



ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НА ТРАНСПОРТЕ

ОМСК 2018

Министерство транспорта Российской Федерации
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Омский государственный университет путей сообщения

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ И ТЕХНОЛОГИИ
В ОБРАЗОВАНИИ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НА ТРАНСПОРТЕ

Материалы научной конференции,
посвященной Дню Российской науки

(8 февраля 2018 г.)

Омск 2018

УДК 629.4; 656.2
ББК 39.2

Инновационные проекты и технологии в образовании, промышленности и на транспорте: Материалы научной конференции / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2018. 503 с.

В сборник вошли статьи с результатами исследований, выполненных по ряду научных направлений, посвященных развитию региональной теплоэнергетики; технологическому обеспечению ремонта и техническому обслуживанию подвижного состава; повышению безопасности движения железнодорожного транспорта; внедрению ресурсосберегающих технологий в хозяйствах железных дорог; развитию информационных систем учета и контроля; внедрению систем качества в структурных подразделениях железных дорог; повышению качества ремонта подвижного состава; оптимизации работы устройств теплоснабжения; исследованию тягово-энергетических показателей электровозов в условиях эксплуатации; повышению качества электрической энергии на тягу поездов; вопросам совершенствования охраны труда и актуальным вопросам психологической деятельности предприятия.

Представленные в сборнике материалы могут быть использованы при модернизации существующих и создании новых систем и устройств железнодорожного транспорта, совершенствовании процессов его функционирования.

Сборник может быть полезен для научных сотрудников и специалистов, работающих в области железнодорожного транспорта.

Библиогр. 364 назв. Табл. 39. Рис. 171.

Редакционная коллегия:

доктор техн. наук, профессор И. И. Галиев (отв. редактор);
доктор техн. наук, доцент С. М. Овчаренко;
доктор техн. наук, профессор В. Т. Черемисин;
доктор техн. наук, профессор В. А. Четвергов;
доктор техн. наук, доцент С. Г. Шантаренко (зам. отв. редактора).

Рецензенты: доктор техн. наук, профессор В. А. Аксенов;
доктор техн. наук, профессор А. П. Моргунов.

Ответственный секретарь – канд. техн. наук Е. В. Пономарев

ISBN 978-5-949-41193-3

© Омский гос. университет
путей сообщения, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

В. Л. Незевак, А. П. Шатохин. Определение параметров накопителя электрической энергии для участков постоянного тока с тяжеловесным движением	8
Ю. В. Плотников. Экспериментальная лабораторная установка для исследования блоков питания измерителей параметров тяговой сети постоянного тока 3,3кВ.....	14
А. А. Кузнецов, А. Ю. Кузьменко, М. А. Кузнецова. Повышение эффективности методов диагностирования тяговых трансформаторов при увеличении массы поездов.....	20
Д. Б. Гриц. Буксовый узел для перспективных нагрузок.....	27
Г. Г. Ахмедзянов, Д. А. Лупаревич, Д. Д. Посох. Комплексная безопасность на железнодорожных переездах.....	32
Ю. Н. Хмельницкий, Б. В. Мусаткина, О. В. Игнатов. Новые инструменты управления охраной труда в ОАО «Российские железные дороги».....	38
Е. Ю. Легчилина. Трансформация социально-трудовых отношений на предприятиях железнодорожного транспорта: аксиологический подход.....	45
А. С. Казанцева. Исследование корпоративных ценностей на примере международных и национальных транспортных компаний: аксиологический и лингвистический аспекты.....	52
И. Ю. Гольяпина. Проблемы правового обеспечения государственного управления системой образования в России.....	57
В. Ю. Тэттэр. Деятельность ассоциации транспортных университетов стран Азиатско-Тихоокеанского региона.....	65
А. А. Рауба, А. В. Обрывалин, В. В. Дюндин. Соединение «колесный центр – бандаж» посадкой на конус.....	74
К. В. Аверков, А. Ю. Попов, С. Л. Шайдулина. Анализ напряжений в зоне контакта зубчатых колес поляризационно-оптическим методом.....	79
С. Г. Шантаренко, М. Ф. Капустян, О. П. Супчинский. Повышение эффективности сервисного технического обслуживания и ремонта локомотивов.....	84

И. С. Лексутов. Моделирование процесса измерения диаметральных размеров деталей подвижного состава при реализации бесконтактного метода контроля технического состояния.....	91
В. А. Михеев, П. Б. Сергеев, О. С. Томилова. Инновационные вагоны в задаче повышения производительности подвижного состава в грузовом движении.....	96
В. А. Нехаев, В. А. Николаев, М. Х. Минжасаров. Анализ экипажной части электропоездов VELARO RUS и DESIRO RUS.....	102
И. И. Галиев, Д. Ю. Лукс. Совершенствование технологии эксплуатации грузовых вагонов.....	109
С. С. Саркенов. Анализ влияния параметров графика движения поездов на расход и потери электроэнергии на тягу поездов на участках с разными типами профиля в условиях изменения нормообразующих факторов.....	123
А. П. Блинов, П. Н. Блинов, П. А. Бернс. Моделирование совместной работы топливной и регулирующей аппаратуры дизеля.....	130
А. С. Анисимов, И. В. Чернышков, И. Н. Иванова, Н. Ю. Дворко. Способ определения показателей энергетической эффективности тепловозов в эксплуатации на основе данных бортовых систем.....	137
А. С. Анисимов, В. К. Фоменко, В. О. Носков, Т. И. Гаврилова. Экспериментальное исследование теплопередачи в секциях радиатора при работе дизеля тепловоза на холостом ходу.....	142
В. В. Харламов, М. Ф. Байсадыков, В. С. Лысенко. Комплексный метод оценки износа электрических щеток для тяговых электродвигателей подвижного состава.....	149
В. В. Харламов, П. К. Шкодун, А. Д. Галеев. Расширение возможностей метода волнового отклика при диагностировании изоляции электрических машин постоянного тока.....	156
В. В. Бублик, В. А. Кураев, А. А. Штраухман. Инструментальная оценка коммутационного состояния электрической машины как элемент технологического процесса ее ремонта.....	161
Д. И. Попов, Ю. В. Москалев, Р. В. Сергеев. Повышение коммутационной устойчивости тяговых электродвигателей карьерных самосвалов.....	169

А. В. Скляр, Л. Е. Серкова. Имитационная модель пазовых гармоник спектра тока статора тягового асинхронного двигателя.....	176
Е. Г. Абишов, В. А. Глухих. Разработка измерительного комплекса параметров электровозов с асинхронным приводом.....	184
В. В. Дремин, А. В. Горлов, М. В. Ключников. Использование систем диагностики для совершенствования работы сортировочной горки.....	191
Г. Г. Ахмедзянов, И. И. Лежнев, В. В. Поляков. Повышение эффективности работы сортировочной горки.....	198
В. В. Петров, К. С. Петров, Н. А. Тихонова. Аппаратно-программный имитатор для тестирования автоматической системы диагностирования отклонений кинематических параметров подвижного состава.....	203
В. Е. Митрохин, Н. Е. Агарков. Определение диэлектрической проницаемости среды передачи в широком диапазоне частот.....	211
Е. А. Алексеева. Применение ролевой игры при чтении и составлении электрической схемы опорной подстанции.....	218
Е. А. Альтман, Н. С. Афанасьева, Т. В. Васеева. Расширение глубины резкости изображений программным способом.....	222
Е. А. Альтман, А. В. Александров, Н. Г. Ананьева. Повышение вычислительной эффективности расчета корреляции за счет оптимизации алгоритма работы с памятью.....	227
Д. В. Беленков. Алгоритмы самоорганизации беспроводных сенсорных сетей в процессе маршрутизации.....	234
Д. С. Лузан, Е. Д. Бычков. Когнитивная технология в беспроводных локальных сетях связи.....	241
С. А. Лунев, С. С. Сероштанов, А. Г. Ходкевич. Канализация обратного тягового тока в условиях пропуска тяжеловесных поездов.....	247
О. А. Сидоров, А. А. Орлов, А. И. Слатин. Совершенствование методов экспериментальных исследований изнашивания контактных пар устройств токосъема.....	255
К. С. Маркелова, Б. В. Мусаткина. Модель экспериментального исследования износа устройств токосъема.....	261
И. А. Терёхин, И. А. Кремлев, Е. Г. Абишов. Экономический эффект от внедрения технологии перевода тяговой сети переменного тока на эксплуатацию без заземления опор на тяговую рельсовую сеть.....	266

А. И. Давыдов. Концептуальная модель единой информационной системы управления энергопотреблением на железнодорожном транспорте.....	271
В. Л. Незевак, В. В. Эрбес, О. В. Гателюк. Оценка влияния интервалов усреднения в системах измерений электроэнергии на энергетические показатели тяговой энергетики.....	279
М. М. Никифоров, А. С. Вильгельм, О. О. Комякова. Повышение энергетической эффективности Московского центрального кольца в условиях применения рекуперативного торможения и накопителей электрической энергии.....	286
С. Ю. Ушаков, М. М. Никифоров, А. С. Вильгельм. О системе нормирования расхода электроэнергии электровозами при простое под депо в ожидании ремонта.....	293
А. А. Тартачев. Разработка методики подбора солнечного коллектора на основе статистических данных для выбранной локации.....	301
В. Т. Черемисин, М. М. Никифоров. Концепция модернизации районов электроснабжения в активно-адаптивные сети.....	308
О. В. Хороших, А. П. Стариков. Инструментальная оценка эффективности работы теплового насоса.....	314
А. С. Попова, В. М. Лебедев. Основные направления развития индивидуальных источников энергоснабжения потребителей.....	320
Е. А. Третьяков, Г. Е. Головнев, В. А. Кандаев. Эффективность координированного управления напряжением в распределительных электрических сетях.....	326
А. А. Комяков, В. И. Иванченко. Исследование точности математических моделей прогнозирования расхода электроэнергии нетяговых потребителей, основанных на методе опорных векторов.....	333
К. И. Доманов. Оценка технического состояния тяговых электрических двигателей электровозов серии 2ЭС6.....	338
А. В. Никонов. Потери мощности в основном оборудовании и энергопотребление собственных нужд СТАТКОМ.....	343
Е. К. Хусаинов. Опыт эксплуатации выпрямительно-инверторного преобразователя тяговой подстанции на двухпутном участке.....	349
С. Ю. Дрофа. Экология языка в информационном обществе.....	357

В. Б. Антипин. Основы методики самостоятельных занятий физическими упражнениями студентов.....	362
В. П. Сизиков. В погоне за аттестацией.....	369
М. Б. Перепелица. Педагогическая фасилитация как основа успешной реализации образовательных технологий.....	374
С. П. Исачкин. Использование материалов о Сибири в преподавании дисциплины «История» в техническом вузе.....	381
И. Н. Сенин. Правовое сознание и его деформации.....	386
Е. А. Колесник, В. П. Шпалтаков. Модернизация машиностроения в контексте формирования нового технологического уклада.....	392
Е. В. Демишкевич. Функционально-семантический анализ терминов железнодорожного транспорта.....	397
Е. Н. Мироненко, А. Н. Нефедченко. Организация и содержание спортивно – оздоровительной работы среди сотрудников ОмГУПС.....	403
В. Е. Степанов. Актуальные проблемы развития партийной системы в постсоветской России.....	408
В. Г. Шантаренко. Моделирование вероятностной задачи в визуальном информационном поле.....	416
А. Г. Малютин, А. А. Лаврухин, А. В. Васильев. Способ контроля и управления доступом в автоматизированных системах управления на основе двухэтапной биометрической идентификации личности	422
<i>АННОТАЦИИ</i>	429

В. Л. Незевак, А. П. Шатохин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАКОПИТЕЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ УЧАСТКОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА С ТЯЖЕЛОВЕСНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

Организация пропуска тяжеловесных и длинносоставных поездов на электрифицированных участках железных дорог постоянного тока обуславливает необходимость совершенствования системы тягового электроснабжения и повышение энергетической эффективности перевозочного процесса. На сегодняшний день решение указанной задачи следует рассматривать в комплексе с внедрением различных энергосберегающих технологий и мероприятий. В результате обработки данных поездок локомотивов серий 2ЭС6 и 2ЭС10 на участках с различными типами профилей пути получены усредненные параметры работы накопителя электроэнергии в системе тягового электроснабжения постоянного тока в условиях организации движения с тяжеловесными и длинносоставными поездами. Показана специфика работы накопителя электроэнергии в системе тягового электроснабжения. Усредненная по случаям продолжительность работы накопителя энергии в режиме заряда составляет порядка 100 с, а объем возвращаемой энергии электроподвижным составом, определяющий энергоемкость составляет в среднем 100 кВт·ч, при этом максимальная мощность составляет около 7 МВт.

Развитие тяжеловесного движения на сети дорог России обуславливает появление повышенных требований к системе тягового электроснабжения (СТЭ) по обеспечению пропускной и провозной способности. Основным фактором, связанным с появлением «лимитирующих» межподстанционных зон, является низкое напряжение на токоприемнике электроподвижного состава при организации движения тяжеловесных и длинносоставных поездов, обусловленное, главным образом, потерями напряжения в тяговой сети при передаче мощности от тяговой подстанции к электроподвижному составу (ЭПС). Как показывают результаты оценки эффективности расположения накопителя электроэнергии наиболее эффективным является расположение накопителя электроэнергии на борту ЭПС, например, как это показано в [1, 2]. В системе тягового электроснабжения наиболее эффективным с технической точки зрения местом размещения является линейное устройство – пост

секционирования контактной сети или пункт параллельного соединения [3-6].

Работы по выбору накопителя электроэнергии и его основных параметров ведутся достаточно давно, но применение данных устройств в электроэнергетике и системах тягового электроснабжения ограничено, в первую очередь, их высокой стоимостью и, как следствие, большим сроком окупаемости. В тоже время технический эффект от применения накопителей электроэнергии несомненен. В настоящее время существует достаточно широкий ряд типов и типоразмеров накопителей электроэнергии, охватывающий индуктивные накопители на сверхпроводниках, суперконденсаторы (ионисторы), различного вида аккумуляторы [7, 8] и др. Необходимо отметить также, что накопитель электроэнергии и различного рода схемные решения для осуществления заряда и последующего разряда энергии в сеть рассматриваются и при организации «умных» сетей Smart Grid [9, 10], позволяющих повысить качество управления режимами работы системы тягового электроснабжения.

Основными параметрами, которые определяют режим работы накопителя электроэнергии, являются следующие: номинальная мощность, энергоемкость, перегрузочная способность, время заряда и саморазряда, глубина разряда, ресурс работы и капитальные затраты. Для определения указанных параметров следует исходить из характеристик работы СТЭ. С целью выявления предельных режимов работы рассмотрим суточные графики нагрузки и напряжения на шинах 3,3 кВ одной из тяговых подстанций на участке обращения тяжеловесных поездов Тайга – Мариинск Западно-Сибирской железной дороги, профиль пути которого относится к III-му типу (рис.1).

Среднее значение напряжения за сутки на шинах рассматриваемой подстанции составило 3513 В, диапазон изменения напряжения – 3160 - 4200 В. Повышение напряжения выше значения напряжения холостого хода (около 3650 В), обусловлено применением электроподвижным составом рекуперативного торможения.

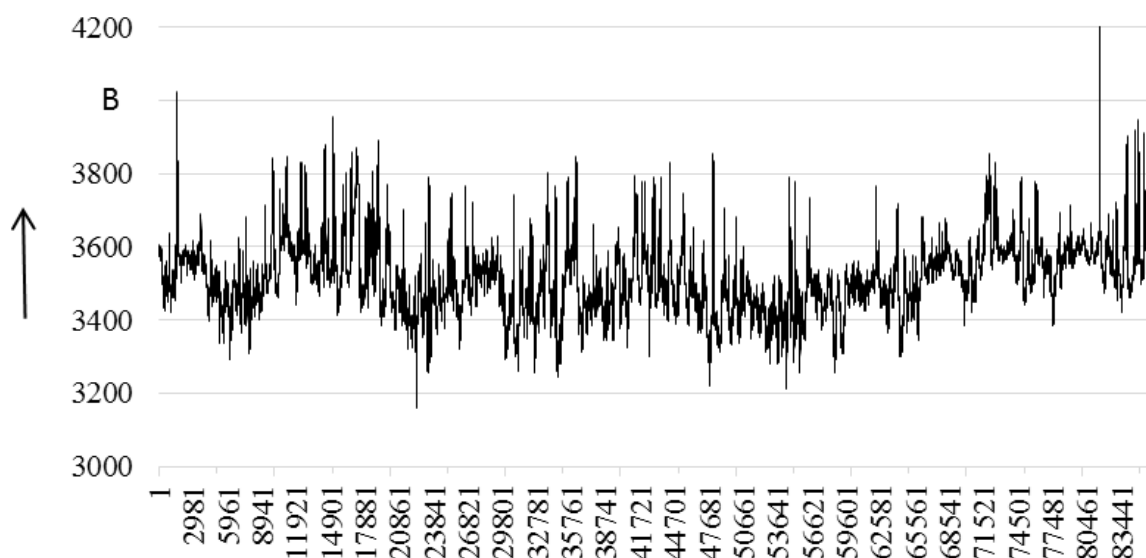


Рис. 1. График изменение напряжения на шинах тяговой подстанции
в течение суток

Результаты обработки ряда поездок локомотивами серий 2ЭС6 и 2ЭС10 с поездами различных масс, в том числе тяжеловесными и длинносоставными, позволяют представить измерения в координатах ток - напряжение. Для локомотивов 2ЭС6 и 2ЭС10 указанные характеристики представлены на рис. 2 - 3 соответственно. Полученные результаты позволяют выделить область возможных значений тока и напряжения на токоприемнике локомотива серий 2ЭС6 и 2ЭС10, отличающихся между собой. Для локомотивов обеих серий уровень нагрузки находится в диапазоне 0 – 2000 А, а напряжение на токоприемнике в диапазоне – 3200 – 3900 В, однако наблюдаемый наклон суммарной вольтамперной характеристики различен. При отображении полученных данных в виде линии тренда коэффициент наклона для серии 2ЭС6 составляет «-0,069», для серии 2ЭС10 – «-0,140». Более крутой характер суммарной нагрузочной характеристики для серии 2ЭС10 обусловлен условиями эксплуатации, в которых получены данные – для указанной серии эксплуатация осуществляется в условиях горного профиля пути (IV-го типа), а для серии 2ЭС6 – в условиях равнинного профиля (I-го и II-го типа). Указанное обстоятельство определяет уровень потерь напряжения в контактной сети, который выше для участков с горным типом профиля.

