	-	26	3,62
	Коэф.корр	0,902				0,651				
4 курс Итого	Тест 4-67	7	29,5	36	29,5	38	38	16	8	3,14/3,61
	Экз					8	43	51	3	3,46
	Коэф.корр	0,700				0,075				
в т.ч. ВОПЛ	Тест 4-67	7	29,5	36	29,5	14	23	16	8	3,61/4,08
	Экз					7	54	38	-	3,69
	Коэф.корр	0,522				0,925				
в т.ч. ВОПЭ, ВОПВ	Тест 4-67					-	38	58	4	3,35
	Экз					12	23	42	23	3,23
	Коэф.корр					0,864				

Если считать, что получение той или другой оценки на экзамене и зачете случайными величинами, то простейшей характеристикой связи между ними может служить коэффициент корреляции [3], который в среднем на 3 курсе равен 0,658, а для группы ПЛ - 0,764. На 4 курсе соответственно 0,925 и 0,075. Для приведенных данных коэффициенты различны и невысоки, что указывает на неустойчивую связь между знаниями на занятиях и экзамене. Возможно здесь могут играть роль знания полученные многими студентами в техникуме, общим процентом успеваемости из-за большой неявки студентов на сессии, которая из-за реорганизации филиала и депо достигала 50%. Невысокий балл ответов можно объяснить следующим: изучение специальных дисциплин молодым студентам-заочникам дается нелегко из-за большого объема информации, а в возрасте 40-50 лет, включая и техников - большим временным перерывом; отрицательно сказывается смена подчиненности филиала.

Самостоятельная работа – это не просто самостоятельность студентов в усвоении учебного материала, а организованная система обучения под

руководством преподавателя. Здесь педагог, помимо передачи знаний, должен выступать как организатор работы студентов, и как консультант по их самообразованию. При заочном обучении студент имеет очень большую самостоятельность, а роль преподавателя в учебном процессе весьма ограничена из-за редких консультаций, нет времени на защиту лабораторных работ, сокращены до 1 часа консультации перед экзаменом. Оставлены только 2 и 3 часа на подготовку и защиту КР и КП, которые не всегда можно использовать на экзаменационной сессии.

На активизацию самостоятельной студентов могут повлиять реализация конкретных программ профессионального обучения, решение вопросов организации взаимодействия с предприятиями-заказчиками. Важным условием улучшения качества обучения является состояние материально-технической и учебно-лабораторной базы филиала, разработка учебных пособий, закупка оборудования и комплектов плакатов, Учебные аудитории, кабинеты и лаборатории нужно оснащать интерактивными досками, проекторами с экранами, персональными компьютерами, при помощи которых преподаватель мог демонстрировать учебный материал [4].

К сожалению, на сегодняшний день существует дефицит учебных материалов в целом, и вузы занимаются разработкой и внедрением своих электронных образовательных ресурсов. Необходимо создание единого центра по разработке и изготовлению электронных пособий для высшей школы, как когда-то изготавливались плакаты на бумаге. Пример подобного есть в ОАО «РЖД» для подготовки и повышения квалификации рабочих кадров [5].

Дальнейшее совершенствование современного высшего образования состоит в развитии самостоятельной и творческой работы студентов. Нужно активнее практиковать замены принятых вариантов заданий задачами с практическими приложениями. Это не сложно, так как по специальности «Подвижной состав железных дорог» студенты выполняют курсовую работу и курсовой проект, к тому же многие работают по специальности. Это будет способствовать творческой активности пополнять свои знания, повышать их глубину и качество, готовиться к дипломному проектированию.

В условиях образовательных стандартов нового поколения меняются цели предметного обучения, в качестве которых выступают требуемые предметные компетенции. Сейчас решается проблема современного управления качеством подготовки на основе автоматизированной образовательной среды, позволяющей адаптировать процесс обучения под заявленные цели и результаты образования, а также реализовать систему промежуточного контроля качества образования [6]. Она, несмотря на сокращение часов интерактивных занятий, должна не допускать резкого снижения качества образования. Развитие активного отношения студентов старших курсов к приобретению профессиональных знаний является первостепенной задачей высшей школы.

Список литературы:

1. Федеральный закон № 273-ФЗ от 29.12.2012 «Об образовании в Российской Федерации».
2. Пидкасистый П.И. Психолого-дидактический справочник преподавателей высшей школы / П.И. Пидкасистый, Л.М. Фридман, М.Г. Гарунов. – М.: Педагогическое общество России, 1999.
3. Соломонов К.Н., Тарлыков В.И. Методики и инструменты преподавания графических дисциплин в транспортном вузе // Авиакосмические технологии (АКТ-2015)" Труды XVI международ. конф. ВГТУ. Воронеж: Элист, 2015.
4. Тарлыков В.И., Соломонов К.Н. Формирование знаний и навыков по графическим дисциплинам в процессе образования // Труды девятой Всерос. конф. «Необратимые процессы в природе и технике». – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017.
5. Сухомлинов А.В., Середний А.А. Современные подходы к профессиональному обучению персонала. // Железнодорожный транспорт. – 2018. - № 6
6. Купавцев А.В. Контролируемая самостоятельная работа студентов: первые итоги и перспектива // Инженерный журнал: наука и инновации. - 2013, вып. 8. URL: <http://engjournal.ru/catalog/pedagogika/hidden/877.html>

УДК 378.016

Опыт использования электронного учебного комплекса в преподавании дисциплины «Теоретическая механика» студентам заочной формы обучения

Федоринин Н.И.¹

Аннотация: Разработан электронный учебный комплекс по дисциплине «Теоретическая механика», включающий конспект лекций, банк тестовых заданий, файлы учебно-методической информации, оригинальную программу тестирования, электронный учебник, генератор тестовых билетов и генератор задач. Для создания тестовых заданий открытого типа разработан оригинальный микро-язык программирования. Проведен анализ опытной эксплуатации комплекса и оптимизированы параметры его функционирования. Намечены направления дальнейшего совершенствования комплекса.

Ключевые слова: Теоретическая механика, тестовые задания, электронный учебник, генератор задач.

Автором разработан электронный учебный комплекс, предназначенный для организации самостоятельной работы студентов и расширения возможностей преподавателя при обучении и контроле знаний студентов.