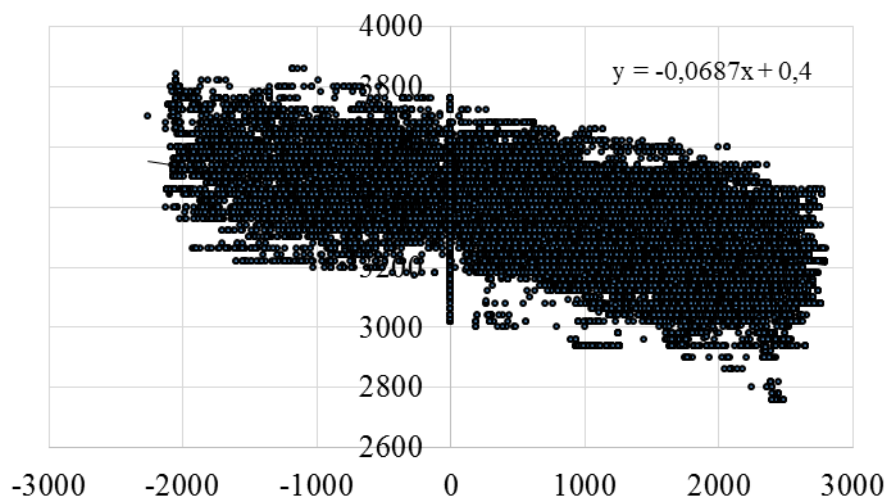


Рис. 2. Результаты измерений для локомотива 2ЭС6

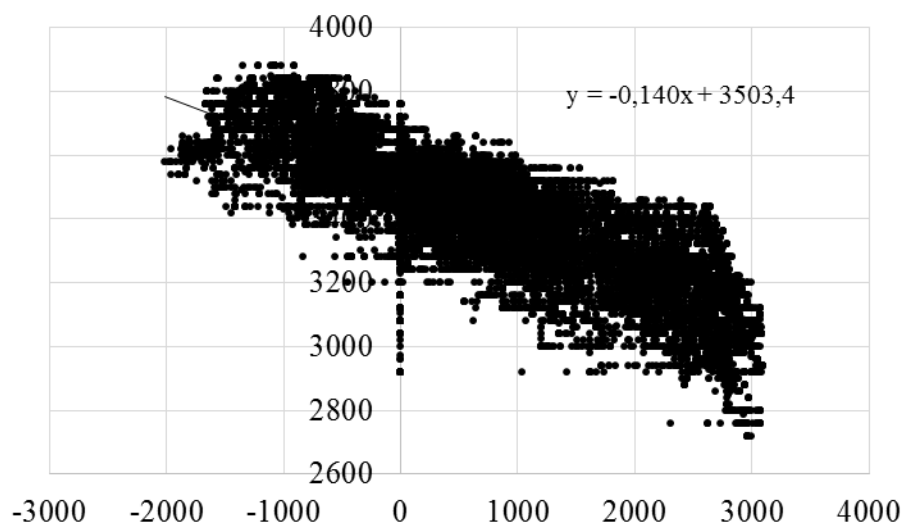


Рис. 3. Результаты измерений для локомотива 2ЭС10

Результаты анализа данных поездок позволяют определить рабочий диапазон напряжений накопителя электроэнергии при его работе в режиме заряда. Учитывая уровень напряжения холостого хода подстанций нижнюю границу уровня напряжения при переходе накопителя в режим заряда следует принять не ниже 3600 - 3650 В. При размещении накопителя электроэнергии на посту секционирования напряжение может быть снижено на 50 – 100 В с целью обеспечения заряда малыми токами.

Проведенная обработка измерений позволяет обобщить полученные результаты и представить их в виде наиболее наблюдаемых электрических величин, характеризующих режим рекуперативного торможения для локомотивов серии 2ЭС6 и 2ЭС10 (табл. 1).

Таблица 1

Наиболее наблюдаемые значения электрических параметров
в режиме рекуперативного торможения

Параметр	Наиболее наблюдаемый диапазон (удельный вес)			
	2ЭС6		2ЭС10	
Ток	0-600 А	(90 %)	0-500 А	(70 %)
Напряжение	3400-3600 В	(30 %)	3400-3600 В	(35 %)
	>3600 В	(10 %)	>3600 В	(15 %)
Объем электроэнергии	0-90 кВт·ч	(70 %)	0-100 кВт·ч	(55 %)
Продолжительность эпизодов	0-100 с	(70 %)	0-100 с	(40 %)

Обработка результатов широкого ряда поездок локомотивов серии 2ЭС6 и 2ЭС10 на полигонах с различными массами и профилем пути, в условиях организации тяжеловесного и длинносоставного движения позволила определить диапазоны изменения энергетических показателей движения поезда. В целом, в координатах внешней характеристики области наблюдаемых значений тока и напряжения на токоприемнике в режиме рекуперативного торможения для серий 2ЭС6 и 2ЭС10 совпадают, за исключением наклона характеристик, обусловленного эксплуатацией локомотивов на участках железных дорог с различным профилем пути. Результаты анализа данных по продолжительности эпизодов рекуперативного торможения и объема возвращаемой энергии рекуперации позволяет определить основные режимы работы накопителей электроэнергии в системе тягового электроснабжения – продолжительность эпизода работы не превышает 100 с на один эпизод, объем энергии, передаваемый в контактную сеть, не превышает 100 кВт·ч. Полученные результаты необходимо учитывать при определении работы накопителя электроэнергии в режиме заряда в условиях организации тяжеловесного и длинносоставного движения.

Подготовлено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по гранту № 17-20-01148 офи _м_ РЖД/17.

Список литературы

1. Yap, H.T. Hybrid energy/power sources for electric vehicle traction systems / H.T. Yap, N. Schofield, C.M. Bingham// Power Electronics, Machines and Drives, 2004. (PEMD 2004). Second International Conference on (Conf. Publ. No. 498).
2. Traction Energy Storage System with SCiB™ Item Rating / Function For DC Railway Power Supply Systems. URL: <http://www.toshiba.co.jp/sis/railwaysystem/en/products/catalog/pdf/c10TESS.pdf> (дата обращения 23.10.2017).
3. Черемисин, В. Т. Выбор мест установки накопителей электрической энергии на полигоне постоянного тока железнодорожного транспорта по критерию энергоэффективности / В. Л. Незевак, М. М. Никифоров, В. Т. Черемисин // Наука и транспорт. Модернизация железнодорожного транспорта. №2 (6). – М.: Т-Пресса. 2013. С. 14 – 18.
4. Черемисин, В. Т. Перспективы применения накопителей электрической энергии в системе тягового электроснабжения постоянного тока / В. Т. Черемисин, В. Л. Незевак // Бюллетень результатов научных исследований. – СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2015. – № 1(14) – С. 307 – 314.
5. Cheremisin V.T. Evaluation of The Energy Efficiency of Energy Storage for Electric Rolling Stock of Railways DC / Cheremisin V.T., Nezevak V. L., Shatohin A. P. // International Journal of Advanced Railway (The Korean Society for Urban Railway) Vol. 1, №2, septembre, 2013, pp. 53 – 56. Korea: Seul.
6. Черемисин, В. Т. Повышение энергетической эффективности системы тягового электроснабжения в условиях работы постов секционирования с накопителями электрической энергии / В. Л. Незевак, А. П. Шатохин, В. Т. Черемисин // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – Томск: ТПУ. – 2015. – Т. 326. – № 10. – С. 54 – 64.
7. Чудновец, С. П. Накопители электрической энергии для систем генерирования электрической энергии (аналитический обзор) / С. П. Чудновец, С. А. Харитонов // Научный вестник НГТУ. – 2013. – № 1(50). – С. 163 – 172.
8. Тарасенко, А. Б. Подходы к оценке и примеры применимости накопителей электрической энергии для различных приложений / А. Б. Тарасенко, О. С. Попель // Материалы Международного конгресса REENCON-XXI «Возобновляемая энергетика XXI век: Энергетическая и

экономическая эффективность». – Объединенный институт высоких температур РАН. – 2016. – С. 243 – 249.

9. Незевак, В. Л. Основные подходы к использованию накопителей электроэнергии в сетях Smart Grid системы тягового электроснабжения / В. Л. Незевак // Труды международной научно-практической конференции «Транспорт-2015» / Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения. – 2015. – С. 103 – 104.

10. Булатов, Ю. Н. Мультиагентный подход к управлению режимами систем электроснабжения железных дорог / Ю. Н. Булатов, А. В. Крюков, А. П. Куций // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2017. – Т. 21. – № 4 (123). – С. 108 – 126.

УДК 621.311.69

Ю. В. Плотников

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ БЛОКОВ ПИТАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ ПАРАМЕТРОВ ТЯГОВОЙ СЕТИ ПОСТОЯННОГО ТОКА 3,3 кВ

В статье представлено описание экспериментальной лабораторной установки высокого напряжения постоянного тока 3,3 кВ, предназначенной для отладки и тестирования элементов автоматизированных систем учета электроэнергии для фидеров контактной сети и электроподвижного состава постоянного тока.

В настоящее время дальнейшее повышение эффективности использования электроэнергии на тягу поездов обусловлено необходимостью снижения доли её затрат в себестоимости перевозочного процесса, что связано с опережающим ростом тарифов на энергоресурсы по сравнению с тарифами на перевозку грузов и пассажиров.

В качестве одного из механизмов поиска путей повышения эффективности использования и снижения потерь электроэнергии на тягу поездов была предложена концепция автоматизированной системы мониторинга энергоэффективности перевозочного процесса (АСМЭПП) [1], механизмом которой является синхронная обработка показаний приборов учета

электроэнергии, установленных на фидерах контактной сети (ФКС) тяговых подстанций и электроподвижном составе (ЭПС) с обеспечением определения координат нахождения подвижного состава в любой момент времени посредством сигналов спутниковых систем навигации GPS/ГЛОНАСС.

Установка и тестирование опытных систем учета электроэнергии в сети постоянного тока напряжением 3,3 кВ, разработанных в Омском государственном университете путей сообщения [2 – 5], на экспериментальном участке Свердловской железной дороги показали принципиальную возможность практической реализации данной технологии мониторинга [6 – 8].

Однако опытная эксплуатация выявила ряд недостатков указанных систем. Так для приборов, описанных в [2, 3] отсутствовала возможность передачи данных по оптоволоконным каналам связи, а считывание данных осуществлялось через инфракрасный порт, обладающий низкой пропускной способностью. Приборы учета электроэнергии, разработанные согласно [4, 5], были лишены этого недостатка, однако при этом существенно возросла их стоимость. Кроме того, для измерителей этой системы требовалось применение специального блока питания [9], обеспечивающего гальваническую изоляцию на уровне 15 кВ, а также обладающего низкой паразитной емкостью между входом и выходом, что так же приводило к дополнительному удорожанию системы.

Анализ перечисленных недостатков апробированных систем позволил сделать вывод, что измерительный блок системы учета электроэнергии для ФКС должен получать питание непосредственно от измеряемого напряжения 3,3 кВ, а измеренные данные должны передаваться по радиоканалу. Это позволит отказаться от элементов, требующих реализации гальванической изоляции с высоким уровнем электрической прочности, избежать проблем, связанных с паразитной емкостью между входом и выходом блока питания, снизить массу и стоимость измерителя, а так же получить дополнительные преимущества в скорости монтажа и развертывания системы.

Основным требованием к блоку питания измерителя является необходимость работы от сравнительно высокого входного напряжения. Согласно [10], в контактной сети железных дорог постоянного тока номиналом 3,3 кВ, диапазон питающих напряжений может составлять 2,7 – 4,0 кВ. Кроме того, известны случаи, когда на участках пути с большими уклонами, в режиме

рекуперации ЭПС, напряжение в контактном проводе поднималось до 5,0 кВ. Таким образом, учитывая запас по величине напряжения, который принято делать при проектировании реальных устройств, можно принять верхнюю рабочую границу входного напряжения для блока питания на уровне 5,2 кВ.

Электрическая мощность, потребляемая блоком питания от питающей сети, определяется мощностью его нагрузки и его собственным КПД. Исходя из опыта эксплуатации систем [2,4,5] было установлено, что в штатном режиме потребление одного измерительного модуля по питающим входам не превышает 40 Вт при общем КПД блока питания 62%.

Таким образом, для разработки нового блока питания модуля измерения встала задача создания лабораторной установки, способной имитировать контактную сеть, и формировать постоянное напряжение мощностью не менее 100 Вт в диапазоне напряжений 0 – 5,2 кВ с возможностью его плавной регулировки.

Принципиальная электрическая схема созданной установки представлена на рис. 1.

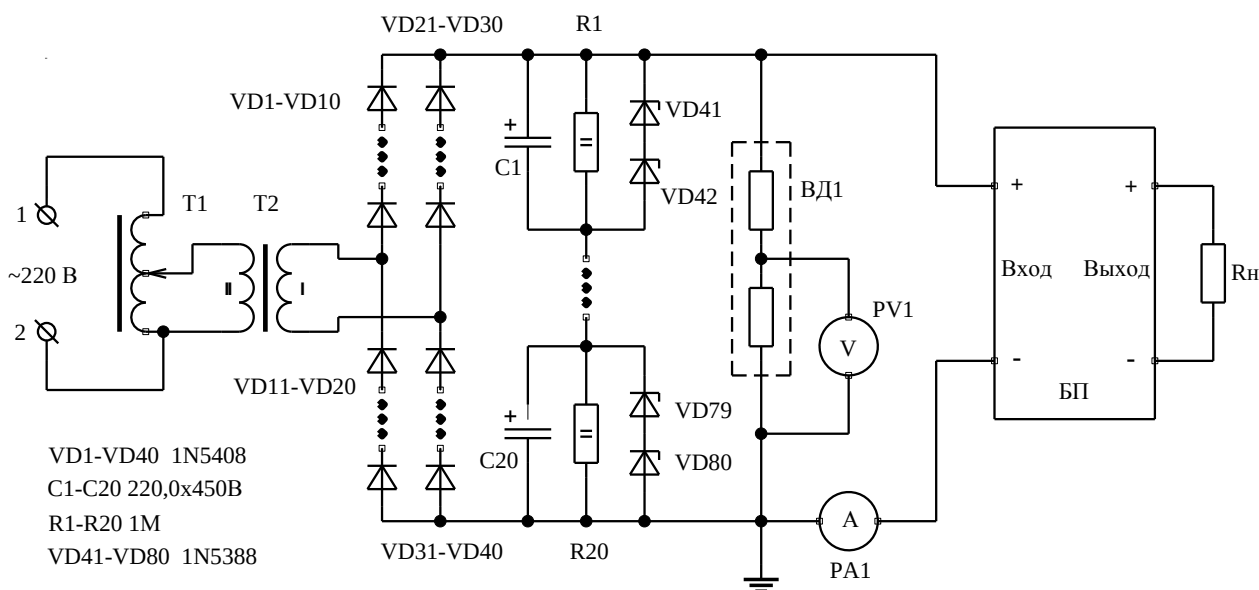


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема экспериментальной лабораторной установки

Схема включает в себя источник высокого напряжения, измерительные приборы, исследуемый блок питания и нагрузку в виде активного сопротивления. Источник высокого напряжения состоит из

автотрансформатора, трансформатора, выпрямительного моста и фильтра. Внешний вид лабораторной установки представлен на рис. 2.

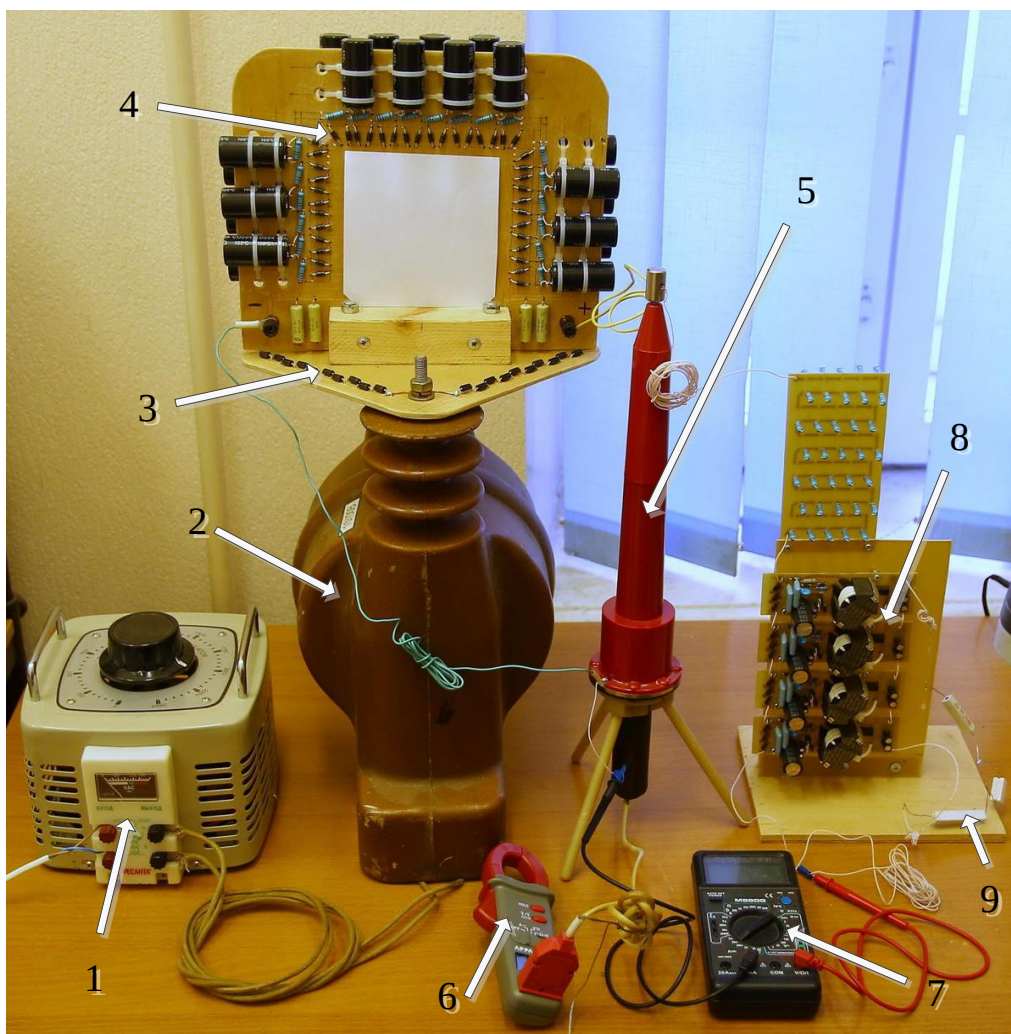


Рис. 2. Внешний вид лабораторной установки:

- 1 – лабораторный автотрансформатор Т1; 2 – повышающий трансформатор Т2;
3 – высоковольтный выпрямительный мост; 4 – фильтр; 5 – высоковольтный делитель ВД1;
6 – вольтметр РВ1; 7 – миллиамперметр РА1; 8 – исследуемый блок питания;
9 – сопротивление нагрузки R_n

На вход лабораторного автотрансформатора Т1 через клеммы 1 и 2 подается переменное напряжение величиной 220 В частотой 50 Гц. Выходное напряжение автотрансформатора поступает на вторичную обмотку трансформатора Т2 типа ОЛ-1,25/10У1. Этот тип трансформатора разработан для питания цепей продольного электроснабжения железных дорог, где он выполняет функцию понижения напряжения с 10кВ до 220 В. В составе установки Т2 имеет обратное включение, входное напряжение подается на его

вторичную обмотку, снимается с первичной, в результате чего происходит его повышение. Величина напряжения зависит от положения регулятора Т1 и может находиться в пределах от 0 до 10 кВ.

Высоковольтный выпрямительный мост собран на диодах VD1 – VD40, для достижения необходимого обратного напряжения в каждой ветви моста диоды включены последовательно.

Выпрямленное напряжение поступает на фильтр, образованный элементами C1 – C20, R1 – R20, VD41 – VD80, в котором так же применено последовательное включение элементов для увеличения рабочего напряжения. Электролитические конденсаторы C1 – C20 сглаживают выходное напряжение, стабилитроны VD41 – VD80 защищают конденсаторы от перенапряжения и ограничивают максимальное напряжение на выходе фильтра уровнем 8 кВ, а резисторы R1 – R20 позволяют равномерно распределить заряд между конденсаторами в режиме работы и обеспечивают их разряд по окончании работы для исключения поражения электрическим током. Высокое напряжение поступает на вход исследуемого блока питания БП, величина напряжения измеряется при помощи высоковольтного измерительного делителя ВД1 типа ДНВ и вольтметра PV1 типа АРРА А3, а входной ток измеряется при помощи миллиамперметра РА1 типа М890G. На выход БП подключается сопротивление нагрузки R_n , величина которого вычисляется из необходимой мощности рассеяния при заданном выходном напряжении блока питания.

В процессе исследований, вращением регулятора автотрансформатора Т1 задается входное напряжение БП, которое контролируется вольтметром PV1. Ток потребления БП контролируется при помощи миллиамперметра РА1.

В результате проведенных экспериментов, представленная лабораторная установка показала полную пригодность и высокую эффективность в качестве источника высокого напряжения для исследования и отладки блоков питания модулей измерения автоматизированной системы мониторинга энергоэффективности перевозочного процесса в тяговых сетях постоянного тока.

Список литературы

1. Этапы реализации автоматизированной системы мониторинга энергоэффективности перевозочного процесса / В. Т. Черемисин, С. Ю. Ушаков и др. // Железнодорожный транспорт. – 2015. – № 3. – С. 45 – 49.

2. Пат. 97829 Российская Федерация, МПК7 G01R11/54. Универсальный электронный счетчик для учета электрической энергии на электроподвижном составе постоянного и переменного тока / Черемисин В. Т., Грицутенко С. С., Никифоров М. М., Чижма С. Н., Хряков А. А.; заявитель и патентообладатель Омский гос. ун-т путей сообщения. – № 2010118148/10; заявл. 05.05.2010; опубл. 20.09.2010.

3. Хряков, А. А. Снижение коммерческой составляющей потерь электрической энергии на тягу поездов на полигоне постоянного тока / А. А. Хряков, М. М. Никифоров // Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск. – 2011. – № 1 (5). – С. 42 – 45.

4. Пат. 2446065 Российская Федерация, МПК7 B60M3/02. Информационная система для учета электроэнергии в тяговых сетях / Черемисин В. Т., Чижма С. Н., Кондратьев Ю. В., Никифоров М. М., Ануфриев А. С.; заявитель и патентообладатель Омский гос. ун-т путей сообщения. – № 2010143100/11; заявл. 20.10.2010; опубл. 27.03.2012.

5. Пат. 165423 Российская Федерация, МПК7 B60M3/00, H02J1/00 Блок мониторинга и учета электроэнергии / Черемисин В. Т., Чижма С. Н., Никифоров М. М., Лаврухин А. А., Малютин А. Г., Окишев А. С., Плотников Ю. В., Дегтерева А. В.; заявитель и патентообладатель Омский гос. ун-т путей сообщения. – № 2015151245/11; заявл. 30.11.2015; опубл. 20.10.2016.

6. Никифоров, М. М. Перспективы повышения эффективности использования электроэнергии на тягу поездов при внедрении системы учета на фидерах контактной сети тяговых подстанций постоянного тока / М. М. Никифоров, А. Л. Каштанов // Энергосберегающие технологии, контроль и управление для предприятий железнодорожного транспорта: Межвуз. темат. сб. науч. тр. / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2015. – С. 18 – 23.

7. Никифоров, М. М. Апробация технологии функционирования автоматизированной системы мониторинга энергоэффективности

перевозочного процесса / М. М. Никифоров // Инновации в системах обеспечения движения поездов: Материалы I Международной науч.-практич. конф. «Инновации в системах обеспечения движения поездов», 2016 г. – Самара: СамГУПС, 2016. – С. 70 – 73.

8. Никифоров, М. М. Экспериментальная оценка потерь электроэнергии в преобразовательных агрегатах тяговых подстанций постоянного тока за счет применения АСУЭ ФКС / М. М. Никифоров, Ю. В. Плотников // Приборы и методы измерений, контроля качества и диагностики в промышленности и на транспорте. Материалы второй всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – Омск, 2016. – С. 234 – 241.

9. Окишев, А. С. Изолированный источник питания для системы учета электрической энергии в тяговой сети / А. С. Окишев, Ю. В. Плотников // Инновационные проекты и технологии в образовании, промышленности и на транспорте: Материалы науч. конф., посвященной Дню российской науки / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2016. – С. 112 – 119.

10. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации / М.: Омега-Л, 2014. 448 с.

УДК 621.314

А. А. Кузнецов, А. Ю. Кузьменко, М. А. Кузнецова

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЯГОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ МАССЫ ПОЕЗДОВ

В статье рассматриваются методы диагностирования силовых трансформаторов. Показаны способы повышения эффективности методов диагностирования трансформаторов при увеличении пропускной способности поездов. Приводятся возможности акустических методов диагностирования.

Увеличение объемов производства в последние годы влечет за собой рост перевозочной нагрузки железнодорожного транспорта, что оказывает влияние на эксплуатационные характеристики оборудования тяговых подстанций, в первую очередь на силовые трансформаторы, большая часть которых

находится в работе более 20 лет, и продолжает использоваться при условии сохранения твердой изоляции.

На работу силовых трансформаторов тяговых подстанций особое влияние оказывает характер нагрузки. На железнодорожном транспорте она является непрерывно переменной из-за прохода разного количества и с различной массой поездов в разное время. При таком режиме эксплуатации в момент резких увеличений мощности, отдаваемой в контактную сеть, наиболее вероятно возникновение аварийных режимов.

Основными опасными воздействиями на силовые трансформаторы являются коммутационные и грозовые перенапряжения, повышения рабочего напряжения, токи короткого замыкания, токи намагничивания при включении, перегрузка трансформатора по току, влияние высших гармоник.

В процессе эксплуатации силовой трансформатор также подвергается различным внешним воздействиям. Наиболее существенное влияние оказывают следующие внешние воздействия: физические и химические загрязнения, ветер, увлажнение, изменения температурного режима.

Помимо внешних воздействий силовой трансформатор подвергается внутренним воздействиям, таким как перенапряжения, обусловленные резонансом, петлей гистерезиса, перегрузкой и др.

Перенапряжения, обусловленные резонансными явлениями, являются наиболее опасным видом повреждения силового трансформатора. Коммутация трансформатора с вакуумным выключателем при коротком замыкании может сопровождаться повторными зажиганиями дуги в вакуумной камере. В этом случае перенапряжения возникают при совпадении частоты следования с собственной частотой колебаний регулировочной обмотки трансформатора.

Если входное сопротивление сети, к которой подключен трансформатор, довольно низкое в широком диапазоне частот, резонансные колебания возникают на собственных частотах колебания в обмотке.

Серьезные отказы подстанционного оборудования могут произойти мгновенно или развиваться постепенно в связи с процессами старения или развития дефектов. Например, при ближнем коротком замыкании происходит динамическое смещение обмоток силового трансформатора, межвитковое замыкание и повреждение трансформатора. Это мгновенный отказ, который диагностическими методами не предсказывается. По статистике таких случаев

около 30%. Остальные отказы оборудования возникают в результате сравнительно медленных процессов, и эти аварии могут быть спрогнозированы (или диагностически выявлены) и предотвращены.

Для силовых трансформаторов существуют более 40 методов контроля, часть из них являются обязательными. Каждый из методов в основном выявляет только определенные дефекты, но, как правило, различные способы диагностики взаимно дополняют друг друга. Наиболее общими методами являются тепловидение и хроматографический анализ растворенных газов (ХАРГ). С помощью тепловидения выявляются локальные нагревы поверхности (дефекты, выделяющие тепловую мощность более 1 Вт), поэтому этот способ незаменим для контроля контактных соединений и короткозамкнутых магнитных контуров. ХАРГ является чувствительным интегральным методом для определения локальных перегревов и разрядных процессов. Количество трансформаторов, находящихся на особом контроле в энергохозяйстве Западно-Сибирской железной дороги приведено в табл. 1.

Таблица 1

Трансформаторы на особом контроле по итогам 2015 года

Центр хроматографии	Дистанция электроснабжения	Количество трансформаторов
ЭЧ-2 Омск	ЭЧ-1 Входная	7
	ЭЧ-2 Омск	6
ЗСБДКРЭ	ЭЧ-5 Барабинск	1
	ЭЧ-8 Инская	0
	ЭЧ-6 Новосибирск	1
ЭЧ-13 Камень-на-Оби	ЭЧ-13 Камень-на-Оби	6
	ЭЧ-9 Алтайская	3
	ЭЧ-14 Карасук	1
	ЭЧ-10 Барнаул	0
ЭЧ-16 Кемерово	ЭЧ-7 Тайга	3
	ЭЧ-18 Новокузнецк	1
	ЭЧ-16 Кемерово	1
	ЭЧ-17 Белово	1
Итого		31

В последнее время всё более широкое распространение получает акустический способ обследования электрооборудования. Он основан на регистрации звуковых импульсов, возникающих при электрических разрядах, с помощью датчиков, устанавливаемых, к примеру, на стенку бака трансформатора. Современные ультразвуковые датчики позволяют регистрировать разрядные процессы с энергией до 10^{-7} Дж [1, 2].

Этот способ диагностики отличается оперативностью и позволяет локализовать место дефекта, сопровождающегося разрядами. Кроме того, на основании акустического метода разработаны весьма экономичные системы мониторинга энергооборудования, популярные в энергетике России и за рубежом. В 2016 г. вышел новый международный стандарт МЭК (IEC/TS 62478(2016)) по измерению частичных разрядов акустическим методом [6]. В России проводятся работы по его внедрению.

В силовых трансформаторах, в элегазовых аппаратах источник электрического разряда может находиться в глубине оборудования. В этом случае ультразвук проходит ряд преград и значительно затухает.

Если у небольших маслонаполненных объектов величина акустического сигнала практически одинакова в любой точке поверхности, то при обследовании, например, силового трансформатора это отличие более значительно, и необходимо, перемещая датчик, искать область поверхности с максимальным сигналом [2].

По результатам диагностирования выдаются рекомендации по дальнейшей эксплуатации: без увеличения объема обследований, либо снижении их потенциалов; выполнение повторных измерений, при появлении дополнительных кластеров, либо увеличении потенциалов ранее обнаруженных; эксплуатация с увеличенным объемом обследований, если произошло значительное увеличение количества и потенциалов кластеров. В этом случае определяются конкретные виды дополнительных диагностических обследований. Пример установки датчиков на корпусе трансформатора приведен на рис. 1.



Рис. 1. Установка преобразователей акустической эмиссии

Тестовые измерения выполнялись при помощи акустико-эмиссионной системы типа СЦАД-16 [5]. Характерная временная диаграмма, отображающая частоту и длительность частичных разрядов (ЧР), представлена на рис. 2.

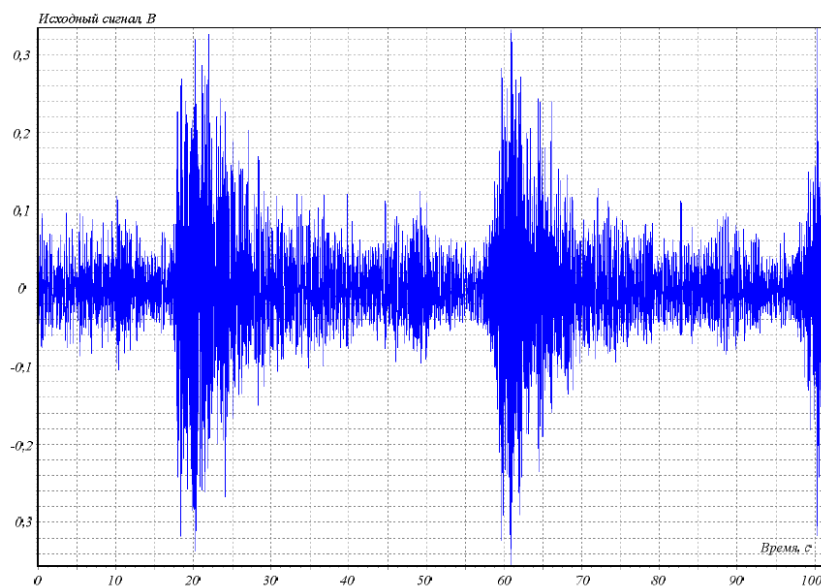


Рис. 2. Осциллограмма акустического сигнала

Данный метод особенно удобно применять на тяговых подстанциях. Резкие перепады напряжения оказывают существенное влияние на работоспособность трансформаторов. В отличие от трансформаторов

электросетевого хозяйства в трансформаторах, эксплуатируемых в системе тягового электроснабжения, более отчетливо проявляются частичные разряды в момент прохождения поездов [3]. На рис. 3 представлена диаграмма зон критериев диагностирования тяговых трансформаторов, полученная на основе подсчета количества импульсов ЧР в единицу времени, в зависимости от параметров зарядов и уровня приложенного напряжения.

Классификация технического состояния изоляции трансформаторов по результатам измерений характеристик ЧР и рекомендации по объемам организационно-технических мероприятий представлены в табл. 2.

Таблица 2

Классификация технического состояния трансформаторов

Параметр классификации	Описание вероятного дефекта	Рекомендации по обслуживанию
НОРМА	Дефект изоляции отсутствует. Явлений ионизационного характера нет.	Эксплуатация без ограничений.
Норма с наличием отклонений	Признаки неисправности «Точечный источник ЧР», «Слабые дуговые явления». ЧР в газовых полостях, масла.	Эксплуатация с контролем трансформаторного масла.
Норма с наличием значительных отклонений	Начальная степень неисправности «Точечный источник ЧР», «Дуговые явления». Динамика роста ЧР. Перенасыщение газов.	Ограничения эксплуатации. Дополнительная ХАРГ диагностика, локация ЧР.
Ухудшенное состояние	Развивающийся дефект «Многоочаговые ЧР», «Дуга». Интенсивные ЧР. Искрение в масляных каналах в зоне контакта с металлическими деталями. Локация дефектов в узлах изоляции.	Ограничение эксплуатации, планирование ремонта. Внеплановое диагностирование ХАРГ и ЧР. Осциллографирование ЧР.
Предаварийное состояние	Аварийный дефект «Признаки деградации», «Мощная дуга». Регулярные ползущие разряды. Искровые разряды в каналах. Межвитковые замыкания и замыкания на корпус.	Немедленный вывод из работы.

Характер нагрузки железнодорожного транспорта существенно отличается от характера нагрузки районных потребителей. На подстанциях системы тягового электроснабжения целесообразно применять метод акустической локации частичных разрядов, получивший развитие в последнее время [6].

В результате исследования проведен анализ современных методов диагностики трансформаторов, определены их достоинства и недостатки. Выявлено, что для трансформаторов тягового электроснабжения метод акустического контроля существенно повышает эффективность диагностирования силового оборудования в условиях повышения графика движения и массы поездов. Дальнейшие исследования предлагается проводить в направлении уточнения диаграммы критериев (рис. 3) при прохождении поездов повышенной массы.

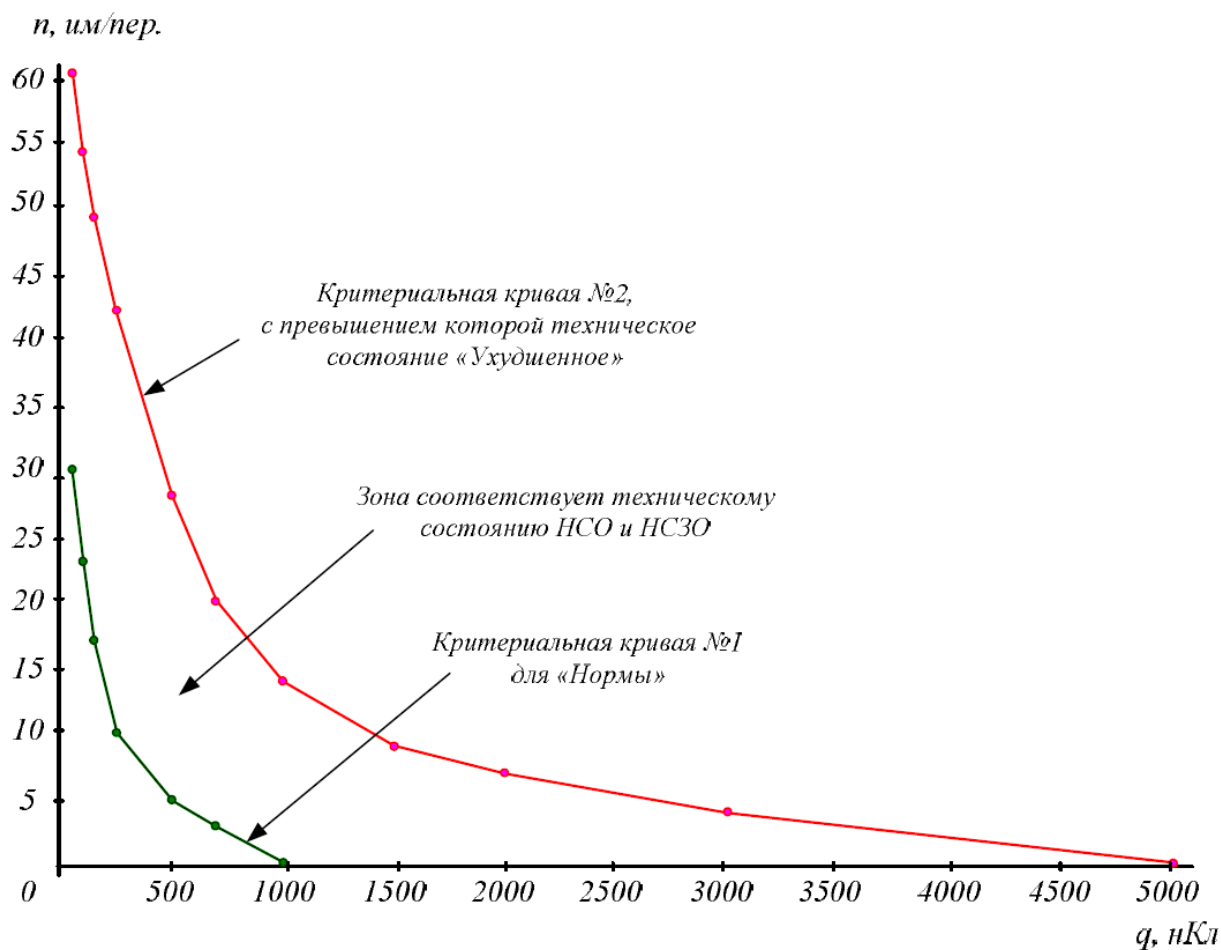


Рис. 3. Зоны критериев диагностирования тяговых трансформаторов

Список литературы

1. Диагностирование силовых трансформаторов методом локализации частичных разрядов / А. С. Карандаев, С. А. Евдокимов и др. // Вестник МГТУ им. Г. И. Носова. – 2012. – № 1. – С. 105 – 108.

2. Луковенко, А. С. Повышение надежности оборудования электрических подстанций тягового электроснабжения при работе в критических режимах / А. С. Луковенко, Р. М. Христинич / ЭЛЕКТРО. Электротехника, электро-энергетика, электротехническая промышленность. – 2016. – № 2. – С. 36 – 40.

3. Акустико-эмиссионный метод диагностирования трансформаторов тяговых подстанций железных дорог / А. А. Кузнецов, В. Г. Шахов и др. // Динамика систем, механизмов и машин. – 2016. – Т. 2. – № 1. – С. 83 – 88.

4. Классификация акустических сигналов разрядных процессов в изоляции на основе формы их вейвлет-спектров / А. И. Чуличков, Н. Д. Цыбульская и др. // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. – 2009. – № 2. – С. 103-105.

5. Акустико-эмиссионный контроль железнодорожных конструкций / А. Н. Серьезнов, Л. Н. Степанова и др. – Новосибирск: Наука, – 2011. – 272 с.

6. IEC/TS 62478(2016) High voltage test techniques - Measurement of partial discharges by electromagnetic and acoustic methods. 76 p. (Стандарт МЭК Методы испытаний высоким напряжением. Измерение частичных разрядов электромагнитным и акустическим методами. Дата опубликования 29.08.2016).

УДК 629.1.027.115

Д. Б. Гриц

БУКСОВЫЙ УЗЕЛ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАГРУЗОК

В рамках планируемого увеличения нагрузок на ось колесной пары грузового вагона, а так же скоростей движения, необходимо оценить нагрузочную способность типового буксового узла. Для обеспечения требуемой нагрузочной способности необходимо предусмотреть внесение конструктивных изменений в типовой буксовый узел.