¹ Федоринин Н.И., к.т.н., доцент, филиал РГУПС в г. Воронеж

Собственно учебный комплекс, включает в себя набор программных единиц и информационную базу. Следует отметить, что этот комплекс создавался для дисциплины «Теоретическая механика», но может быть легко адаптирован (при наличии соответствующей информационной базы) к любой другой дисциплине и к требованиям другого преподавателя.

Информационная база комплекса включает в себя электронный конспект лекций, банк тестовых заданий, банк задач и учебно-методическую информацию.

Конспект лекций разбит на разделы и главы, в соответствии с учебными планами, и существует как документ WORD.

Банк тестовых заданий оформлен как база данных «Тестовые задания по теоретической механике». Используются тестовые задания, как закрытой формы, так и открытой. Тестовые задания закрытого типа предусматривают множественность, как неправильных вариантов ответа, так и правильных. Тестовые задания открытого типа, написанные с использованием микро-языка МАЛЫШОК [1], предусматривают как текстовый ответ, так и числовой.

Тестовые задания охватывают весь курс теоретической механики, изложенный в конспекте лекций. Изначально планировалось сделать так, чтобы с каждой главой конспекта лекций было связано некоторое количество тестовых заданий (не менее установленного минимума). Оптимизация этого количества выполнялась позднее в процессе опытной эксплуатации комплекса.

Учебно-методическая информация комплекса включает в себя сведения об особенностях изучения курса теоретической механики различными специальностями.

Программные единицы комплекса включают: программу тестирования TEST, электронный учебник TEORMECH, генератор тестовых билетов BILETY и генератор задач ZADACHNIK.

Программа тестирования TEST имеет две модификации: одна для контрольного тестирования TESTr и другая для самотестирования TESTs. Вариант для контрольного тестирования хранится у преподавателя, а вариант для самотестирования предоставляется студентам для самостоятельной подготовки. Программа TESTr, в отличие от TESTs, имеет средства защиты от несанкционированного доступа (вариативный пароль при запуске, невозможность повторного запуска при работающей программе, защита результатов тестирования, ведение протокола тестирования), а также контроль времени тестирования.

Электронный учебник TEORMECH организован по принципу «последовательного доступа» к информации. Это означает, что на каждом шаге прохождения учебника студенту предлагается после изучения на экране некоторой порции теоретической информации ответить на контрольное задание, относящееся к этой информации. В случае правильного ответа становится доступной следующая порция, в случае неправильного – следует заново проштудировать доступный теоретический материал. Источником

теоретического материала является конспект лекций, разбитый на части, помещающиеся на экране дисплея.

После прохождения всей главы теоретического материала проводится контрольное тестирование по всему материалу этой главы, по результатам которого выставляется оценка за эту главу. Во время контрольного тестирования весь материал главы студенту доступен. Кроме того, в течение всего процесса изучения доступны основные термины и определения, а также формулировки аксиом и теорем. Оценка за главу сохраняется на жестком диске в файле, имя которого формируется на основе персональных данных студента. Это позволяет прерывать прохождение учебника и впоследствии его возобновлять. Прерывать следует после успешного прохождения контрольного тестирования всей главы. Если глава была не завершена, то впоследствии ее придется проходить заново. Студенту позволено улучшать полученную оценку за любую главу неограниченное количество раз.

Программа **VILETY** предназначена для создания заданного количества тестовых билетов, содержащих заданное количество тестовых заданий, и, при необходимости, задачу. Программа **VILETY** сама не создает задач, поэтому необходимое количество задач должно быть подготовлено при помощи программы **ZADACHNIK**. Результатом работы **VILETY** является документ **WORD**, в котором каждый тестовый билет начинается с новой страницы. Для успешной работы генератору **VILETY** требуется информация о том, из какого именно подмножества банка тестовых заданий следует принимать очередное задание тестового билета. Задание из подмножества выбирается случайным образом, но **VILETY** контролирует равномерность использования всех заданий подмножества. Так, если требуется изготовить 10 билетов, а в подмножестве 14 тестовых заданий, то гарантировано во всех билетах задания будут различны. Если билетов необходимо 20, то, обязательно, какие-то 6 заданий по одному разу повторятся. Преподаватель имеет возможность повысить в нужное количество раз вероятность (но только вероятность!) появления какого-то конкретного задания, если считает, что оно важнее других.

Генератор **VILETY** можно использовать при создании экзаменационных билетов.

При запуске **VILETY** выполняет диагностику ошибок в банке тестовых заданий. Кроме того, **VILETY** предоставляет удобный интерфейс для тестирования отдельных заданий при редактировании и дополнении банка тестовых заданий.

VILETY также создает документ **WORD**, содержащий все тестовые задания без указания правильных ответов и алгоритмов. Этот документ свободно предоставляется студентам для самоподготовки.

Генератор задач **ZADACHNIK** предназначен для создания необходимого количества типовых задач по определенной тематике. В настоящее время создано 19 задач (9 по статике, 4 по кинематике и 6 по динамике) и эта работа продолжается.

Результатом работы программы **ZADACHNIK** является:

- заданное количество графических файлов, каждый из которых содержит условие одной задачи;

- документ WORD, в котором все задачи собраны воедино;

- текстовый файл, содержащий правильные ответы.

По желанию преподавателя правильные ответы могут быть размещены в условии задачи.

Программы TESTs и TEORMECH свободно распространяются среди студентов, а TESTp, BILETY и ZADACHNIK находятся строго под контролем преподавателя.

В процессе опытной эксплуатации TEST после опробования различных вариантов, было решено остановиться на следующих параметрах тестирования. Заданий в билетах – 20. Время тестирования - 1 час. Правильный ответ на тестовое задание – 1 балл. Правильный ответ в задаче – 10 баллов. Критерии оценки: 19-24 балла – «удовлетворительно» или «зачет»; 25-28 – «хорошо»; 29-30 – «отлично». Такие критерии просто понуждают студентов научиться решать задачи. Потому что получить хорошую оценку, не решив задачи, невозможно. Получить «удовлетворительно» теоретически можно, но, как показала практика, это удавалось не более 1% проходивших тестирование. Такие критерии показали следующую статистику успешно прошедших тестирование (без учета количества подходов): «удовлетворительно» - 72%; «хорошо» -24%; «отлично» - 4%. Двадцатилетний опыт работы автора со студентами заочной формы обучения показывает, что из всех сдавших теоретическую механику «классическим образом» студентов оценку «отлично» имели единицы, «хорошо» 10-15%, а остальные - «удовлетворительно». Более высокие результаты тестирования, думается, связаны с тем, что студенты имели возможность улучшать свою оценку.

Проводить тестирование на бумажных носителях. Тестовые билеты были изготовлены с помощью программы BILETY. Время тестирования ограничивалось только временем проведения занятия.

Тестирование по бумажным билетам добавило возможность усилить обучающий эффект. Тестовые задания закрытой формы преподаватель оценивал один раз (ошибся, значит все, данный ответ зафиксирован), а вот задания открытой формы разрешалось перерешать. Это давало возможность втянуть студента в более глубокое осмысление существа вопроса, спровоцировать его на дискуссию, которую преподаватель всегда охотно поддерживал. Если удавалось направить мысль студента в нужном направлении и, в конце концов, добиться, чтобы студент испытал важную положительную эмоцию преодоления («я понял, как надо отвечать на этот вопрос!»), формирующую психологию победителя, то цель была достигнута. Если ответ не был найден студентом самостоятельно, то простое выслушивание логического построения ответа со стороны преподавателя помогало формированию у студента определенной методологии решения задач.

Работа с комплексом выявила такой аспект: общее количество заданий не должно быть слишком большим. Реакция студентов на 80 страниц тестовых

заданий была резко отрицательной. На глазах первоначальный энтузиазм сходил на нет. Поэтому пришлось, во-первых, более тщательно отбирать вопросы для тестирования, а, во-вторых, принципиально переработать банк тестовых заданий, значительно увеличив удельное содержание тестовых заданий открытого типа. Видится, что 100-150 тестовых заданий – это оптимальное количество, чтобы не отпугивать студентов от самоподготовки.

Для повышения интенсивности и качества самоподготовки был разработан учебник ТЕОРМЕСН, свободно распространяемый среди студентов.

Базируясь на опыте использования программы TEST, для контрольного тестирования по каждой главе учебника была принята следующая схема. Всего заданий 12, время на ответ не ограничено, критерии оценки: 0-1 правильных ответов – оценка «1», 2-6 – «2», 7-8 – «3», 9-10 – «4», 11-12 – «5».

Для борьбы с ответами наугад при работе с учебником в ТЕОРМЕСН была предусмотрена задержка по времени перехода к контрольному вопросу, пропорциональная величине порции теоретического материала. Кроме того, если студент отвечает на контрольные вопросы быстро и неправильно (т.е., скорее всего, наугад), то компьютер делает 5 предупреждений, а после этого наказывает студента. В качестве наказания сначала использовалось полное аннулирование результатов прохождения всего учебника, но из-за слишком большого разочарования у студентов было принято решение аннулировать результаты тестирования только по тем темам, при прохождении которых делались предупреждения.

Была предпринята попытка придать учебнику статус допуска к зачету и экзамену. Преподаватель в одной группе объявил, что к зачету все студенты должны представить файл протокола учебника, в котором должны быть положительные оценки по каждой теме курса. Такой файл представили только 60% студентов, да и у подавляющего большинства (по мнению преподавателя) результаты оказались подделаны. В общем, из-за организационных недоработок эксперимент был признан неудачным. Хотя сама идея хорошая и к ней планируется вернуться позднее. Если ввести задачи в контрольное тестирование по темам учебника, повысить защищенность файла протокола, то можно было бы использовать электронный учебник вместо традиционных в заочном образовании бумажных контрольных работ.

Генератор задач ZADACHNIK, кроме того, что он поставляет задачи для TEST и BILETY, может быть использован для создания раздаточного материала при проведении аудиторных контрольных и самостоятельных работ.

Таким образом, опыт использования учебного комплекса показал, что данный комплекс:

- повышает эффективность изучения теоретической механики;
- перераспределяет занятость преподавателя в сторону увеличения именно обучения, снимая с него частично контролирующую функцию;
- повышает «вооруженность» и преподавателя, и студента средствами обучения;

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

- оказывает существенную помощь преподавателю в плане организации учебного процесса (тестовые билеты, раздаточный материал, изготовление экзаменационных билетов и т.д.);
- является дружественным подспорьем студентам при самоподготовке.

Список литературы:

1. Федоринин Н.И. Транслятор микро-языка МАЛЫШОК для обработки вариативных тестовых заданий открытого типа (Свидетельство №2015617914 от 24.07.2015).

Секция 7. Гуманитарные аспекты в железнодорожном образовании

УДК 378.6

Аутентичные интернет-ресурсы в контексте профессионально ориентированного обучения иностранному языку в ВУЗе транспортного профиля

Белявцева И.В.¹, Кукшинова Е.Н.²

Аннотация: Данная статья посвящена анализу интернет-ресурсов как эффективного средства обучения профессионально ориентированному иностранному языку в транспортном вузе. В статье описаны особенности обучения различным видам речевой деятельности и аспектам языка на примере интернет-ресурсов железнодорожной сферы.

Ключевые слова: интернет-ресурсы, профессионально ориентированное обучение, транспортный вуз.

В условиях активного развития международных контактов в различных сферах науки и производства все большее значение в современном обществе приобретает подготовка высококвалифицированных специалистов со знанием иностранного языка. К уровню владения иноязычной профессиональной коммуникативной компетенцией будущего специалиста, в том числе и будущего инженера транспорта, предъявляются высокие требования. В соответствии с этими требованиями, современный выпускник транспортного вуза должен уметь использовать иностранный язык как средство доступа к профессионально значимой информации, как инструмент научного исследования и образования, как инструмент общения в профессиональной сфере. Это подразумевает, что выпускник вуза должен, прежде всего, владеть умением читать специальную литературу, связанную с осваиваемой профессией: научные статьи, руководства и инструкции, материалы конференций, профессиональных корпораций и специализированных медиа, и извлекать из данных источников информацию для удовлетворения своих профессиональных потребностей. Кроме того, будущий выпускник должен владеть навыками иноязычной профессиональной коммуникации, т. е. уметь правильно использовать средства иностранного языка в различных ситуациях профессионального общения, в том числе с использованием информационно-коммуникационных ресурсов.