Основываясь на теоретические результаты оценки нагрузочной способности типового буксового узла при действии перспективных нагрузок [1-3], возникает необходимость внесения конструктивных изменений в эксплуатируемую конструкцию.

При проектировании буксы грузового вагона для перспективных нагрузок с целью повышения нагрузочной способности особое внимание следует обратить на:

- возможность исключения из схемы передачи рамных сил торцов роликов и бортов колец подшипников;
- уменьшение взаимного перекоса колец подшипников;
- более равномерное распределение радиальной нагрузки между рядами тел качения;
- внецентренное приложение нагрузок;
- возможность сохранить габаритные размеры эксплуатируемого буксового узла.

С целью повышения нагрузочной способности буксового узла в рамках планируемого увеличения нагрузок на ось колесной пары грузового вагона, а также скоростей движения, предлагается конструкция буксового узла, представленная на рис. 1.

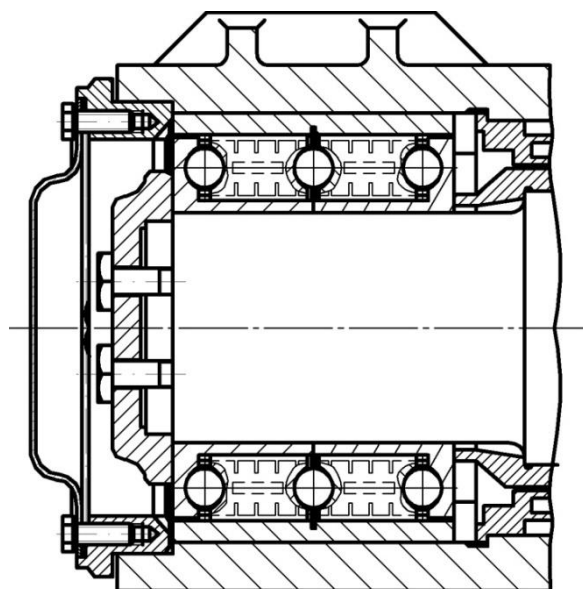


Рис. 1. Модернизированный буксовый узел

В данной конструкции ось колесной пары в месте посадки подшипникового узла (шейка оси) выполнена с увеличенным диаметром. Диаметр шейки оси на 20 мм больше чем в типовой конструкции и составляет 150 мм. Наружный диаметр модернизированного подшипника равен наружному диаметру типового подшипника, что позволяет сохранить эксплуатируемый корпус буксы.

Подшипниковый узел (рис. 2) выполнен сдвоенным [4].

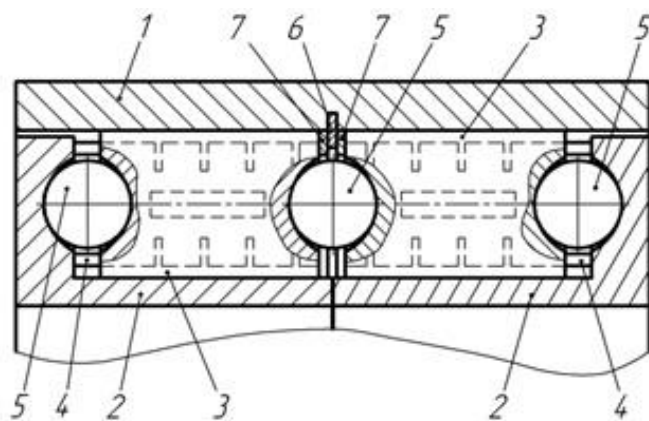


Рис. 2. Подшипниковый узел модернизированного буксового узла:

1 – наружное кольцо; 2 – внутреннее кольцо; 3 – ролики; 4 – сепаратор;
5 – шарики; 6 – стопорное кольцо; 7 – разделительное кольцо

Роликовый подшипник содержит общее наружное кольцо 1 без бортов с канавкой для установки стопорного кольца 6. Внутренние кольца 2 выполнены с бортами и канавками в бортах, имеющими арочный профиль. Ролики 3 выполнены со сферическими соосными углублениями в торцовых частях, радиус которых равен $(1,02..1,03)R_{ш}$, где $R_{ш}$ – радиус устанавливаемого шарика 5. Сепаратор 4 расположен между телами качения. Шарики 5 расположены в углублениях каждой пары роликов 3, а так же в углублениях роликов 3 и канавках, выполненных в бортах внутренних колец 2. Кольца 7 размещены между роликами 3 и не допускают осевого смещения наружного кольца 1. Для дополнительной герметизации роликовой полости в горизонтальной поверхности наружного диаметра бортов внутренних колец 2 выполнены канавки для размещения уплотнительного кольца 8 из упругого материала с антифрикционным покрытием (рис. 3).

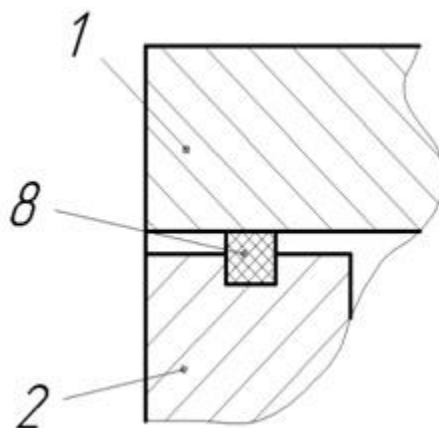


Рис. 3. Уплотнение подшипниковой полости

Роликовый подшипник работает следующим образом. Внутренние кольца роликового подшипника вращаются вместе с осью колесной пары, а наружное кольцо остается неподвижным в корпусе буксы. На неподвижное наружное кольцо действует внешняя радиальная нагрузка и знакопеременная рамная нагрузка. Радиальная нагрузка воспринимается роликами, а рамная нагрузка через наружное кольцо и ролики воспринимается шариками, которые в свою очередь передают нагрузку на борта внутренних колец. Разделительные кольца, упираясь в стопорное кольцо и ролики, предотвращают возможность смещения наружного кольца. Для лучшей герметизации роликовой полости устанавливается уплотнительное кольцо из упругого материала в канавки, выполненные в наружных поверхностях бортов внутренних колец.

В данной конструкции диаметр тел качения – роликов составляет 25 мм. Количество тел качения по сравнению с типовой конструкцией увеличено с 15 до 22. Эффективная длина контакта остается неизменной и составляет 50 мм. Поскольку число тел качения увеличено, то использование сепаратора, эксплуатируемого в типовой конструкции, невозможно. Предлагается конструкция сепаратора [5] представленная на рис. 4.

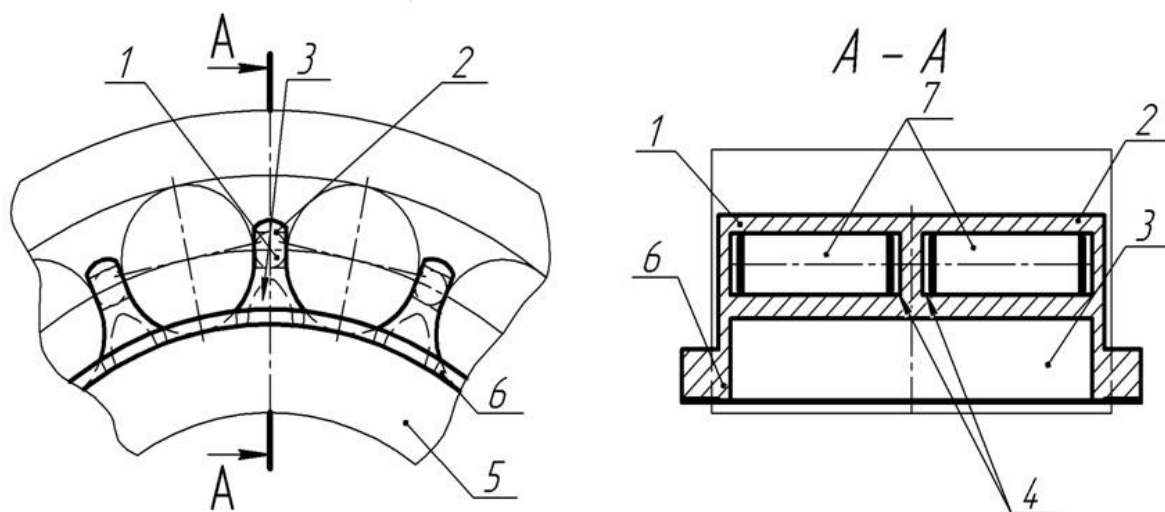


Рис. 4. Сепаратор подшипника с увеличенным посадочным диаметром:

- 1 – стойка; 2 – головка стойки; 3 – полость для размещения смазочного материала;
 4 – гнезда; 5 – внутреннее кольцо подшипника; 6 – центрирующее кольцо;
 7 – сепарирующие тела

Сепаратор состоит из кольца 6, которое центрируется по внутреннему кольцу подшипника 5, стойки 1, в которой выполнена полость для размещения смазки 3, головки стойки 2 с гнездами 4 для размещения сепарирующих тел качения – роликов 7.

Смазочный материал подается на дорожку качения внутреннего кольца подшипника из полости, выполненной в стойке. Сепарирующие тела качения, размещенные в гнездах, выполненных с центром, совпадающим с окружностью центров роликов в головках стоек, обеспечивают точное сепарирование роликов.

Выполнение полостей для размещения смазочного материала позволяет снизить изнашиваемость кольца сепаратора. Сепарирующие тела качения, размещенные в гнездах, выполненных в головках стоек с центром, совпадающим с окружностью центров роликов, снижают потери на трение.

Диаметр сепарирующих тел качения составляет 3,5 мм. При таком диаметре имеется незначительный зазор для обеспечения возможности свободной установки роликов.

Для разделения рядов роликов между собой, а так же для исключения из схемы передачи рамных нагрузок торцов роликов и бортов колец используются шарики, диаметр которых составляет 19,05 мм. При этом радиус сферических углублений равен 9,7155 мм. Глубина сферического углубления как в торцах роликов, так и в бортах колец подшипника равна 4,5 мм.

Выводы. В рамках планируемого повышения нагрузок и скоростей движения, типовой буксовый узел не обладает достаточной нагрузочной способностью, в связи с чем необходимо рассмотреть возможность внесения конструктивных изменений. Предложенная конструкция не превышает габаритов эксплуатируемого буксового узла. Использование сдвоенного подшипника позволяет исключить из схемы передачи аксиальной нагрузки торцы роликов и бурты колец. Увеличенный посадочный диаметр шейки оси позволяет уменьшить величину изгиба и как следствие – взаимный перекос колец подшипника.

Список литературы

1. Бородин, А. В. Буксовый узел грузового вагона с повышенной жесткостью шейки оси [Текст] / А. В. Бородин, Ю. А. Иванова, Д. Б. Гриц //

Омский научный вестник. Сер. Приборы, машины и технологии. – 2016. – Вып. 4. – С. 5 – 8.

2. Бородин, А. В. Повышение нагрузочной способности буксы грузового вагона [Текст] / А. В. Бородин, Ю. А. Иванова, Д. Б. Гриц // Современные проблемы теории машин: материалы III международной заочной научно-практической конференции. – Новокузнецк, 2015. – С. 264 – 269.

3. Бородин, А. В. Пути повышения работоспособности букс грузовых вагонов [Текст] / А. В. Бородин, Ю. А. Иванова, Д. Б. Гриц // Материалы научно-практической конференции, посвященной Дню Российской науки. – Омск: изд-во Омского гос. ун-та путей сообщения, 2014. – С. 170 – 175.

4. Роликовый подшипник [Текст]: пат. 144127 Рос. Федерация, МПК F 16 C 19/49, F 16 C 19/20, B 61 F 15/12. / А. В. Бородин, Д. Б. Гриц; заявитель и патентообладатель Омский гос. ун-т путей сообщения. – № 2014129461/11; заявл. 17.07.2014; опубл. 20.12.2014, Бюл. № 35. – 4 с. : ил.

5. Сепаратор роликоподшипника [Текст]: пат. 156949 Рос. Федерация, МПК F 16 C 19/24, F 16 C 33/46/ Бородин А. В., Гриц Д. Б.; заявитель и патентообладатель Омский гос. ун-т путей сообщения. – № 2015114128/11; заявл. 16.04.2015; опубл. 20.11.2015. Бюл. №32. – 3 с: ил.

УДК 656.216.235

Г. Г. Ахмедзянов, Д. А. Лупаревич, Д. Д. Посох

КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕЕЗДАХ

В статье рассмотрены проблемы обеспечения безопасности и организации движения на железнодорожных переездах. Проведен анализ аварий на железнодорожных переездах. Предложены современные способы решения проблем организации движения на переездах.

Безопасность на железнодорожных переездах является одной из актуальных задач транспорта и инфраструктуры. Аварии на железнодорожных переездах приводят к большим жертвам и значительным экономическим потерям. Основными причинами этих аварий являются грубое нарушение правил дорожного движения водителями, а также невозможность моментальной

остановки поезда при обнаружении препятствия движению. Комплексная безопасность на железнодорожных переездах помимо ограждения и сигнализации, включает транспортную безопасность, безопасность для пешеходов, экологическую безопасность и защиту от порчи и хищений имущества.

Ежегодный прирост автомобильного транспорта и незначительное уменьшение числа переездов только усугубляют данную проблему. Несмотря на то, что аварии со смертельным исходом составляют менее 1% общего числа аварий на автомобильных дорогах, среднее число жертв и размеры ущерба вследствие аварий на железнодорожных переездах намного больше. Угроза аварии существенно увеличивается при перевозке опасных грузов из-за возможности катастрофического исхода. На рис. 1 приведена диаграмма количества аварий на переездах в России за 2003 – 2014 года [1].

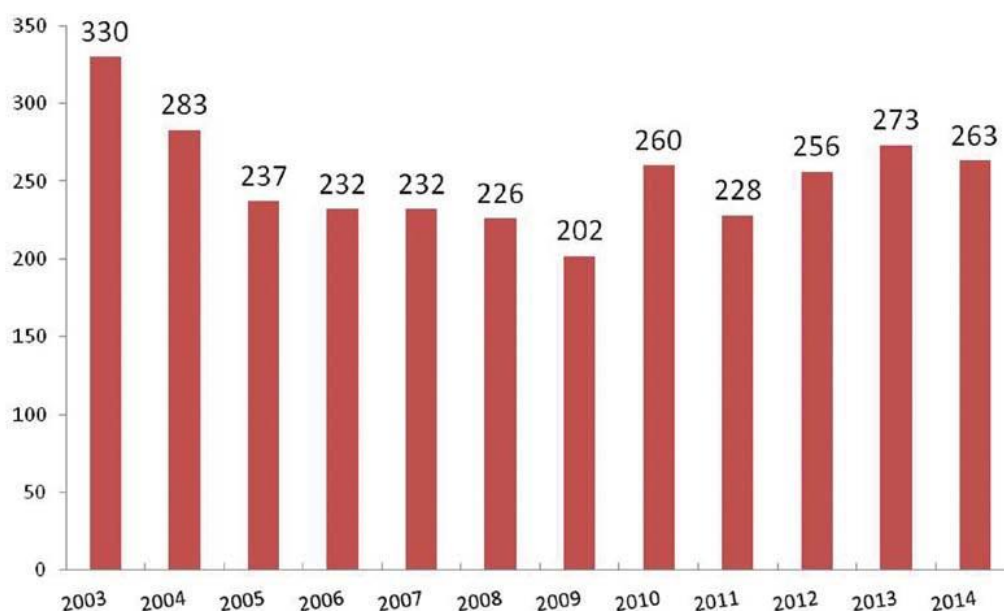


Рис. 1. Количество аварий на железнодорожных переездах России

Так, на 2015 год на сети железных дорог насчитывалось 10 882 железнодорожных переезда, из них 2331 обслуживаемых. На рис. 2 изображена диаграмма количества регулируемых и нерегулируемых железнодорожных переездов в Российской Федерации за 2004 – 2015 года.

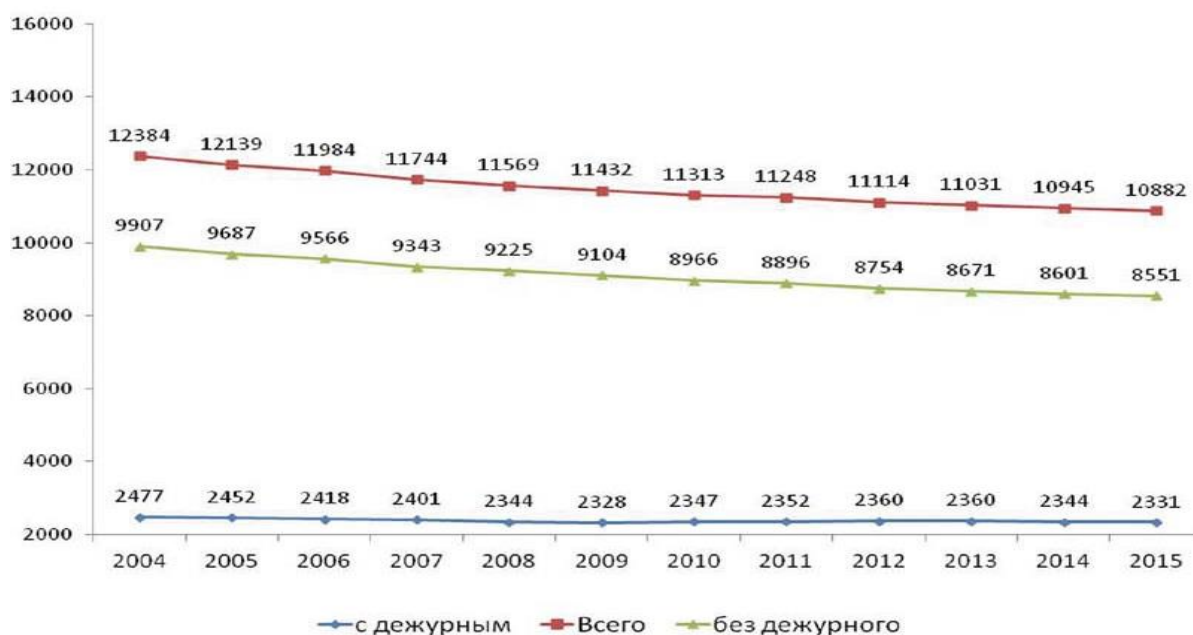


Рис. 2. Диаграмма обслуживания переездов

Во многих странах мира переезды, на которых осуществляется автомобильное движение, оборудуют дорожными знаками, устанавливаемыми за 50-250 м до переезда. Самым распространенным дорожным знаком, извещающим водителей о приближении к переезду, является знак в форме Андреевского креста – две перекрещивающиеся полосы в виде буквы «X». Этот знак означает абсолютный приоритет железнодорожного транспорта перед автомобильным. Основой для международной стандартизации знака является Венская конференция по дорожным знакам и сигналам, принятая в 1968 году [2].

В отличие от пассивных средств, описанных выше, активные средства ограждения со стороны автодороги подают водителям сигналы или создают механическое препятствие. Такими устройствами являются светофоры, устройства механического перекрытия проезжей части, дополнительные акустические сигналы и ручные сигналы, подаваемые работником. Важным фактором является время предупреждения. Его определяют как время от момента появления первого сигнала, до момента вступления поезда на переезд. Время предупреждения зависит от технических средств и должно быть оптимальным для движения автомобильного транспорта и отсутствия создания аварийных ситуаций для железнодорожного. Для автоматической переездной сигнализации время предупреждения t_w – это время от начала оповещения

водителей транспортных средств (включение предупреждающих огней переездных светофоров или начала закрытия шлагбаума, если светофоры не предусмотрены) до появления поезда на переезде. Зависимость между временем предупреждения и расстоянием приближения выражается формулой (1):

$$l_A = v \cdot t_w \quad (1)$$

где l_A – расстояние приближения; v – скорость движения поезда.