Данные задачи, по мнению многих авторов [2], [4], [5], могут быть наиболее эффективно решены за счет внедрения в учебный процесс аутентичных интернет-ресурсов, которые связаны с будущей профессиональной деятельностью студентов. К числу таких ресурсов

¹ Белявцева И. В., к.филол.н, доцент, филиал РГУПС в г. Воронеж

² Кукшинова Е. Н., к.филол.н, доцент, филиал РГУПС в г. Воронеж

исследователи относят корпоративные, медийные и образовательные интернет-ресурсы.

Современные корпоративные интернет-ресурсы включают в себя веб-сайты компаний и социальные медиа общего и профессионального назначения, такие как корпоративные блоги (LifeJournal) и микроблоги (Twitter), видеосервисы (You Tube) и социальные сети (Facebook). В качестве примеров корпоративных сайтов в сфере британского железнодорожного транспорта можно привести веб-сайты ассоциации железнодорожных транспортных компаний Великобритании “National Rail” (www.nationalrail.co.uk) и корпорации “Network Rail” (<https://www.networkrail.co.uk>), которая занимается управлением и эксплуатацией железнодорожных путей, систем сигнализации, мостов, тоннелей и путепроводов. Примерами корпоративных сайтов немецких железных дорог являются сайты основного железнодорожного оператора Германии “Deutsche Bahn AG” (<https://www.deutschebahn.com/de>) и железнодорожного грузоперевозчика “DB Cargo” (<https://www.dbcargo.com/>). Перечисленные организации имеют свои страницы в Facebook и Twitter, некоторые из них имеют серию профессионально ориентированных видеороликов на видеохостинге You Tube.

К медийным ресурсам относят различные интернет-издания и информационные базы СМИ. Среди британских и немецких железнодорожных интернет-изданий заслуживают внимания журналы “Modern Railways”, “Rail Magazine”, “Eisenbahn-Kurier” и “ЛОК Magazin”, которые содержат статьи, посвященные текущему состоянию и развитию железнодорожных сетей в Великобритании и Германии, а также новостной портал “Railway News”, который предоставляет информацию о поставщиках железнодорожного оборудования со всего мира, содержит материалы в текстовом, аудио- и визуальном форматах.

Образовательные интернет-ресурсы представляют собой сайты и блоги университетов (<https://tu-dresden.de>; <https://www.birmingham.ac.uk>), сайты конференций (<https://securerailconference.com>) и выставок (<https://www.innotrans.com>) в сфере железнодорожного транспорта. Информация на страницах этих сайтов необходима тем выпускникам, которые планируют продолжить свое обучение по избранному направлению в зарубежных вузах, таких, как, например, Дрезденский технический университет (Транспортный факультет) или Бирмингемский университет (курс «Управление железнодорожными рисками и безопасностью»).

Ресурсы специализированных корпоративных, медийных и образовательных сайтов, таким образом, являются уникальным языковым и учебным материалом, который помогает студентам сформировать представление о системе железнодорожного транспорта в странах изучаемого языка, знакомит обучающихся с особенностями организации работы железнодорожного транспорта в этих странах, техническими новинками в сфере транспорта, актуальными проблемами транспортной отрасли. Значимость специализированных интернет-ресурсов как средства профессионально

ориентированного обучения иностранному языку заключается также и в том, что рассматриваемые ресурсы представляют собой аутентичные материалы, созданные носителями языка; они являются примерами использования языка в реальном общении, образцами речевого поведения участников этого общения, «характеризуются естественностью лексического наполнения и грамматических форм, ситуативной адекватностью применяемых языковых средств» [3].

Использование ресурсов сети Интернет в процессе профессионально ориентированного обучения иностранному языку студентов в транспортном вузе позволяет развивать различные аспекты иноязычной коммуникативной компетенции, важнейшим из которых является владение специальной лексикой.

Исследование интернет-ресурсов в сфере железнодорожной отрасли показало, что они содержат как терминологическую (термины и профессионализмы, например, *rolling stock, hold yard, die Schraubenbremse, die Streckenbelastung*), так и нетерминологическую лексику (общеупотребительную: *carriage, platform, der Zug, der Bahnhof*; общенаучную: *method, aim, die Aufgabe, die Erscheinung* и общетехническую лексику: *equipment, electronics, die Anlage, das Gerät*). На сайтах университетов помимо этого зафиксирована значительная доля академической лексики (*graduates, scholarchip, die Universität, die Fakultät*), на сайтах специализированных медийных изданий обнаружено множество аббревиатур, большинство из которых являются именами собственными (*DfT – the Department for Transport, NR – Network Rail, ÖBB - Österreichische Bundesbahnen, AG – Aktiengesellschaft*).

Усвоение студентами специальной лексики происходит в процессе выполнения языковых, условно-коммуникативных и коммуникативных упражнений. Примерами языковых упражнений могут быть упражнения, направленные на усвоение значения терминов (заполнение пропусков в предложениях, соотнесение термина и его определения), на усвоение сочетаемости терминов (составление коллокаций, составление предложений с терминами), на изучение словообразовательных возможностей терминов (группировка терминов с определенными словообразовательными элементами, определение значения термина по известным словообразовательным элементам). Условно-коммуникативные и коммуникативные задания выполняются на основе текста, аудиозаписи или видеофильма. В качестве примеров таких заданий можно привести вопросно-ответную работу по содержанию текста, выражение своего отношения к полученной информации, подготовку презентации или проекта.

Одним из основополагающих умений в современной методике обучения иностранным языкам признается чтение. Чтение аутентичного профессионально ориентированного текста предполагает наличие у студента умений извлекать из предложенного материала необходимую информацию с целью дальнейшего использования её в своей профессиональной деятельности [1]. Поскольку будущему специалисту придется знакомиться с большими объемами информации, он, прежде всего, должен владеть умением поисково-

просмотрового чтения. Данный вид чтения представляет собой быстрое, беглое, избирательное чтение, направленное на отбор и оценку материала с точки зрения нужд и интересов читающего. При обучении поисково-просмотровому чтению на основе профессионально ориентированных интернет-ресурсов студенты могут выполнить следующие задания: найдите определение термина *gauge, die Streckenbelastung*; найдите факты, которые относятся к теме эксплуатации железнодорожных туннелей; укажите часть текста, в которой дается описание услуг, предоставляемых в поездах первого класса; прокомментируйте заголовок статьи; расскажите, какая проблема обсуждается в статье; выберите для себя программу обучения в зарубежном вузе; просмотрите информацию о предстоящей конференции и выберите секцию, которая представляет для Вас интерес. Ознакомительное и изучающее чтение используется как важнейшее средство для развития умений говорения и письма. Ознакомительное чтение нацелено на извлечение основной информации и предусматривает такие задания, как, например, ответы на вопросы к тексту и составление плана прочитанного. Изучающее же чтение направлено на максимально полное понимание содержания текста и предполагает выполнение следующих заданий: выделите основные проблемы, которым посвящена конференция; расскажите, чем занимается данная железнодорожная компания, выразите свое отношение к прочитанному, составьте резюме. Данные задания могут быть выполнены в устной или письменной форме, что способствует соответственно развитию умений говорения и письма. Совершенствование умений говорения на основе интернет-ресурсов может также происходить в форме проблемного обсуждения, сообщений, докладов, презентаций, ролевых игр или проектов на иностранном языке.

Необходимой составляющей успешного иноязычного общения в профессиональной сфере является умение понимать иноязычную речь на слух. Для развития этого умения студентам транспортного вуза могут быть предложены видеоматериалы продолжительностью от 1 до 18 минут, размещенные на железнодорожных интернет-ресурсах. Данные видеоролики чаще всего посвящены демонстрации корпоративных достижений в железнодорожной отрасли, описанию работы железнодорожников или специального железнодорожного оборудования. На предварительном этапе работы с видеоматериалами происходит снятие лексико-грамматических трудностей: студенты знакомятся с незнакомой терминологической лексикой, трудными грамматическими конструкциями, специфическими железнодорожными реалиями, именами собственными, содержащимися в фильме. На заключительном этапе происходит проверка понимания содержания видеофильма в форме ответов на вопросы, корректировки приведенных утверждений, составления плана, пересказа, беседы, дискуссии, сравнения, оценки действий героев фильма.

В соответствии с требованием времени современный инженер транспорта должен владеть как устной, так и письменной речью. Для совершенствования

умений письменной речи на основе интернет-ресурсов студентам могут быть предложены задания на составление текстов для микроблога, написание комментариев к сообщениям в блоге, составление резюме к вакансиям, предложенным на сайтах железнодорожных компаний. При выполнении таких заданий обучающиеся овладевают знаниями речевого этикета, усваивают нормы речевого поведения в условиях профессионального общения.

В заключение следует отметить, что использование аутентичных интернет-ресурсов при обучении иностранному языку в вузе транспортного профиля позволяет организовать процесс обучения студентов с учетом их профессиональных интересов и сделать этот процесс более эффективным и мотивированным.

Список литературы

1. Бурганова Н. С. Электронная газета как средство обучения студентов профессионально-ориентированному чтению в неязыковом вузе // Вестник Вятского государственного университета. - Вып. 3-3, 2011. - С. 68-73.
2. Зубков А. Д., Морозова М. А. Обучение специальной лексике на материале аутентичных интернет-ресурсов // Открытое и дистанционное образование. – 2017, №1 (65). - С. 12-18.
3. Мильруд Р. П., Носонович Е. В. Критерии содержательной аутентичности учебного текста // ИЯШ. - 1999, № 2. - С. 8-12.
4. Морозова М. А. Комплекс корпоративных интернет-ресурсов для обучения немецкому языку в вузе // Сибирский педагогический журнал, 2015. - №4. - С. 90-96.
5. Шилов А. А. Медийные ресурсы Интернета: проблемы эволюции: автореф канд филол наук. – Краснодар: Кубан. гос. ун-т, 2005. - 19 с.

УДК 378.6

Новые подходы к обучению профессионально ориентированной иноязычной лексике в железнодорожном вузе

Белявцева И. В.¹, Кукшинова Е. Н.²

Аннотация: Статья посвящена проблемам обучения профессионально ориентированной лексике иностранного языка в железнодорожном вузе. Формирование коммуникативной и профессиональной компетенции студентов происходит с помощью накопления единиц специальной лексики. Важным для повышения эффективности усвоения терминов является применение новых методов.

Ключевые слова: изучение иноязычной профориентированной лексики, железнодорожный вуз.

¹ Белявцева И. В., к.филол.н, доцент, филиал РГУПС в г. Воронеж

² Кукшинова Е. Н., к.филол.н, доцент, филиал РГУПС в г. Воронеж

Современные интеграционные процессы ставят перед системой высшего образования задачу сформировать у студентов умение осуществлять иноязычную профессиональную и деловую коммуникацию в устной или письменной форме. Использование только традиционных форм и методов не позволяют решить эту задачу. В связи с этим встает необходимость поиска новых путей активизации коммуникативной и профессиональной компетенции студентов.

Как известно, лексический аспект играет ключевую роль в процессе изучения иностранного языка для специальных целей, что обуславливается его особенностями в сравнении с другими языковыми аспектами, «в частности более высокой степенью экстралингвистической детерминированности» [1].

Важность формирования профессионального языкового словаря обучаемых неоднократно подчеркивали в своих трудах многие ученые-лингвисты (А. А. Миролюбов [2], Н. И. Гез, Н.Д. Гальскова [3], М. В. Ляховицкий [4], Е. И. Пассов [5]), которые считали, что владение достаточным запасом активной лексики является главным условием успешной коммуникации на иностранном языке.

Как неоднократно отмечалось в научной литературе, словарный состав любой специальной лексики (включая и железнодорожную) характеризуется неоднородностью и подразделяется на общеупотребительные термины (например, англ.яз.: *compartment* - купе, *luggage* - багаж, *route* - маршрут, *ticket* – билет; нем.яз.: *die Bahnhof* – вокзал, *die Eisenbahn* – железная дорога, *der Zug*- поезд); узкоспециальные термины (например, англ. яз.: *narrow-gauge line* - узкоколейная линия, *driving axle* - ведущая ось, *signal box* - пост централизации; нем. яз.: *der Fahrtenpeicher* – накопитель маршрутов, *das Rangieren* – маневровая работа, *die Starkstromschutzerdung* – защитное заземление сильного тока) и профессионализмы (например, англ. яз.: *rail* - железная дорога, железнодорожная система, *sleeper* - спальный вагон, *launch* – запускать; нем. яз.: *der Akku* – аккумулятор, *der Lok* - локомотив).