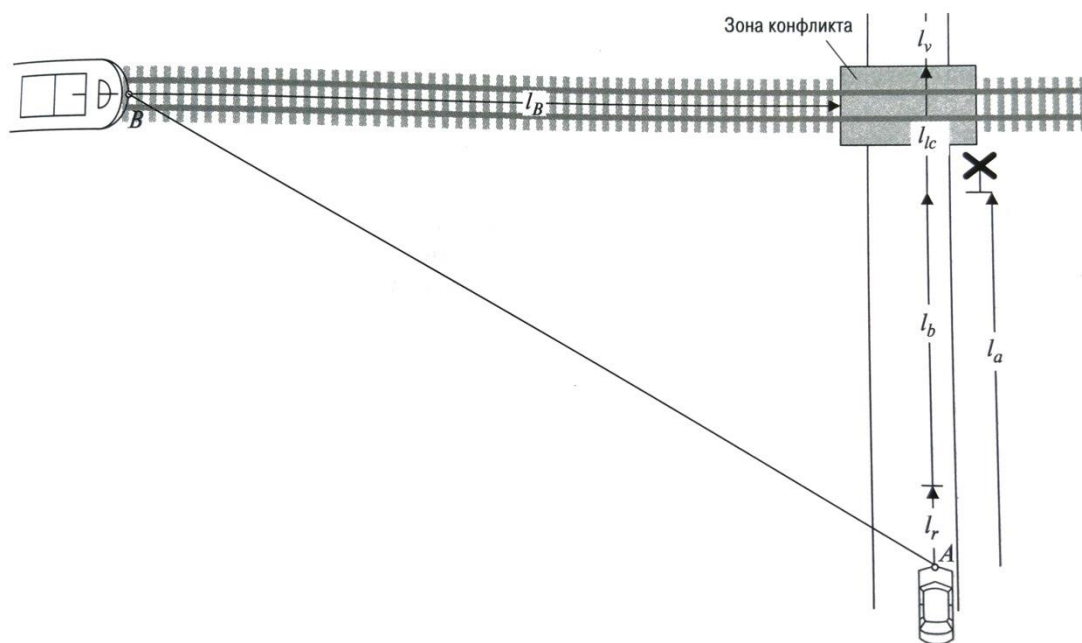


Рис. 3. Визуальный треугольник:

А – идентифицируемая точка; В – точка видимости поезда

На нерегулируемых переездах водитель несет ответственность за наблюдение за железной дорогой и распознавание приближающегося поезда. Для того чтобы водитель гарантированно увидел приближающийся к переезду поезд, необходимо обеспечить отсутствие каких-либо препятствий в зоне треугольника [3]. Определим точку А как критическую, где водитель должен принять решение – остановиться перед переездом или проследовать его. Расположение этой точки зависит от длины тормозного пути транспортного средства, определяемой начальной скоростью, временем замедления при торможении и временем реакции системы «водитель – транспортное средство». Расстояние l_a от точки А до точки остановки, которая обычно находится перед знаком в форме Андреевского креста, может быть рассчитано по формуле (2):

$$l_a = v \cdot t_r + l_b \quad (2)$$

А полное расстояние l_c , необходимое для освобождения переезда после его проследования, – по формуле (3):

$$l_c = v \cdot t_r + l_b + l_{lc} + l_v \quad (3)$$

где l_b – тормозной путь транспортного средства (зависящий от скорости движения); l_{lc} – расстояние от точки остановки до границы зоны конфликта на переезде; l_v – длина транспортного средства; t_r – время реакции системы «водитель – транспортное средство»; v – скорость движения транспортного средства.

Соответственно, время освобождения переезда может быть определено по формуле (4):

$$t_c = t_r + \frac{l_b + l_{lc} + l_v}{v} \quad (4)$$

Время приближения поезда, которое не должно быть меньше времени проезда транспортного средства через переезд, определяется как:

$$t_a = t_c + S, \quad (5)$$

где S – резерв времени.

Расстояние приближения поезда, соответственно, составит:

$$S_B = v_t \cdot t_a = v_t \cdot \left(t_r + \frac{l_b + l_{lc} + l_v}{v} + S \right) \quad (6)$$

Во многих случаях возникает необходимость убедиться в свободности зоны конфликта. Для этого используется либо визуальный контроль ответственным работником, либо автоматический контроль с использованием разных технических решений [4].

К таким решениям относятся системы, датчики которых расположены под поверхностью автодороги или над ней. Примерами могут служить индуктивные шлейфы, реагирующие на металлическую массу (но не на пешеходов), а также заполненные воздухом шланги и пьезоэлектрические кабели, реагирующие только на вес объекта. Пример приведен на рис. 4.



Рис. 4. Радиолокационный датчик компании Honeywell
для мониторинга зоны конфликта

Таким образом, для обеспечения безопасности на переездах необходим комплексный подход. Перспективными техническими решениями являются системы видеонаблюдения и видеораспознавания, радиолокационные датчики, современные системы звуковой и видимой сигнализации.

Кардинальным способом решения проблемы организации движения на переезде является уменьшение число нерегулируемых железнодорожных переездов. Сократить число переездов можно следующими способами:

- ликвидация переезда без замены, если могут быть использованы другие пути движения автотранспорта;
- концентрация автомобильного движения с нескольких переездов на одном;
- замена переезда развязкой на разных уровнях;
- комбинации различных способов.

С точки зрения безопасности, оптимальным способом является ликвидация железнодорожного переезда. В соответствии с современными тенденциями в западных странах реализуются развязки автомобильных и железных дорог на разных уровнях. В условиях Российской Федерации с ее обширной сетью автомобильных и железных дорог сокращение числа переездов невозможно.

Список литературы

1. Анализ состояния безопасности движения поездов, надёжности работы систем и устройств ЖАТ в хозяйстве автоматики и телемеханики в 2015 году [Текст] – М.: Маршрут, 2016. –175 с.
2. Системы автоматики и телемеханики на железных дорогах мира: Учебное пособие для вузов железнодорожного транспорта [Текст] / Г. Теег, С. В. Власенко. – М.: Интекст, 2010. – 488 с.
3. Степанов, Н. М. Автоматическая сигнализация на переездах и искусственных сооружениях [Текст] / М. А. Новиков. М.: Транспорт – 1982. – 136 с.
4. Общий курс железных дорог: Учебник [Текст] / В. Н. Соколов, В. Ф. Жуковский и др.; под ред. В. Н. Соколова. М.: Маршрут – 2002. – 295 с.

УДК 331.45:331.482

Ю. Н. Хмельницкий, Б. В. Мусаткина, О. В. Игнатов

НОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА В ОАО «РОССИЙСКИЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ»

В работе приведен анализ причин производственного травматизма в транспортной отрасли. Рассмотрены отраслевые нормативные акты и методики, направленные на совершенствование системы управления профессиональными рисками, повышение культуры безопасности труда, вовлечение персонала в работу по охране труда на предприятиях железнодорожного транспорта.

Для принятия эффективных мер по предупреждению и устранению причин производственного травматизма и профессиональных заболеваний исключительно важное значение имеет анализ причин их возникновения. Свыше 75 % несчастных случаев на производстве с тяжелыми последствиями вызваны и обусловлены неудовлетворительным контролем за организацией производства работ; недостатками в обучении работников безопасности труда; нарушениями требований безопасности и трудовой дисциплины, допущенными как работниками, так и руководителями [1].

Наиболее часто встречающиеся и характерные причины возникновения производственного травматизма в транспортной отрасли приведены в табл. 1.

Таблица 1

Структура производственного травматизма
в зависимости от причин несчастного случая

Причины несчастных случаев	Доля от общего числа несчастных случаев, %
Несовершенство технологического процесса	4,2
Неудовлетворительная организация производства работ	22,5
Эксплуатация неисправных машин, механизмов, оборудования	9,4
Неудовлетворительное содержание и организация рабочих мест	8,3
Нарушение дисциплины труда (трудовой, производственной и технологической)	16,0
Нахождение пострадавшего в состоянии алкогольного опьянения и постанкогальной астении (похмелья)	11,0
Использование работающего не по специальности	3,5
Недостатки в обучении работающих безопасным приемам труда	5,2
Неприменение или неправильное применение средств индивидуальной и коллективной защиты	4,8
Конструктивные недостатки, несовершенство и недостаточная надежность машин, механизмов	3,0
Другие причины	12,1

Из данных табл. 1 видно, что совокупность субъективных причин и сознательных или неосознанных ошибочных действий работников (так называемый «человеческий фактор») более чем в 90 % случаев становятся предпосылками несчастных случаев на производстве.

С 2012 года в ОАО «РЖД» ведется работа по совершенствованию системы управления охраной труда путем перехода от реактивной (реагирующей) модели управления к проактивной, направленной на предупреждение профессиональных рисков, заболеваний и травм. Становится очевидным, что применение административного ресурса, выражающегося в осуществлении проверок состояния охраны труда на рабочих местах и наложении взысканий на ответственных лиц, себя исчерпало, и настало время внедрения новых подходов, таких, например, как проведение внутреннего и поведенческого аудита, оценки влияния человеческого фактора на возникновение травматических случаев, управление мотивацией работников на безопасный труд.

Одним из важнейших условий достижения высокого уровня развития и обеспечения системы сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности является вовлечение работников и руководителей всех уровней в работу по охране труда. Вовлеченность персонала в деятельность по обеспечению безопасных условий труда характеризуется принятием ценностей культуры охраны труда; осознанным восприятием потенциальных рисков на рабочих местах и выполнением требований инструкций, направленных в первую очередь на сохранение жизни и здоровья рабочих; приверженность руководителей приоритетам соблюдения принципов охраны труда и социального партнерства [2].

В компании «ОАО «РЖД» разработан ряд отраслевых нормативных актов и методик, направленных на развитие мотивации на безопасный труд и создание «климата безопасности» на рабочих местах.

С 2013 г. в структурных подразделениях железнодорожного транспорта на смену трехступенчатому контролю пришел метод визуализированного контроля «Комплексная система оценки состояния охраны труда на производственном объекте» (КСОТ-П). Целями КСОТ-П являются:

вовлечение руководителей производственных подразделений, уполномоченных по охране труда, непосредственных руководителей и исполнителей работ в систему контроля состояния охраны труда, предупреждения случаев производственного травматизма и профессиональных заболеваний с последующим анализом полученной информации, оценкой факторов рисков и к разработке мер по устранению выявленных нарушений;

введение визуального контроля состояния охраны труда в производственном подразделении;

формирование прозрачной системы внутреннего аудита условий труда в подразделениях с балльной оценкой по каждому критерию;

выработка у работников безопасных поведенческих навыков и способностей к идентификации травмоопасных факторов.

Ответственными за организацию и проведение КСОТ-П в производственном подразделении являются: ежедневно/ежесменно – непосредственный руководитель работ (ответственный руководитель работ, производитель работ), исполнитель работ, уполномоченный по охране труда; ежемесячно – руководитель производственного подразделения; ежеквартально – руководитель структурного подразделения.

При проведении ежедневного контроля его результаты вносятся в Ведомость несоответствий (далее – Ведомость) и визуально отражаются в бланке «КСОТ-П» путем закрашивания одной ячейки соответствующим цветом. Ведомость в течение всего рабочего дня находится в доступном для всех работников месте; заполняется ответственным руководителем (производителем) работ, руководителем производственного подразделения, уполномоченным по охране труда, исполнителями работ по кругу обязанностей при выявлении нарушений. Устранение выявленных в течение рабочего дня нарушений производится немедленно, о чем делается отметка в Ведомости.

В 2013 г. разработана и внедрена «Методика расследования, учета и оценки микротравм, полученных работниками ОАО «РЖД» в процессе производственной деятельности» (в ред. распоряжения ОАО "РЖД" от 31.07.2015 № 1928р). Под микротравмой Российская «Энциклопедия по охране и безопасности труда» понимает незначительное повреждение тканей организма работника (укол, порез, ссадина и др.), вызванное внешним воздействием опасного производственного фактора, которое не повлекло за собой временную утрату трудоспособности работника и необходимость его перевода на другую работу. В то же время предприятие несет убытки (непроизводительные затраты), в том числе на оказание первой помощи травмированному работнику, и/или в связи с его освобождением в этот день от работы, и/или со снижением производительности труда, с простоем

оборудования, с оплатой сверхурочных часов при замене травмированного работника и др.

Своевременное выявление и устранение возникающих рисков получения работником микротравмы сможет предупредить несчастные случаи на производстве и профессиональные заболевания, снизить объем работы при их расследовании и финансовые потери ОАО "РЖД". Любая микротравма является следствием предшествующих нарушений требований охраны труда, технологии производства работ или аварийной ситуации, которые могут привести к более тяжелым последствиям, в первую очередь на рабочих местах, находящихся в зонах повышенной опасности. Согласно мировой практике на десять происшедших микротравм приходится один несчастный случай с временной утратой трудоспособности; на 100 микротравм – один несчастный случай с тяжелым исходом; на 1000 микротравм – один несчастный случай со смертельным исходом.

Методика расследования, учета и оценки микротравм ставит своей целью привлечение руководителей среднего звена, профсоюзных организаций и работников к управлению охраной труда, с последующим анализом и оценкой профессиональных рисков и выработкой мероприятий по их минимизации и устранению. Методика разъясняет порядок действий работников ОАО «РЖД» в случаях возникновения микротравм, их расследовании, учете и анализе.

В 2014 г. распоряжением ОАО «РЖД» от 10.10.2014 № 2401р внедрено «Положение о проведении весенних и осенних смотров состояния охраны труда в структурных подразделениях ОАО «РЖД», направленное на своевременное выявление и устранение сезонных производственных рисков (в наиболее опасные периоды переходов к зимним и летним режимам работы железнодорожного транспорта).

Во время весенних и осенних смотров состояния охраны труда оценивается готовность производственного подразделения к работе в предстоящих сезонных условиях с учетом специфических проблемных аспектов выполнения требований охраны труда. Итоги смотра по охране труда подводит руководитель структурного подразделения (филиала) ОАО «РЖД», дается оценка работы руководителей производственных подразделений и причастных специалистов, анализируются и устраняются причины неудовлетворительного состояния дел.

С января 2015 г. действует «Положение о смотре-конкурсе на лучшее структурное подразделение филиала ОАО «РЖД» в области охраны труда», утвержденное распоряжением ОАО «РЖД» от 22.08.2014 № 1958р.

Смотр-конкурс проводится в целях вовлечения трудовых коллективов в активную работу по созданию здоровых и безопасных условий труда на каждом рабочем месте, пропаганды передовых форм и методов организации работы по охране труда, выявления, изучения и распространения положительного опыта организации работы по охране труда, снижения рисков возникновения несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в структурных подразделениях. Фактическое выполнение показателей смотра-конкурса должно быть подтверждено соответствующими документами с оформлением фотоальбомов, буклетов и других материалов, отражающих проводимую работу.

Показатели состояния условий и охраны труда структурного подразделения включают:

- наличие в структурном подразделении кабинета (уголка) по охране труда и его оснащенность использованием знаков безопасности, плакатов по охране труда и другой наглядной агитации;

- наличие и своевременное исполнение предписаний (актов) государственных органов надзора и контроля;

- наличие на рабочих местах инструкций по охране труда по профессиям и видам выполняемых работ, технологических карт с отражением требований охраны труда;

- своевременность проведения обучения, всех видов инструктажей и проверки знаний по охране труда у работников структурного подразделения, включая руководителей и специалистов;

- выполнение программ и мероприятий по улучшению условий и охраны труда, предусмотренных нормативными документами ОАО "РЖД";

- своевременность проведения специальной оценки условий труда на рабочих местах, динамика снижения вредных производственных факторов;

- внедрение элементов «бережливого производства», культуры безопасности труда;

- наличие рационализаторских предложений в области охраны труда;

своевременность обеспечения работников средствами индивидуальной защиты, санитарно-бытовыми помещениями в соответствии с типовыми нормами;

организация работы совместного комитета (комиссии) по охране труда;

за каждый последующий год после 5 лет отсутствия случаев производственного травматизма начисляется 1 балл дополнительно.

Для поощрения коллективов структурных подразделений, добившихся лучших результатов в смотре-конкурсе, учреждаются призовые места и денежные премии. Итоги смотра-конкурса, информация о позитивном опыте работы победителей широко освещаются в средствах массовой информации.

С января 2015 г. в ОАО «РЖД» введена методология оценки влияния человеческого фактора на возникновение несчастных случаев и определения доли ответственности работников за случаи производственного травматизма. Данная методика обеспечивает максимально объективный подход при рассмотрении того или иного несчастного случая и успешно используется для работы с персоналом в части предупреждения несчастных случаев на производстве.

Эффективность применения новых инструментов управления охраной труда и профессиональными рисками в ОАО «РЖД» можно оценить по неуклонному снижению уровня производственного травматизма. По данным ОАО «РЖД», за последние 5 лет количество несчастных случаев на производстве сократилось на 46 % (с 418 до 223 случаев за год), в том числе смертельных – на 59% (с 68 до 28 случаев за год), что говорит о действенности проводимых мероприятий.

Список литературы

1. Бутаева, Е. А. Государственное регулирование охраны труда: рискориентированный подход [Текст] / Е. А. Бутаева / Трудовое право. – 2017. – № 1. – С. 7 – 12.

2. Хайруллина, Л. И. Культура охраны труда как элемент управления предприятием [Текст] / Л. И. Хайруллина, В. С. Гасилов / Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11-3. – С. 665 – 669.

Е. Ю. Легчилина

ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЦИАЛЬНО-ТРУДОВЫХ ОТНОШЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА: АКСИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Настоящая статья посвящена вопросам трансформации социально-трудовых отношений на предприятиях железнодорожного транспорта на основе методологии синергетического и аксиологического подходов. При написании статьи применялись общенаучные методы (анализ, синтез, обобщение). Рассмотрено авторское видение процесса трансформации системы социально-трудовых отношений, которое предполагает модификацию системы социально-трудовых отношений с изменением целевой направленности и ценностей основных элементов системы СТО («институциональное пространство», «трудовые процессы», «человеческие ресурсы», «процесс взаимодействия» (отношения)).

Современные российские железные дороги составляют около 2% в ВВП страны, 85% в грузообороте всех видов транспорта, 30% в пассажирообороте [1].

С 2001 года в компании проводится структурная реформа предприятий железнодорожного транспорта и многочисленные организационные изменения, в рамках которых реализуется задача по построению системы корпоративного управления холдингом.

В результате преобразований за последние 8 лет численность персонала ОАО «РЖД» снизилась более чем на 390 тыс. чел. (табл. 1). Сокращение численности персонала происходило в основном, за счет перевода работников в созданные организации, а также за счет применения технологий аутсорсинга (аутстаффинга) и автоматизации производственного процесса.

С одной стороны – это объективный процесс, основанный на технологическом детерминизме, с другой стороны данная тенденция связана с негативными экономическими явлениями в компании. Так, в условиях жесткого ограничения расходов с целью их сокращения и повышения доходов в компании реализуется программа оптимизации численности персонала, при изменении подходов к оптимизации численности работников. Общая

численность работников компании по состоянию на 2016 год составила 774 тыс. чел. [1].

Таблица 1

Динамика численности персонала в ОАО «РЖД» [1]

Показатель	2008 г.	2011 г.	2012 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Пассажирооборот, млрд. пасс.-км	176,0	139,8	144,6	128,8	120,4	124,5
Грузооборот, млрд т-км	2087,7	2127,8	2222,2	2298,8	2304,3	2342,3
Численность персонала, тыс. чел.	1165,7	942,8	935,7	835,8	808,9	774
Среднемесячная заработная плата на 1 работника, тыс. руб.	24,0	33,5	35,8	38,5	38,8	40,5
Производительность труда работников, тыс. т-км/чел.	-	3165,5	3282,9	3525,9	3716,3	4058,2

В настоящее время темпы роста заработной платы значительно ниже темпов роста производительности труда (рис. 1) [2], расходы компании жестко ограничены.