Традиционно обучение профессиональной лексике сводилось к семантизации новых лексических единиц в процессе чтения специальных текстов. При этом особое внимание студентов обращалось на следующие языковые особенности:

1) интернациональность отраслевой лексики (англ. яз.: *container*, *depot*, *dispatcher*, *electrification*, *viaduct*; нем. яз.: *die Lokomotive*, *der Motor*, *das Signal*, *der Tunnel*);

2) наиболее частотные словообразовательные модели (особый акцент в английском языке делается на аффиксацию: *maintenance*, *tractional*, *refurbishment*, словосложение: *railway*, *crankshaft*, *timetable* и аббревиацию: *CTC* (*centralized traffic control*), *IEP* (*inter-city express*), *DMU* (*diesel multiple unit*); в немецком языке на аббревиацию: *der ICE- Zug* (*Intercityexpress*), *DB* (*Deutsche Bahn*) и словосложение: *der Reisezugwagen*, *die Bahnsteigbeleuchtung*, *der Weichenspitzenverschluss*);

3) полисемия (англ. яз.: *coach* – 1) *пассажирский вагон с сидячими местами*, 2) *междугородный автобус*, 3) *тренер*; нем.яз.: *die Luft* – 1) *воздух*, 2) *мертвый ход*, 3) *зазор*);

4) синонимия (англ.яз.: *speed=velocity* – *скорость*; *ground -connection=earth connection* – *заземление*; нем.яз.: *der Reisende= der Fahrgast=der Passagier* - *пассажир*)

5) антонимия (англ. яз.: *couple - uncouple, alignment – disalignment*; нем.яз.: *abfahren – ankommen, der Unterbau - der Oberbau*).

Следующим этапом работы с профессиональной лексикой было установление с помощью специальных упражнений денотативных, семантических и фоновых связей.

При таком подходе преподаватель стремился заложить в долговременную память студентов как можно большее количество лексических единиц и их эквивалентов, которые необходимы для развития навыка чтения и перевода литературы по специальности. Однако при этом совершенно недостаточное внимание уделялось формированию способностей, позволяющих студентам с помощью изученных лексических единиц осуществлять коммуникацию в различных профессиональных ситуациях и сферах деятельности. Кроме того, при данном методе работы с лексикой и обучающиеся, и преподаватели сталкивались с трудностями, связанными, прежде всего, с отсутствием современных систематизированных специальных иноязычных словарей, а также учебников и учебных пособий, предназначенных для студентов различных железнодорожных специальностей. В подобной ситуации становится очевидно, что необходим поиск путей совершенствования методики обучения лексике.

В современном образовании все большая роль отводится методам активного познания. Для того чтобы научить иностранному языку как средству общения в профессиональной среде, недостаточно только пассивного знания определенного объема специальной лексики. Необходимо уметь использовать ее в конкретных речевых ситуациях. А для этого нужно стремиться создать обстановку реального общения. И здесь на помощь приходят новые информационные технологии. Интернет сегодня превратился в особый коммуникативный источник информации, который органично можно вписать в процесс обучения.

Создать естественную, живую атмосферу профессионального общения на иностранном языке в учебных условиях технического вуза позволяют аутентичные профориентированные видеофильмы, которые в достаточном количестве можно найти в настоящее время в сети Интернет.

Примером ресурса, содержащего подобные фильмы на немецком языке, например, служит сайт <http://www.br.de/fernsehen/ard-alpha/sendungen/ich-machs/index.html>. Он включает в себя более 300 небольших роликов, посвященных самым распространенным среди молодежи профессиям в Германии, среди которых встречаются и железнодорожные специальности (например, машинист локомотива, строитель железнодорожных путей,

дежурный по станции и др.). Каждый фильм содержит информацию об одной определенной профессии, условиях труда, размере заработной платы, возможностях карьерного роста и повышения квалификации, а также информирует об учебных заведениях, где можно получить соответствующее специальное образование. Кроме монологической речи, в фильмах широко представлен современный разговорный язык в виде общения студентов между собой на профессиональные темы или в виде интервью с представителями различных специальностей.

Что касается английского языка, то особое внимание заслуживает видеофильм, снятый членами клуба «Высокоскоростные железные дороги в Америке» и размещенный в видеохостинге You tube. Фильм представляет собой интервью членов данного клуба с машинистом сверхскоростного пассажирского экспресса Стивом Максимовичем. В ходе интервью Стив рассказывает о начале своей карьеры, о своем профессиональном опыте, сообщает некоторые факты из истории развития высокоскоростного транспорта в Нидерландах, Бельгии и Франции, участники интервью обсуждают значение данного вида транспорта для развития страны, некоторые его преимущества и недостатки, особенности высокоскоростного движения в разных странах, вопросы безопасности и проекты развития высокоскоростных железных дорог в Америке.

Эти фильмы удобны для работы, потому что их продолжительность составляет 13-19 минут, в то же время они обладают законченным сюжетом. Диалогичность речи персонажей видеоматериала позволяет ознакомиться с разговорными конструкциями и выражениями, идиомами, жаргонной лексикой, с сокращениями определенных слов, не встречающихся в учебных текстах. Изучение специальной лексики осуществляется в непринужденной форме, так как в процессе просмотра фильма происходит беспереводная семантизация слов, то есть студенты с легкостью угадывают значение незнакомых лексических единиц, исходя из контекста и при помощи соответствующего видеоряда.

Данные фильмы позволяют окунуться в естественное иноязычное общение, происходящее в рамках определённой профессии, что особенно важно для формирования профессиональной и коммуникативной компетенции студентов неязыковых специальностей. Кроме того, видео дает обучающимся реалистичные модели подражания, которые помогают активизировать стереотипное профориентированное языковое поведение.

Таким образом, важно подчеркнуть, что от уровня сформированности лексических умений и навыков зависит способность осуществлять иноязычную (в том числе профессиональную) коммуникацию. Положительный результат может быть гарантирован только в том случае, если в процессе обучения будут активно использоваться новые методы и приемы.

Список литературы

1. Зарицкая Л.А. Некоторые аспекты изучения новых слов и терминов в современной лингвистике// Вестник ОГУ, 2014.- №11 (172).- С.144.
2. Методика обучения иностранным языкам: традиции и современность/ Под ред. А.А. Миролюбова.- Обнинск: Титул, 2010.- 464с.
3. Гальскова Н.Д., Гез Н.И. Теория обучения иностранным языкам. Лингводидактика и методика. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 336 с.
4. Пассов Е. И. Основы методики обучения иностранным языкам. - М.: Русский язык, 1997. - 216 с.
5. Ляховицкий М. В. Методика преподавания иностранных языков. - М.: Высш. школа, 1981. - 159 с.