Рис. 1. Динамика темпов роста производительности труда и среднемесячной заработной платы

Проводимые холдингом преобразования были направлены на повышение эффективности деятельности холдинга и оптимизацию издержек, а также на повышение качества услуг предоставляемых компанией и производительности

труда. На сегодня, многие из этих задач не решены. Так, например, создание новых предприятий, привело к дополнительному согласованию договоров, условий перевозки, подачи/уборки вагонов, заполнения документов, не предусмотренных тарифами, что привело к механизму длительных, многоступенчатых согласований, росту бюрократии, что не соответствует современным требованиям рынка услуг. По данным экспертного исследования, проведенного на ряде подразделений Западно-Сибирской железной дороги, одна из серьезных проблем в условиях реформирования - это сопротивление персонала. Работники не заинтересованы работать по-другому. Следует отметить, что и сами руководители подразделений «позволяют» реализовывать изменения, не понимая целей реформ и своей роли в управлении изменениями. Исследования показали недооценку роли системы социально-трудовых отношений (СТО) при реализации реформ и организационных изменений.

Концептуальные основы социально-трудовых отношений отличается многообразием научных подходов, методов и инструментов исследования. Проблемы социально-трудовых отношений исследованы в многочисленных трудах российских и зарубежных ученых. Отраслевые аспекты регулирования социально-трудовых отношений рассмотрены в работах: А.Б. Васильева, А.В. Давыдова, А.П. Дементьева, Б.М. Лapidуса, Р.Г. Леонтьева, И.В. Калашниковой и др.

Определим социально-трудовые отношения как неоднородную, синергетическую систему связей, возникающую в «трудовых процессах» на основе обмена ценностями, функционирующую в институциональной среде и способную трансформироваться на этапах жизненного цикла экономической системы [4]. Если рассмотреть социально-трудовые отношения на основе общенаучного пентобазиса В. А. Ганзена [5], содержащего четыре основные характеристики любого объекта (субстрата): пространственные, временные, информационные и энергетические, то можно выделить в системе СТО следующие компоненты: «институциональное пространство», «трудовые процессы», «человеческие ресурсы», «процесс взаимодействия» (отношения) (рис. 2).

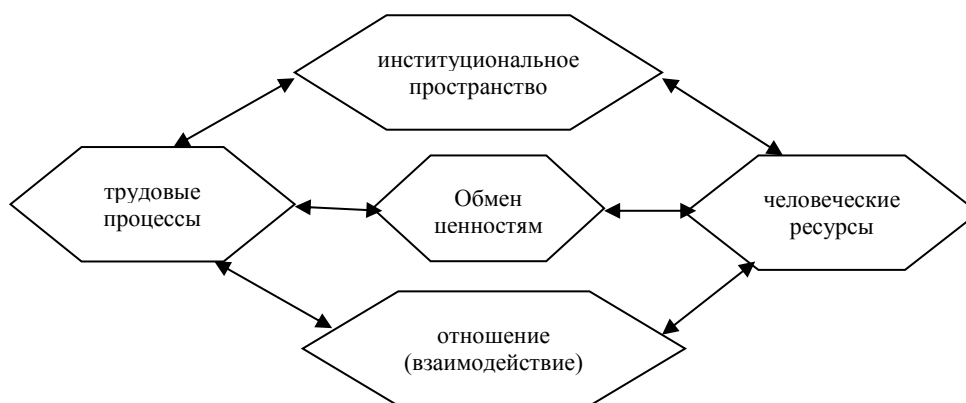


Рис. 2. Параметры трансформации системы социально-трудовых отношений

«Институциональное пространство», регламентирующее отношения в системе СТО, а также взаимодействие потенциальных сторон в сотрудничестве, определяющего формат возможного взаимодействия. В институциональное пространство включаются различного рода регуляторы и правила, необходимые для повышения управляемости компании и увеличения стабильности качества технологического процесса. Институциональное пространство косвенно задает ценности через регламентацию объективной организационной культуры компании. В общем виде можно выделить такие уровни нормативно-правового управления поведением сотрудников: свод законодательно-правовых актов (международные и государственные регуляторы) и правила, регламенты (организационные регуляторы) и традиции.

На уровне компании закреплением результатов взаимодействия между представителями работников и работодателем являются различного рода соглашения, разрабатываемые и предлагаемые компанией с учетом интересов работников, включая культуру (в том числе корпоративную, организационную), которой соответствует своя система ценностей.

На уровне работника ценностные ориентации определяют восприятие условий жизни, трудовой деятельности и модели поведения. Ценностное пространство устанавливает упорядоченность взаимодействий в ценностном измерении и их результат.

«Трудовые процессы», определяющие параметры выполняемых работ (труда), в том числе временные. Так, например, с развитием научно-технического прогресса, на основе принципа технологического детерминизма, изменяется и содержание трудовой деятельности, уменьшается непосредственное физическое воздействие на предмет труда, преобладающим

становятся функции наблюдения, управления. Трудовой процесс формирует спрос на труд и рассматривается нами как процесс воздействия человека на систему свойств и взаимоотношений объектов, субъектов, явлений и процессов с целью производства благ и ресурсов, то есть, «трудовой процесс» понимается как процесс обмена ценностями. Степень признания ценностей в процессе такого обмена определяются «отношениями» и системой действующих «институтов».

«Человеческие ресурсы», участвующие в трудовых процессах, в том числе включая квалификационные характеристики, уровень компетентности и знаний (например, современные технологические процессы требуют новых знаний и уровня квалификации), их ценностные ориентации, модель мотивационного поведения в трудовых процессах. Система мотивации человека к труду, есть ценностные модели управления поведением человека в компании, закладывающие своими параметрами широкий или узкий набор ценностных установок.

«Процесс взаимодействия» (отношения), предполагающие формирование механизма взаимодействий, коммуникаций и обмена ценностями в системе СТО между субъектами. Ценность информации (как и любого знания) определяется мерой ее истинности. Отношение возникает «во взаимоотношении, сближении и приобщении их друг другу» с синергетическим эффектом, в котором преломляются и проявляются признаки сопрягаемых сторон. Кроме того «отношение» в философии трактуется как форма положенности и представленности одного через другое... Согласно классической диалектике «отношение» есть процесс и результат переноса какого-либо внутреннего момента качественной определенности вещи во внешнюю инстанцию....» [5].

Все элементы системы СТО находятся в тесной взаимосвязи, изменение (трансформация) одного должна сопровождаться изменением остальных. Так, например, изменения уровня знаний человеческих ресурсов приводят к появлению новых технологий, что соответственно приводит к трансформации труда и трудового процесса, что соответственно влияет на уровень цен на ресурсы (в том числе на труд), в последствии изменяет систему ценностей и институциональное пространство. По мнению Тахтаджян Л. [6, с.50], преобразование любой системы приводит к изменению связей между ее

элементами. «Происходит ослабление или даже разрыв некоторых или всех внутрисистемных связей и (или) образование новых связей». Предположим, что четыре элемента социально-трудовых отношений могут изменяться практически автономно, то возникает вопрос об упорядочении и согласовании ритмически, циклически трансформационных процессов. Общим связующим компонентом выступает «процесс взаимодействия» (отношения), который пропускает и синхронизирует все эти процессы через трансцендирование, тем самым приводит к сбалансированию системы СТО и синергетическому эффекту.

В соответствии с данной методологией для решения проблем на предприятиях железнодорожного транспорта необходима трансформация социально-трудовых отношений, которая предполагает намеренное изменение формальных взаимоотношений между субъектами СТО компании, подразумевающее использование одного или нескольких способов учета интересов всех его сторон, в том числе персонала предприятия. Трансформация СТО предполагает реорганизацию трудовых процессов, уменьшение уровней управления, придание самостоятельности структурным подразделениям, формирование системы мотивации персонала ориентированной на изменения.

Если рассматривать трансформацию СТО с точки зрения синергетической концепции как взаимодействие управляющей и управляемой подсистем, представляя трансформацию СТО как процесс, содержащий два механизма – самоорганизации и управления – в совокупности образующие единый механизм его адаптации и инновационного развития. Поэтому для преодоления сопротивления изменениям необходимо совпадение ценностей работника и компании. Если повышение общественной составляющей мотивации, является внешним процессом по отношению к работнику, то принятие общественных установок (ценностей компании) процесс внутренний, поэтому слабо контролируется.

Внутреннее взаимодействие ненаблюдаемых элементов системы социально-трудовых отношений, являются основой синергетических процессов, проявляющихся тогда когда несколько потребностей совпадают таким образом, что их удовлетворение требует одной и той же деятельности работника, соответственно они взаимоусиливаются и могут переориентироваться на другие близкие потребности. Возникает «нужный» для

организации мотив как отражение некой совокупности направленных в одну сторону потребностей. В случае благоприятного внешнего воздействия, такой мотив становится неким «генератором» создающим некое поле поворачивая векторы других более слабых мотивов и векторов в свою сторону, таким образом, происходит процесс самоорганизации интегрального мотива, то есть появление упорядочной структуры среди хаотичное сочетания потребностей, следовательно, появляется мотивация на изменение. Примером такой системы социально-трудовых отношений может служить создание фонда «Socio-financial benefit» (опыт ведущих европейских и израильских компании). Суть в том, что компания и сотрудник договариваются о том, что сотрудник добровольно из своей заработной платы отчисляет, например, 3% ежемесячно в специальный свой именной фонд, в свою очередь компания из своей прибыли отчисляет в этот фонд точно такую же сумму (фондом распоряжается компания). Таким образом, каждый месяц на «счете» появляются деньги, причем, если посмотреть на это, как на депозит сотрудника, то ставка по нему 100%. Компания устанавливает правила пользования: отдых с семьей, учеба и повышение квалификации, лечение, покупка/постройка недвижимости. Данные направления использования целевых средств будут полезны для сотрудника и для компании. При этом у сотрудника формируется доверие к компании и ряд необходимых компании мотивов поведения.

Таким образом, применяя концепцию трансформации социально-трудовых отношений в условиях реформирования на основе системно-синергетического и аксиологического подходов можно снизить сопротивление, сформировать необходимую мотивацию персонала и соответственно повысить показатели качества и эффективности деятельности компании.

Список литературы

1. Корпоративные социальные отчеты ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=5085.
2. Лапидус, Б. М. Проблемы и задачи повышения производительности труда в ОАО «РЖД» [Текст] / Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД» . – 2016. – № 3. – С. 1 – 17.

3. Шеремет, Н. М. Измерение трудовых ресурсов и трудового потенциала [Текст] / Н. М. Шеремет // Экономика железных дорог. – 2016. – № 4. – С. 71 – 77.

4. Легчилина, Е. Ю. Трансформация социально-трудовых отношений на этапах жизненного цикла экономических систем [Текст] / Е. Ю. Легчилина // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 10-3. – С. 600 – 604.

5. Максименко, А. А. Основы аксиологической концепции менеджмента [Текст] / А. А. Максименко // Менеджмент в России и за рубежом. – 2010. – № 2. – С. 27 – 35

6 Тахтаджяп, Л. Л. Principiu lectologica. Принципы организации и трансформации сложных систем: эволюционный подход [Текст] / Л. Л. Тахтаджяп. – СПб: Издательство СПХФА. – 2001. –121 с.

УДК 338.47

А. С. Казанцева

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРПОРАТИВНЫХ ЦЕННОСТЕЙ НА ПРИМЕРЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ И НАЦИОНАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОМПАНИЙ: АКСИОЛОГИЧЕСКИЙ И ЛИНГВИСТИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ

В статье проведен анализ корпоративных ценностей более чем 160 международных и национальных транспортных и логистических компаний из более, чем 130 стран. Идентифицированы наиболее часто встречающиеся ценности на английском и русском языках. Сделаны выводы о недостаточной мере исследования данного вопроса на стыке наук: аксиология, менеджмент, лингвистика.

Все больше в мире, где человеком движет наличие свободного времени и интерес к рабочей активности, набирает популярность управление основанное на корпоративных ценностях. Если зайти на сайт любой крупной компании мы можем увидеть в разделе «о компании» миссию, видение и ценности. Однако возникают вопросы:

- как именно данные ценности внедрены в ежедневную практику бизнеса;

- становятся ли эти ценности основным критерием при принятии управленческих и оперативных решений;
- кто является основным носителем корпоративных ценностей;
- каким образом формировать ценности.

Кроме того, в условиях глобальной экономики современные международные компании функционируют на обширных экономических территориях. В международных филиалах компаний работают представители местных сообществ стран, в которых они действуют. Корпоративные ценности головной компании начинают транслироваться и внедряться в ежедневную практику филиалов в других странах, что вызывает ментальные и лингвистические трудности понимания значения ценностей.

В крупных компаниях управление, основанное на ценностях, сосредоточено на управлении персоналом: создании процедур первичной оценки ценностей и мониторинге разделения ценностей. Однако существуют и другие группы стейкхолдеров, такие как клиенты, партнеры, инвесторы, государственные органы, местные сообщества, конкуренты, поставщики, процедуры взаимодействия с которыми важно осуществлять с учетом корпоративных ценностей [1].

Таким образом, управление в международных компаниях, основанное на корпоративных ценностях, с одной стороны сосредотачивается на правильном восприятии ценностей (лингвистический и ментальный аспекты), с другой стороны на формировании правильных ценностей (аксиологический аспект). Схема приведена на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема

В ходе исследования была собрана информация о ценностях 160 международных и национальных транспортных и логистических

компаний, осуществляющих свою деятельность как на территории Российской Федерации, так и в таких странах как: США, Канада, Словения, Венесуэла, Уругвай, Сальвадор, Панама, Мексика, Эквадор, Чили, Бразилия, Боливия, Аргентина, Италия, Чехия, Дания, Венгрия, Мальта, Нидерланды, Польша, Португалия, Словакия, Испания, Швеция Великобритания, Франция, Бельгия, Ирландия, Австрия, Швейцария, Израиль, Германия, Ливан, Австралия, Норвегия, Румыния, Португалия, Литва, Греция, Финляндия, Эстония, Дания, Чешская Республика, Болгария, Новая Зеландия, Сингапур, Филиппины, Казахстан, Иордания, Япония, Индонезия, Китай, Зимбабве, Танзания, Кения, Северная Корея, Украина, Иран, Белоруссия, Гонконг, Южная Корея, Люксембург, Канада, Египет [2].

Ценности исследовались кабинетным методом, использовалась информация официальных сайтов компаний занимающихся авиационными, железнодорожными, морскими, автомобильными грузовыми и (или) пассажирскими перевозками, логистической и (или) сопутствующей деятельностью, например: Amtrak / США, BNSF Railway / США, Norfolk Southern Railway / США, Union Pacific Railroad / США, Via Rail / Канада, Canadian National Railway / Канада, AirAsia / Малайзия, United Parcel Service / США, Supervia / Бразилия, c2c / Великобритания, FirstGroup / Великобритания, Go-ahead / Великобритания, Arriva / Великобритания, Merseyrail / Великобритания, Virgin trains / Великобритания, Translink / Ирландия, SNCF / Франция, ÖBB / Австрия, SBB / Швейцария, Green Cargo AB / Швеция, Keolis / Франция, Hessian State Railway, HLB / Германия, JR Freight / Япония, Российские железные дороги / Россия, Первая грузовая / Россия, Новая перевозочная компания / Россия, Fedex / США, Horizon Air / США, Alaska Air Group / США, United / США, Lufthansa / Германия, British Airways / Великобритания, Emirates Airlines / ОАЭ, ANA Group / Япония, EasyJet / Великобритания, Air China / Китай, Cathay Pacific Cargo / Гонконг, Деловые линии / Россия, Pony Express / Россия / СНГ, DB Schenker / Германия,

Всего было выделено 56 разных по смыслу ценностей. Наиболее часто встречаемые корпоративные ценности представлены в диаграмме (рис. 2). Однако некоторые корпоративные ценности трудно отнести к какой либо группе из перечисленных выше: такие как: Крылья Китая – с любовью с небес; Забота Air China – всегда с Вами (Air China / Китай); Принятие решений

(Tablogix / Россия); Короткие цепочки команд и отсутствие ненужной бюрократии (Stagecoach Group plc / Великобритания); Любопытство (Expeditors international / США); Смелость (Pony Express / Россия); Простота (EasyJet / Великобритания); Точность (Pony Express / Россия); Психическая неприкосновенность (Căile Ferate Române / Румыния); Работоспособность (Metrovias / Аргентина); Всегда иметь мечту (Freight / Япония); Развитие туризма и исторических ценностей наследия (Empresa de Ferrocarriles Ecuatorianos / Эквадор); Стимулы для выполнения и вознаграждения за расчетный риск (Stagecoach Group plc / Великобритания); Реалисты (Go-ahead / Великобритания); Открытое общение (MAB Zrt. / Венгрия); Государство (SC Romanian Railway Group SA / Румыния); Доставка (UGL Rail / Австралия).

При идентификации, систематизации и переводе ценностей компаний на русский язык возникли некоторые вопросы, например неоднозначность трактовки ценностей. Были выделены общие смыслы и объединены в группы ценностей, например в одну смысловую группу попали такие ценности как: целостность, честность (integrity, uprightness, honesty), открытость (openness), прозрачность (transparency), действуем добросовестно (act with Integrity), цивилизованное поведение (civilized behavior), настоящие (genuine), неподкупность (probity), делать правильные вещи (doing the right thing). Однако даже и при такой группировке смыслов, было выявлено, что понимание «честности» как ценности в одной компании отличается от понимания в другой.

Таким образом, при формировании ценностей, транслировании их в международные филиалы на все группы стейкхолдеров, включая их как основу для принятия управленческих решений в повседневной деятельности компаниям необходим инструментарий аксиологического менеджмента, который позволит не только отбирать сотрудников по соответствующим ценностям и формировать желаемые, но и способствовать правильному пониманию ценностей [3].

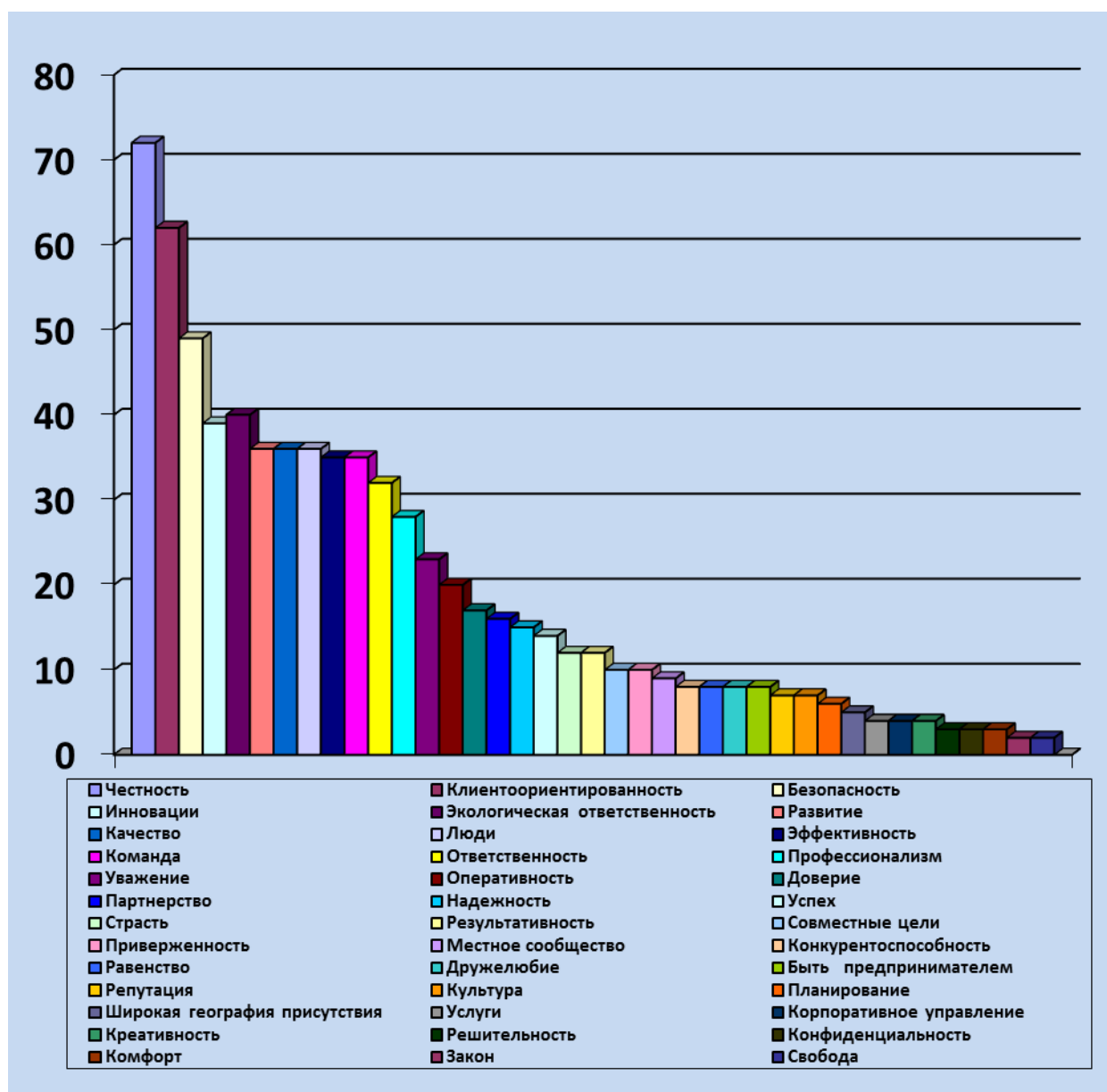


Рис. 2. Наиболее часто встречаемые корпоративные ценности

Для создания такого инструментария нужны серьезные исследования на пересечении научных областей: аксиология, менеджмент и лингвистика. Для этой цели автором был разработан международный проект по программе «KA2 – Cooperation for innovation and the exchange of good practices –Capacity Building in the field of Higher Education» ERASMUS+ Theory and methods of axiological management / TMAM. В консорциум заявки на грант вошли два Российских, два Казахских и два Европейских ВУЗа, и две компании из России и Казахстана. Именно такое партнерство ученых-лингвистов,

исследователей менеджмента и представителей бизнеса способно за несколько лет провести дополнительные исследования корпоративных ценностей компаний, а также выявить лучшие бизнес-практики аксиологического менеджмента, которые лягут в основу создания инструментов аксиологического менеджмента для бизнеса, ИТ-продукта, словаря корпоративных ценностей, курсов повышения квалификации, а также включения в учебный план студентов соответствующей дисциплины.

Список литературы

1. Зильберштейн, О. Б. Анализ стейкхолдеров на примере российских предприятий [Текст] / О. Б. Зильберштейн, К. В. Невструев, Д. Д. Семенюк, Т. Л. Шкляр, А. В. Юрковский // Интернет-журнал «Науковедение». – 2016. – Т. 8. – № 3 (URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/42EVN316.pdf>).
2. Исследование корпоративных ценностей на примере российских и зарубежных автотранспортных компаний [Текст] / А. С. Казанцева, С. Е. Стороженко и др. // Актуальные проблемы современной экономической науки материалы V международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых. – 2017. – С. 101 – 105.
3. Вотинцева, Е. В. Аксиологические проблемы современной лингвистики [Текст] / Е. В. Вотинцева, Ф. Г. Фаткуллина // Вестник Башкирского университета. – 2015. – С. 1352 – 1354.

УДК 342.9

И. Ю. Гольяпина

ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ

Рассмотрены проблемы правового обеспечения государственного управления системой образования. Изложено понятие государственного управления в сфере образования. Отмечены недостатки закона «Об образовании в Российской Федерации». Аргументируется необходимость повышения эффективности государственного управления

в сфере образования. Обосновывается необходимость систематизации правового материала и внесение изменения в отдельные статьи.

Научный интерес к проблемам правового обеспечения образования в России, реализации административно-правовых методов государственного управления сферой образования становится все более пристальным. Это обуславливается тем, что образование является общезначимым благом, необходимым для духовного, нравственного, интеллектуального развития человека с раннего возраста, когда закладываются основы мировоззрения, культуры поведения, система ценностей. В этой связи образование должно рассматриваться как приоритетная сфера государственного управления, где любые недоработки могут привести к неисправимым последствиям. Образование должно способствовать формированию информационной, правовой, экологической культуры с дошкольного возраста.

Целью настоящей статьи является исследование проблем правового обеспечения государственного управления системой образования в России.

Управление как абстрактный процесс традиционно рассматривается как целенаправленный, непрерывный, постоянный процесс воздействия субъекта управления на объект управления, и эта сущность на протяжении десятилетий остается неизменной, начиная с исследователей-кибернетиков Н. Винера, А.А. Ляпунова, С.Л. Соболева, К. Шеннона, А.И. Берга, В.И. Кнорринга. Управление в социуме реализуемо в полной мере лишь в системе, которая подразумевает наличие субъектов и объектов управления, организационной структуры и, соответственно, функций, задач, целей, средств воздействия на объект управления. Элементы такой системы самостоятельны, организационно оформлены, взаимосвязаны друг с другом, их деятельность основана на определенных методах и реализуется в определенных формах, оправданных конкретной системой. Ю.Н. Стариков аргументированно утверждает, что понятие «система» раскрывает сущность управления; управление необходимо «в целях создания эффективно функционирующей системы на основе информационных связей и отношений» [2, с. 20]. В.Д. Сорокин, изучая социальные управляющие системы, обращает внимание, что каждый элемент системы играет двоякую роль и органически сочетает в себе свойства управляющей и управляемой частей системы, т.е. и субъекта, и объекта

управления [9, с. 311]. В приведенном высказывании В.Д. Сорокина наиболее ярко проявляется мысль о взаимосвязанности и единстве элементов системы, о наличии обратной связи в управленческом процессе. По словам В.Д. Сорокина, «Важная специфическая особенность социальной управляющей системы – сознательное использование различных комплексов средств активного воздействия на среду со стороны системы в целом и ее элементов в отдельности» [9, с. 320]. Средства воздействия – правовые, экономические, идеологические – должны варьироваться в зависимости от целей и задач управленческого процесса.

Как следствие, особый исследовательский интерес при изучении проблем государственного управления в любой сфере, и особенно в сфере образования представляют именно правовые средства воздействия на объект управления и практическая реализация правовых норм в рамках управления сферой образования. Ведь содержание отмеченных выше информационных связей в системе образования между участниками образовательных отношений, контрольно-надзорными органами определяется именно правовыми нормами, закрепляющими различные правовые средства. От правильности выбора тех или иных правовых средств законодателем, от структурной завершенности правовых норм зависит степень достижения целей правового регулирования, в том числе управленческих. Эффективность государственного управления во многом зависит от четкости изложения правовых средств, их упорядоченности и внутренней логики нормативного правового акта. Исследователи законодательной техники неоднократно отмечали, что правовые средства, используемые в законе, приобретают определяющее значение, главное – сформулированные положения должны адекватно отражать те категории, с которыми законодатель их связывает. Разумеется, при установлении правил необходимо соблюсти меру достаточности и не «перегрузить» нормативный акт количеством определений. В той ситуации, когда законодатель без должного обоснования вводит какие-либо обобщающие категории, которые могут быть заменены и повседневными терминами, мы наблюдаем и увеличение объема нормативного акта, и усложнение для понимания самих норм права, и, как следствие, отсутствие согласованности. Так, Д.А. Керимов указывал на то, что при законотворчестве важно правильно отобрать те понятия, которые наиболее

адекватны целям правового регулирования соответствующих отношений [6, с. 281-283].

Можно указать на чрезвычайную политизированность, использование декларативных положений в законе «Об образовании в РФ», что характерно для различных стратегических документов (Доктрина информационной безопасности и др.), принимаемых на долгосрочный период развития и содержащих цели и задачи государственного управления. Рассматриваемый закон не должен оперировать неоднозначными, высокопарными категориями, это лишь затрудняет возможность его понимания всеми субъектами образовательных отношений, затрудняет установление логических связей. Образовательное законодательство характеризуется противоречивостью, отсутствием согласованности, пробелами правового регулирования, отсутствием субординации между правовыми актами или нормами права, дублированием положений; в совокупности указанные факторы свидетельствуют о сложившихся предпосылках систематизации.

В литературе достаточно много говорится о недостатках действующего федерального закона «Об образовании...», о его несоответствии сложившимся фактически отношениям [5]. Анализ изложенных позиций и наши выводы позволяют отметить необходимость систематизации нормативного материала [3, с. 1041]. Это касается и понятийного аппарата (элементарных правовых средств), и административно-правовых методов (комплексных правовых средств). Так, бесспорно являются незаконченными, несогласованными и нуждаются в редактировании такие общие понятия, как «структура системы образования», «система образования», «образовательные правоотношения» и иные.

Кроме того, руководствуясь позициями названных выше авторитетных ученых, заметим, что название статьи либо главы должно предопределять ее содержание. Глава «Система образования» включает совершенно разнородные составляющие, не имеющие отношение к образовательному процессу в рамках государственного управления. Можно ли все это в совокупности рассматривать как систему – вопрос, требующий особой аргументации. Однако, как представляется, определенная корректировка положений и структуры закона необходима.

Анализ закона «Об образовании...» показывает, что система образования и система государственного управления в сфере образования описывается в разных статьях рассматриваемого закона; принципы государственной политики и правового регулирования отношений в сфере образования, полномочия органов власти различных уровней, понятие федеральных государственных образовательных стандартов и структура системы образования рассредоточены по различным главам. Невозможно согласиться с подобной логикой, более обоснованным представляется оставление единой главы, устанавливающей общие положения. Тем более что название главы «Система образования», как следует из изложенного выше, не будет соответствовать содержанию включаемых в нее статей, поскольку подразумевает наличие норм, посвященных управлению системой образования. О необходимости корректировки закона «Об образовании...» по многим направлениям говорит и депутат Государственной Думы РФ О.Н. Смолин [7].

М.А. Соколова использование разных терминов для обозначения одного и того же понятия в юридических документах называет лексическим дефектом. В качестве примера автор ссылается на часть 2 статьи 43 Конституции РФ, которая использует понятие «государственные и муниципальные образовательные учреждения». При этом Федеральный закон «Об образовании в РФ» вводит термин «образовательная организация». Что положено в основу такого нововведения, прокомментировать сложно, поскольку установление организационно-правовых форм – прерогатива Гражданского кодекса РФ [8].

В определении содержания управления системой образования присутствует избыточность правовой регламентации, что, как упоминалось выше, влечет загромождение правового массива и усложнение всей системы в целом. Однако при этом не указаны методы управляющего воздействия, не является очевидной роль некоторых элементов. Складывается впечатление о явной недоработке содержания рассмотренных статей.

Попытка установления методов управляющего воздействия присутствует в следующей статье, именуемой «Государственная регламентация образовательной деятельности».

По мнению законодателя, государственная регламентация образовательной деятельности включает в себя:

- 1) лицензирование образовательной деятельности;

- 2) государственную аккредитацию образовательной деятельности;
- 3) государственный контроль (надзор) в сфере образования.

В начале рассуждений отмечалось, что социальная система подразумевает в качестве основополагающего начала правовую составляющую управленческой деятельности. В приведенной статье название подразумевает установление правовых начал, основ правового регулирования и иных фундаментальных категорий. Можно обратить внимание, что весь федеральный закон в целом направлен на государственную регламентацию образовательной деятельности, и одной статьей невозможно охватить целую область общественных отношений.

Однако заметим, что в рассматриваемой статье речь идет не о регламентации, а о методах управленческой деятельности. Традиционно лицензирование и аккредитацию относят к разрешительному административно-правовому методу государственного управления [1, с. 308-310].

Государственный контроль (надзор) в сфере образования – это способ обеспечения законности в сфере образования [1, с. 401]. Он не является видом государственной регламентации, и должен располагаться в самостоятельной главе.

Резюмируя изложенное, становится не вполне понятной подмена одних понятий другими, принципиальная несовместимость содержания статей и глав нормативного акта и заявленного названия, отсутствие необходимых элементов системы управления сферой образования либо расположение их в структурно несоответствующих местах.

В.М. Сырых право и законодательство относит к сложным органичным системам, состоящим из взаимосвязанных элементов. Такие структурные элементы не существуют обособленно, напротив, только при их взаимодействии возможно существование и развитие системы в целом [10, с. 350]. Не вполне ясно, каким образом в имеющемся правовом поле могут взаимодействовать элементы системы образования, как может осуществляться государственное управление системой образования и можно ли говорить об эффективности последнего.

Вторая часть рассмотренной статьи, посвященной государственной регламентации образовательной деятельности, как представляется, подразумевает название «Методы государственного управления системой образования». Что касается регламентации образовательной деятельности, то

это также должна быть самостоятельная статья с названием «Законодательство в сфере образования», содержащая как вид нормативно-правовых актов, например, федеральные государственные образовательные стандарты. Наличие подобной статьи будет способствовать более четкому пониманию иерархичности законодательства экспертами, не имеющими юридического образования.

Особого внимания требует вопрос правового обеспечения административно-правовых методов государственного управления сферой образования. Речь идет о государственной аккредитации и о лицензировании образовательной деятельности.

При их ближайшем рассмотрении возникает вопрос о правовой природе решений, принимаемых по результатам или в процессе реализации каждого метода, о юридическом факте завершения названных процедур, об основаниях их применения.

Исключительно важной является проблема отсутствия разграничения правовых последствий принимаемых решений по результатам государственной аккредитации, и сроков вступления в силу. Ввиду чрезмерно сложных и запутанных формулировок на практике не разграничиваются правовые последствия принятых решений о лишении государственной аккредитации и об отказе в государственной аккредитации. Для образовательной организации нет различия, с какого момента вступает в силу решение, через какой период времени можно вновь подавать заявление на государственную аккредитацию.

Резюмируя изложенное, подчеркнем особую актуальность проблемы правового обеспечения государственного управления в сфере образования. Как представляется, изменения в Федеральный закон «Об образовании в РФ» будут способствовать более четкой регламентации, установлению внутреннего гармоничного единства правовых норм. Закон выполняет свое предназначение, если его нормы согласованы между собой и реализуются в полном объеме. По словам П.А. Калинина, систематизация – это «своеобразное средство внутреннего очищения структуры законодательства» [4, с. 54-60]. Исключение положений, перегружающих закон, будет способствовать его правильному толкованию и пониманию всеми участниками образовательных правоотношений. Разумеется, систематизация образовательного законодательства должна проводиться с учетом научных теоретических

наработок в этой области, тогда можно будет говорить о достижении социально значимых целей, поставленных перед образовательными организациями, о реализации права граждан на образование. Установление более прозрачной и логичной регламентации порядка осуществления контроля и надзора в сфере образования, порядка государственной аккредитации и лицензирования образовательной деятельности значительно разгрузит в первую очередь государственный аппарат, уменьшит количество обжалуемых решений.

Список литературы

1. Алехин, А. П. Административное право России / А. П. Алехин, А. А. Кармолицкий. – М.: ИКД «Зерцало-М», 2005.
2. Бахрах, Д. Н. Административное право: учебник для вузов / Д. Н. Бахрах, Россинский Б. В., Ю. Н. Стариков. – М.: Норма, 2004.
3. Гольцяпина, И. Ю. О некоторых проблемах Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6.
4. Калинин, П. А. Значение и роль принципов законодательства в его систематизации // Вестник Саратовской государственной юридической академии. – 2012. – № 6 (89).
5. Комментарий к Федеральному закону от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (поглавный) / Л. Ю. Грудцына, Ю. А. Дмитриев и др.; под ред. В. Е. Усанова. М.: ЮРКОМПАНИ, 2013.
6. Общая теория государства и права. Академический курс в 3-х томах. Изд. 2-е, перераб. и доп. Т. 2. Отв. ред. проф. Н. М. Марченко. – М.: Зерцало-М, 2002.
7. Смолин, О. Н. Образование Победы и победа образования. Информационный ресурс официальный сайт депутата Государственной Думы РФ О. Н. Смолина. URL: http://www.smolin.ru/sites/default/files/content/read/articles_edu/pdf/НО-2015-05.pdf (Дата обращения 07.01.2018).
8. Соколова, М. А. Дефекты юридических документов: монография. М.: Юриспруденция, 2016.
9. Сорокин, В. Д. Избранные труды. СПб.: «Юридический центр «Пресс», 2005.

10. Сырых, В. М. Понятие системы законодательства, ее структура и внутривидовые связи // Общая теория государства и права. Академический курс в 3-х томах. Изд. 2-е, перераб. и доп. Том 2. / Отв. ред. проф. Н. М. Марченко. – М.: Зерцало-М, 2002.

УДК 625.1

В. Ю. Тэттэр

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АССОЦИАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ УНИВЕРСИТЕТОВ СТРАН АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКОГО РЕГИОНА

Приведены основные направления деятельности ассоциации транспортных университетов стран Азиатско-Тихоокеанского региона, рассмотрены тезисы доклада от ОмГУПС на X симпозиуме ассоциации, описана деятельность и оборудование лабораторий Корейского научно-исследовательского института железнодорожного транспорта.

С 31 октября по 4 ноября 2017 года в Сеуле на базе Корейского национального университета транспорта (КНУТ) [1] прошел X симпозиум Международной ассоциации транспортных университетов стран Азиатско-Тихоокеанского региона (МАТУ АРТ) [2].

В нем приняли участие вузы Вьетнама, Индонезии, Казахстана, Китая, Монголии, России (ДвГУПС, ОмГУПС, УрГУПС), Японии.

Были рассмотрены темы:

«Умный транспорт»: технологии и логистика;

Национальные транспортные сети: строительство, эксплуатация и развитие, транспортные коридоры;

Подготовка специалистов транспорта и взаимодействие между транспортными вузами и организациями;

Текущие проблемы международного транспортного сотрудничества;

Учебные программы, способствующие повышению уровня мировой транспортной системы.



Рис. 1. Работа Симпозиума в КНУТ

Автор представлял на Симпозиуме Омский государственный университет путей сообщения и научно-производственную компанию «Энергосервис». Был озвучен доклад «Подготовка специалистов железнодорожного транспорта в области вибродиагностики роторных узлов подвижного состава», в котором обобщается положительный опыт совместной работы коммерческой структуры НПК «Энергосервис» с ОмГУПСом по подготовке высококвалифицированных специалистов для повышения эффективности работы на современном диагностическом оборудовании. Основными положительными моментами в таком сотрудничестве можно назвать:

- оснащение профильной лаборатории вуза действующим диагностическим оборудованием;
- составление программ повышения квалификации для специалистов локомотивного и вагонного хозяйства;
- проведение курсов повышения квалификации сотрудниками НПК «Энергосервис» на учебной, лабораторной базе и в компьютерных классах ОмГУПСа;
- внедрение в учебный процесс методических разработок и проведение на их базе лабораторных работ.

Такой опыт взаимодействия был одобрен участниками симпозиума. В частности, было высказано мнение о важности приближения учебных программ и программ повышения квалификации к практическим нуждам производственных предприятий по ремонту и эксплуатации подвижного состава.