УДК 130.2.62

Культура инженерии как разновидность профессиональной культуры Свешников Б.Н.¹

Аннотация: в статье рассматриваются вопросы, касающиеся культуры инженерии как одной из разновидностей профессиональной культуры. Указаны ее основные характеристики. Особое внимание обращено на место духовной культуры - нравственной, эстетической, художественной, философской - в профессии инженера.

Ключевые слова: профессиональная культура, культура инженерии, основные виды духовной культуры.

Тот или иной уровень развития общества-это предметное воплощение исходящей от человека активности, которая выражается в различных видах его деятельности. В целом деятельность как фундаментальную характеристику человеческого бытия можно рассматривать в виде определенного типа отношений человека и окружающего мира. Этот тип выражает ориентированность человека как на приспособление к уже имеющимся условиям своего бытия, так и изменение этих условий согласно своих интересов и целей.

С философской точки зрения деятельность человека есть активность субъекта, развертывающегося в пространстве субъективно-объективных отношений. И в этом смысле она реализуется в четырёх конкретных формах: преобразовании, познании, оценивании субъектом объекта и общении (взаимодействии субъекта с другим субъектом) [3].

Разделение труда приводит к закреплению субъектов за определенными видами деятельности. Это значит, что каждому субъекту соответствует «определенная ниша» в общей системе социальной практики, свой род занятий,

¹ Свешников Б.Н. к.филос.н., профессор, филиал РГУПС в г. Воронеж

т.е. профессия. Профессия есть вид человеческой деятельности, основанный на владении комплексом теоретических знаний и практических навыков, приобретённых в результате социальной подготовки и опыта работы. Именно профессия помогает человеку функционально включаться в систему социальных отношений.

Базисным понятием, отражающим качественные характеристики любой профессии, является понятие «профессиональная культура», где главный упор делается на социокультурный аспект. Данный аспект показывает полноту выражения того или иного качества профессиональной деятельности, ее организации и результатов, когда важно не только, что делается, но и как.

Именно в таком понимании профессиональная культура есть «человеческое измерение» тех или иных достижений и выявление творческой сущности человека в данной профессии. Как отмечает Ф.Н. Щербак, «говоря о культуре труда, мы всегда должны выяснить как сказывается практически результаты труда и сама его организация на человеке, служит ли она условием и средством выяснения его собственных деятельных способностей. Характер сопряжения тех или иных утилитарных достижений с целью человека, гуманистический смысл человеческой деятельности и есть та шкала ценностных ориентиров, которая определяет культурное измерение» [6].

С содержательной стороны профессиональная культура есть совокупность качеств работника, адекватных требованиям профессиональной деятельности и обеспечивающих его эффективное функционирование. Эти качества характеризуют уровень социально-профессионального развития субъектов деятельности в различных сферах общественного разделения труда, меру и способ реализации их сущностных сил (творческого потенциала).

Одним из важнейших видов деятельности, который имеет свой определённый характер, своё содержание и другие соответствующие атрибуты, т.е. свой профессиональный статус, является инженерия. Инженерия-это одновременно технико-использующая и технико-производящая деятельность. В первой своей ипостаси инженерия включает в себя повторяющиеся действия, многократно используемые в разных отраслях на основе готовой техники и технологических приемов.

В отличие от этого технико-производящая инженерия носит созидательный характер, т.е. есть действие, ядром которой является созидание: проектирование, изобретение, конструирование и т.д. В этом своём назначении инженерное дело-это гармоничное творчество, в котором равноправны теория и эксперимент, логика и интуиция. «Инженерная деятельность требует целостного представления об объекте проектирования, сформированного «многоэкранного» мышления, знания языка формул, чертежей и схем, сочетания научного образного мышления, обоснованной смелости и дара предвидения» [5].

Инженерия приводит к конституализации профессии инженера, который, собственно говоря, и является носителем культуры инженерии. Говоря об этой культуре необходимо отметить, что ее надо рассматривать в двух аспектах:

инструментально-технологическом и социокультурном. Инженер видит в технике действие не только того или иного материализованного закона природы, но и своё собственное инженерное творчество. Тем самым техника живет и развивается не столько по «законам необходимости», сколько по логике существования идей, смысловых представлений мира (картин мира), т.е. с позиции мировоззрения. Поэтому когда мы говорим о прогрессе производственной сферы, то он связан не только с техническим совершенством и организацией труда, но и с уровнем соответствующей профессиональной культуры.

Существует ряд факторов, которые выводят социокультурный измерение техники на приоритетные позиции и отражаются на динамике инженерной профессиональной культуры. Во-первых, высокая степень и разнообразия, проявляющихся в сфере техники и технологии в современном мире. Во-вторых, глубокая взаимосвязь развития науки и техники и социальных преобразований. Как отмечает Ж. Бодрийяр, люди и техника, потребности, вещи взаимно структурируют друг друга. «В той или иной данной цивилизации,-пишет он,-структуры индивида и общества связаны с технико-функциональными особенностями едва ли не универсальным законом. Он действует и в нашей технической цивилизации: техника и вещи страдают от той же порабощенности, что и люди, прогресс их конкретного структурирования, т.е. объективный технический прогресс, страдает от тех же задержек, отклонений и отступлений назад, что и процесс конкретной социализации человеческих отношений, т.е. объективных социальный прогресс» [1].

Смысл второго социокультурного аспекта профессиональной культуры инженера-обусловлен социальной оценкой результатов и последствий его деятельности. Отсюда, идеальная модель такой деятельности в современных условиях включает в себя не только факторы технико-технологической оптимизации (экономичности, эффективности, надежности, эксплуатационных и других характеристик) в их определенном сочетании, но и социокультурный факторы использования техники и технологии в обществе, понимание их социокультурных смыслов.

Отсюда профессиональная инженерная культура, на наш взгляд, должна обладать определёнными характеристиками. Прежде всего ее универсальным системообразующим фактором являются нормы и стандарты, которые представляют собой способ перевода языка теории на язык практических действий. Последний выступает в качестве специализированного профессионального языка как материализации научных и практических знаний.

Вторая характеристика профессиональной инженерной культуры заключается в том, что инженер должен уметь решать профессиональные проблемы такими технологическими средствами, которые максимизировали бы позитивные и минимизировали негативные последствия воздействия применения техники на природное и искусственное окружение. Наконец, в-третьих, структурной характеристикой профессиональной культуры инженера является социальная компетентность, которая предполагает его

ответственность перед другими людьми, т.е. обществом, за последствия принимаемых им решений на всех уровнях инженерной деятельности.

Надо отметить ещё один важный момент-в инженерной деятельности специалист не только совершенствует знания, навыки и умения в своей профессии, но и осваивает духовное содержание инженерной деятельности как объективированную субъективную данность культуры, то, что принято называть духовной культурой.

Уровень развития духовной культуры оказывает влияние на все стороны жизнедеятельности человека, независимо от его социального и профессионального статуса. Духовная культура формирует личностные черты, необходимые любому профессионалу в условиях его существования не только в своей узкой корпоративной среде, но и во всей системе общественных отношений, в которые он включён.

Духовная культура не только расширяет так называемый кругозор представителей инженерской профессии, но и определяет их неповторимость, уникальность, высшую самооценку. Именно духовная культура составляет душу инженерной профессии, ее сердцевину, делает эту профессию гуманистической, т.к. она обращена не столько к изменению предметного мира (грубо говоря к железкам), сколько к человеку, призванному изменять этот мир согласно не узкой профессиональной мерке, а исходя из общечеловеческого (гуманистического) смысла. Иначе говоря, духовная культура как сердцевина профессиональной культуры реализует две основные цели: а) преодоление «одномерности» специальности, заданной профессиональной подготовкой, и ее окультуривание в широком смысле слова, не сводимое к узкой специализации и б) определяет гуманистический аспект человеческой деятельности как шкалу ценностных ориентиров, которая является «культурным измерением» тех или иных отношений и одновременно выступает основой выделения различных видов профессиональной культуры, в том числе и культуры инженерии.

На субъективном уровне каждый вид духовной культуры есть стержневой элемент, показатель определённых качеств человека. Через них человек может выразить себя не частично, а всесторонне, то есть раскрыть свои сущностные силы наиболее полно и целостно. К таким видам духовной культуры прежде всего относятся нравственная, и эстетическая, философская. От нравственной культуры зависит содержание и характер человеческих отношений во всех сферах деятельности, а потому эту культуру можно считать определенным «срезом» духовного развития представителя любой профессии. Поэтому нравственная культура инженера предполагает его деятельность в своей профессиональной среде, в аспекте межличностного общения, то есть как нравственное отношение, которое регулируется не уставными и административными средствами, а нормами морали.

Осознанные общие нормы человеческого общежития как необходимые становятся предпосылкой выбора наиболее целесообразного с точки зрения общественного мнения поведения и принятия решений. Как справедливо

отмечает А. Дорофеев, «моральные основы деятельности современного человека при принятии ответственных решений становятся равнозначными или даже превосходящим технологические, экономические и экологические обоснования [2].

Другой аспект проявления родовой сущности человека выражает его эстетическая культура-прежде всего тот или иной уровень эстетического вкуса как способности воспринимать, оценивать красоту, которую можно рассматривать как наиболее совершенную выразительную форму того или иного предмета, то, что определяет его эстетические свойства. Если говорить о пользе и необходимости Красоты, то эстетическое наслаждение, которое человек получает от Красоты, создаёт у него более радостные ощущения, повышает его работоспособность, что в конечном итоге может привести к большей отдаче в труде, принести больше практической пользы и для него самого, и для общества.

Эстетический вкус как показатель эстетической культуры-это не только способность воспринимать и оценивать эстетические свойства предметов, но и способность к деятельности как эстетическому освоению мира. В подобном освоении предмет берётся не со строев его отдельных свойств, а в целостности, что предполагает аналогичную целостность и с субъективной стороны, когда субъект полностью, а не частично раскрывает весь свой творческий потенциал. Иначе говоря, «человек умеет производить по меркам любого вида и всюду он умеет прилагать к предмету соответствующую мерку: в силу этого человек формирует материю так же и по законам красоты» [4]. Именно освоение мира по «законам красоты» и является основанием эстетической деятельности.

Особое место в структуре духовной культуры занимает философия, которая наиболее полно выражает родовую сущность человека. Назначение философии заключается не в сумме знаний, а в том, чтобы не переставать размышлять (философствовать или мудрствовать). А мудрость-высшая степень разумности, когда человек, как говорил К. Прутков, «зрит в корень», т.е. определяет смысл всего существующего. Следовательно философия есть форма самосознания свободно определяющего себя по отношению к миру субъекта.

В то же время философствование не есть чисто духовная субстанция. Как отмечал Леонардо да Винчи, «мудрость-дочь опыта». Естественно, что инженер, наделённый способностями к философствованию и обладающий определенными философскими знаниями, находится на той стадии философской культуры, которая помогает ему в его практической инженерной деятельности. Все компоненты духовной культуры- это каркас, который придаёт устойчивость профессиональным качествам инженера. Являясь гуманистической составляющей профессиональной культуры инженера духовная культура расширяет возможности реализации инженером своих профессиональных качеств в сфере своей деятельности. Это ориентация на формирование творческого мышления, как путь к инновациям во всех сторонах инженерии.

Список литературы:

1. Бодрийяр Ж. Система вещей/Ж.Бодрийяр.-М.-1995.-104 с.
2. Дорофеев А. Профессиональная компетентность как показатель качества образования/А.Дорофеев//Высшее образование в России-2005—4 - 30 с.
3. Каган М.С. Системный подход и гуманитарное знание/М.С.Каган.-Л.,1991-11 с.
4. Маркс К. Из ранних произведений/К.Маркс,-М. 1956 - 566 с.
5. Приходько В. Инженерная педагогика становление, развитие, перспектива /В.Приходько, З. Сахарова//Высшее образование в России. -2007-13 с.
6. Щербак Ф.Н. Профессионально-нравственная культура труда/Ф.Н.Щербак.- Л.,1985- 4 с.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Сборник статей научной конференции
(Воронеж, 01 октября 2018г.)

Отпечатано: филиал РГУПС в г. Воронеж
г. Воронеж, ул. Урицкого 75А
тел. (473) 253-17-31

Подписано в печать 10.10.2018 Формат 21х30 ½
Печать электронная. Усл.печ.л. – 11,4