Для стран Азиатско-Тихоокеанского региона в прошлом и в настоящее время особенно актуальной является организация транспортного коридора с Европой. Этой теме было уделено достаточно много внимания. Проблем озвучено много, среди них:

- политические (например, Южная Корея «отрезана» от материка Северной Кореей);
- технические (различная ширина колеи 1435 - 1520, подвижной состав и т.д.)
- нормативная база.

Участников симпозиума познакомили с деятельностью университета (KNUT) и научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Korean Railroad Research Institute) (Рис. 2; 3) [3].



Рис. 2. Представители университетов у входа в Корейский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта



Рис. 3. С будущими стюардессами Корейских авиалиний

Автору, как специалисту не только теоретику, но и практику, были наиболее интересны лаборатории и оборудование именно исследовательского института.

Работы института связаны в основном со скоростным движением. Несмотря на то, что в Корее только одна основная высокоскоростная магистраль протяженностью около 400 км, этому направлению уделяется много внимания. Об этом говорит то, что Корея принимает участие в реализации высокоскоростного движения в пяти странах.

Лаборатории института оснащены уникальным испытательным оборудованием. Проводятся исследовательские работы, направленные на изучение различных вариантов верхнего строения пути для использования в высокоскоростном движении. Натурные испытания производятся с участками рельсошпальной решетки, стыками рельсов, сварными соединениями (Рис. 4).



Рис. 4. Большая трех-координатная система испытания балласта
(основания пути)

Еще одно большое направление исследований – испытания элементов кузовов локомотивов и вагонов (Рис. 5).



Рис. 5. Динамические испытания модели кузова

Проводятся натурные испытания эффективности систем торможения (Рис. 6), элементов привода (Рис. 7) и тяговых двигателей (Рис.8), электронных управляющих систем (Рис. 9).



Рис. 6. Испытания эффективности систем торможения



Рис. 7. Испытательная станция элементов привода



Рис. 8. Испытательная станция тяговых двигателей



Рис. 9. Испытания системы автоведения скоростного поезда

Исследовательские работы, по мнению автора, достаточно хорошо финансируются. В настоящее время, например, ведется исследовательская работа по решению проблемы обледенения нижней части высокоскоростного состава при движении в зимних условиях.

Следует отметить хорошую организацию Симпозиума с четким расписанием и практически мгновенным решением естественных мелких организационных проблем (можно сказать, что организационных проблем вообще не было).

Организаторы предусмотрели интересную культурную программу, в которую входило знакомство с новым модернизированным аэропортом (Рис.10; 11). Аэропорт расположен на насыпном острове и связан с берегом дамбой, он готовится принять огромный пассажиропоток во время проведения Олимпийских игр.

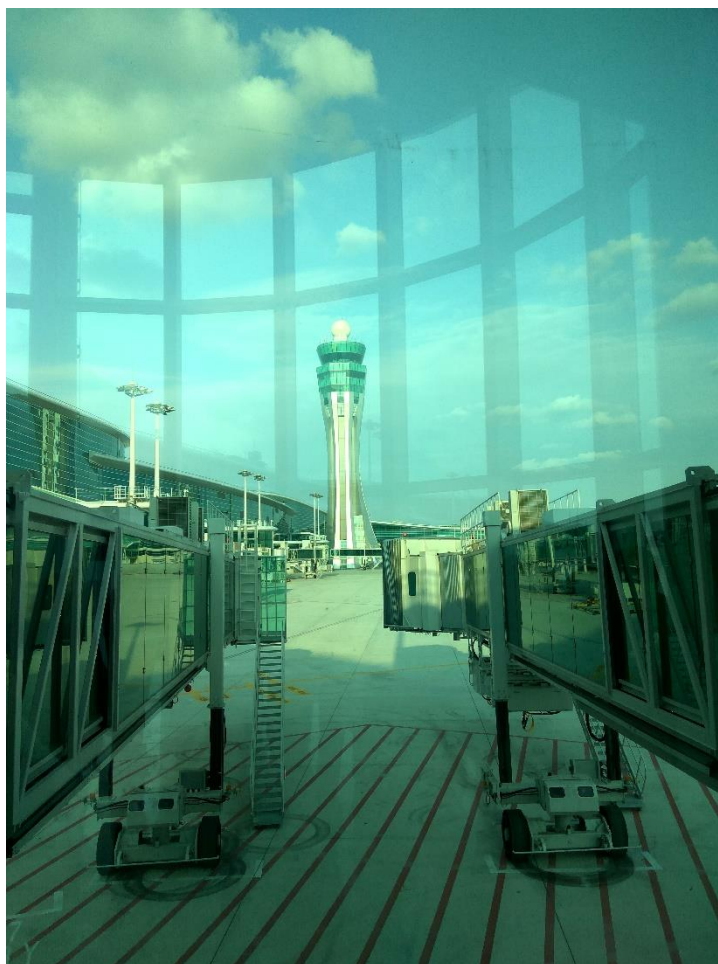


Рис. 10. Вид на диспетчерскую башню аэропорта

О масштабах терминалов можно судить по тому, что между ними курсирует «мини метро». Ширина холла нового терминала составляет около одного километра.

Яркое впечатление осталось от просмотра национального театрального спектакля, музыкального коллектива и выступления на профессиональном уровне с оперными ариями сотрудников КНУТ.

Знакомство с корейской кухней и палочками для еды – это тема отдельного разговора.



Рис. 11. Один из терминалов аэропорта

В решениях, принятых на заседаниях Международной Ассоциации транспортных университетов стран Азиатско-Тихоокеанского региона, отмечена плодотворность сотрудничества и обмена мнениями по актуальным проблемам железнодорожного транспорта и подготовке отраслевых специалистов.



Рис. 12. Корейская национальная музыка на традиционных инструментах

Фото 4-9 взяты с сайта http://www.krri.re.kr/html/en/sub04/sub04_0403.html

Список литературы

1. [Электронный ресурс] <http://www.ut.ac.kr/> (Дата обращения: 19.01.2018).
2. [Электронный ресурс] <http://iastu-ap.org/> (Дата обращения: 19.01.2018).
3. [Электронный ресурс] <http://www.krri.re.kr> (Дата обращения: 19.01.2018).

УДК 629.4.027

А. А. Рауба, А. В. Обрывалин, В. В. Дюндин

СОЕДИНЕНИЕ «КОЛЕСНЫЙ ЦЕНТР – БАНДАЖ» ПОСАДКОЙ НА КОНУС

В статье приведены предварительные расчеты о возможности повышения прочности посадки бандажа на колесном центре путем изменения геометрии посадочных поверхностей. Повышение работоспособности соединения предполагается достичь путем придания сопряженным поверхностям бандажа и колесного центра конической формы.

С целью повышения безопасности движения поездов, а также совершенствования технологического обеспечения ремонта и технического обслуживания локомотивов необходимо проведение новых исследований, направленных на повышение работоспособности колесных пар тягового подвижного состава.

Установленный нормативными документами технологический процесс сборки бандажных колес локомотивов гарантирует требуемый запас прочности для передачи крутящего момента, но из-за несоблюдения технологии сборки (превышение значений шероховатости, овальности, конусности посадочных поверхностей) наряду с эксплуатационными факторами способствует потере работоспособности соединения «колесный центр – бандаж». Ослабление натяга бандажа на колесном центре приводит к провороту бандажа, что способствует длительному простоя локомотива на ремонте.

В настоящее время уже разрабатываются новые методы повышения работоспособности составных колес тягового подвижного состава. Одним из предлагаемых способов является использование конического соединения с натягом для посадки бандажа на колесный центр. Такое конструктивное изменение посадки, по мнению авторов, будет не только способствовать повышению точности сборки, но и выравниванию объема металла по поперечному сечению, что обеспечит более плотное прилегание сопряженных поверхностей при сборке.

Кроме того, коническое соединение по сравнению с цилиндрическим имеет ряд преимуществ – повышение точности сборки за счет самоцентрирования деталей; возможность проведения частой разборки и сборки сборочных единиц; способность «заклинивания» за счет сил трения (например: инструментальные конусы, широко применяемые в машиностроении).

В соединениях с натягом прочность цилиндрических и конических сопряжений в осевом и окружном направлениях ориентировочно оценивают по формулам [1]:

$$F = \pi d l p (f_{oc} \pm tg\alpha), \quad (1)$$

$$M_{кр} = \pi d^2 l q f_{кр} / 2, \quad (2)$$

где d – посадочный диаметр соединения, мм; l – длина посадочной поверхности, мм; q – удельное давление на поверхности посадки, МПа; $f_{кр}, f_{oc}$ – коэффициенты трения при кручении и осевом сдвиге; α – угол уклона конуса (для цилиндрических соединений $\alpha = 0^\circ$).

Из зависимостей (1) и (2) следует, что прочность посадки зависит от контактного давления, эффективной площади сопряжения и коэффициента трения. Кроме того, особенностью соединения «колесный центр – бандаж» является сложная геометрия обеих деталей. В частности, бандаж имеет гребень и консоли, влияющие на величину контактного давления.

Среднее давление между соединяемыми элементами, изготовленными из разных элементов, можно определить по формулам Ляме [1]:

$$q = \frac{\delta}{d (C_1/E_1 + C_2/E_2)}, \quad (3)$$

$$C_1 = \frac{1 + (d_1/d)^2}{1 - (d_1/d)^2} - \mu_1; \quad C_2 = \frac{1 + (d/d_2)^2}{1 - (d/d_2)^2} + \mu_2, \quad (4)$$

где C_1, C_2 – коэффициенты Ляме; d_1, d, d_2 – диаметры соединяемых деталей; E_1, E_2 – модули упругости материалов охватываемой и охватывающей деталей соответственно; δ – натяг; μ_1, μ_2 – коэффициенты Пуансона материалов сопрягаемых деталей.

Определим контактное давление в цилиндрическом соединении «колесный центр – бандаж». Расчет контактного давления производится по методике [2], согласно которой рассматриваемое соединение следует разделить на простые составные части, в пределах которых элементы сопряжения имеют цилиндрическую форму или могут быть представлены в виде кольца или цилиндра. Такой прием позволяет использовать для определения контактного давления формулу Ляме.

На рис. 1 представлена схема для расчета контактного давления на примере бандажного колеса тепловоза.

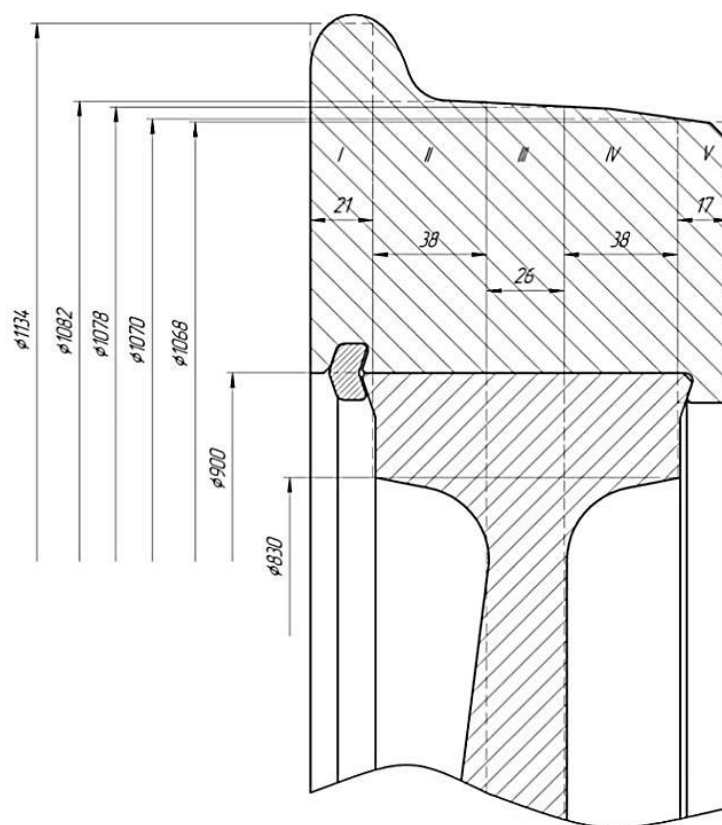


Рис. 1. Схема для расчета контактного давления
в цилиндрическом соединении «колесный центр – бандаж»

Разделим соединение на части, в пределах которых каждую из соединяемых деталей можно представить в виде кольца. Механические характеристики материалов бандажа и колесного центра: $E_1, E_2 = 2 \cdot 10^5$ МПа; $\mu_1, \mu_2 = 0,28$. Данные расчёта сведены в табл. 1.

Таблица 1

Данные расчета контактного давления в цилиндрическом соединении

Часть	d_2 , мм	d_1 , мм	d , мм	L , мм	C_1	C_2	q , МПа
I	1134	-	900	21	-	-	-
II	1082	830	900	38	12,097	5,771	18,033
III	1078	234	900	26	0,865	5,881	47,764
IV	1070	830	900	38	12,097	6,117	17,690
V	1068	-	900	17	-	-	-

Среднее значение контактного давления $q_{ср}$, определяющее несущую способность соединения, составляет 27,83 МПа. Наибольший крутящий момент, который данное соединение может передать при $f = 0,14$:

$$M_{кр} = \frac{27,83 \cdot 0,14 \cdot 3,14 \cdot 900^2 \cdot 106}{2} = 525208539,2 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 525,2 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Аналогично определяем контактное давление в коническом соединении «колесный центр – бандаж». Схема для расчета контактного давления представлена на рис. 2.

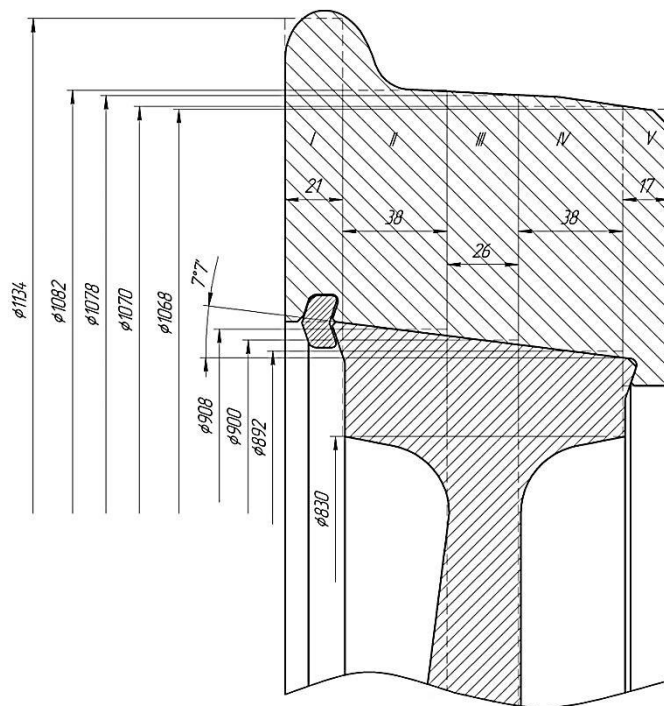


Рис. 2. Схема для расчета контактного давления в коническом соединении «колесный центр – бандаж»

В табл. 2 приведены стандартные данные по номинальным значениям параметров конических поверхностей.

Таблица 2

Конусности и углы конусов общего назначения

Конусность Ряд 1	Угловая конусность	Уклон конуса	Конусность Ряд 2	Угловая конусность	Уклон конуса
1:20	2°51'51"	1°25'56"	1:8	7°9'10"	3°34'35"
1:10	5°43'29"	2°51'45"	1:7	8°10'16"	4°5'8"
1:5	11°25'16"	5°42'38"	1:6	9°31'38"	4°45'49"
1:3	18°55'29"	9°27'44"	1:4	14°15'0 "	7°7'30"

Следует отметить, что у конических соединений необходимо обеспечить условия их самоторможения, т.е. $f_{oc} > tg\alpha$ или $2f_{oc} > K$, где K – конусность соединения. При $f_{oc} = 0,14$, конусность не может быть более 1:4. При выборе конусности руководствовались конструктивными соображениями, а также значениями угла сопряжения, при которых достигалось выравнивание материала по сечению бандажа [3]. Данные расчёта представлены в табл. 3.

Таблица 3

Данные расчета контактного давления в коническом соединении

Часть	d_2 , мм	d_1 , мм	d , мм	L , мм	C_1	C_2	q , МПа
I	1134	-	913,4	21	-	-	-
II	1082	830	908	38	10,883	6,042	18,870
III	1078	234	900	26	0,865	5,881	47,764
IV	1070	830	892	38	13,625	5,837	16,705
V	1068	-	866,8	17	-	-	-

Среднее значение контактного давления q_{cp} , определяющего несущую способность соединения, составляет 27,78 МПа. Наибольший крутящий момент, который данное соединение может передать, определяем по формуле:

$$M_{кр} = f q_{cp} S d_{cp}, \quad (5)$$

где S – площадь прилегания бандажа с колесным центром.

При $f = 0,14$ получаем:

$$M_{кр} = \frac{0,14 \cdot 27,78 \cdot 303272,49 \cdot 900}{2} = 530769315,7 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 530,8 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Предварительные расчеты позволяют оценить, как изменение угла сопряжения отражается на передаче крутящего момента. При использовании конусности 1:4, увеличение крутящего момента конического соединения по сравнению с цилиндрической посадкой составляет лишь 1,06 %. Однако, расчёты проведены без учета влияния гребня и консолей.

Дальнейшие исследования будут направлены на определение возможного угла «заклинивания», который обеспечит дополнительное сопротивление на проворот при ослаблении натяга бандажа на колесном центре, а также на учет влияния гребня и консолей на контактное давление.

Список литературы

1. Гречищев, Е. С. Соединения с натягом: Расчеты, проектирование, изготовление [Текст] / Е. С. Гречищев, А. А. Ильяшенко. – М.: Машиностроение, 1981, 247 с.
2. Бородин, А. В. Высоконагруженные соединения с гарантированным натягом для локомотивов [Текст]: монография / А. В. Бородин, В. М. Волков, И. Л. Рязанцева. – Омск, 2011. – 165 с.
3. Обрывалин, А. В. Повышение прочности соединения бандаж – колесный центр вследствие равномерного распределения объема материала бандажа [Текст] / А. В. Обрывалин, В. В. Дюндин // Известия Транссиба. – 2016. – №4 (28). – С. 24 – 30.

УДК 620.162.4

К. В. Аверков, А. Ю. Попов, С. Л. Шайдулина

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕНИЙ В ЗОНЕ КОНТАКТА ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ОПТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

В статье предложена новая методика анализа напряжений в зоне контакта зубьев зубчатых колес. Предлагается новая методика, основанная на поляризационно-оптическом методе. Приведено описание опытной установки, предложена методика тарирования.

Чрезмерные напряжения в зоне контакта зубчатых колес являются одной из главных причин выхода их из строя. Большие передаваемые усилия, малая площадь контакта, усталостный характер приложенной нагрузки являются причинами появления износа и выкрашиваний на рабочих поверхностях зубьев. Точно определенные значения контактных напряжений позволяют уточнить геометрические характеристики колеса (модуль, высоту головки и ножки зуба, коэффициент перекрытия) а также правильно выбрать параметры механической и термической обработки зубьев зубчатых колес.

Существует два основных метода определения контактных напряжений: расчетный и метод конечных элементов.

Расчетный метод подразумевает использование стандартной методики и формул [1]:

$$\sigma_H = \frac{Z_\sigma}{a_w} \cdot \sqrt{\frac{K_H \cdot T_1 \cdot (u_\phi \pm 1)^3}{b_2 \cdot u_\phi}} \leq [\sigma]_H, \quad (1)$$

где σ_H – расчетные контактные напряжения, МПа; $Z_\sigma = 9600 \text{ МПа}^{1/2}$; a_w – межосевое расстояние, мм; K_H – коэффициент нагрузки; T_1 – передаваемый крутящий момент, Н·м; u_ϕ – передаточное отношение; b_2 – ширина зубчатого венца, мм; где $[\sigma]_H$ – допустимые напряжения, МПа.

Конечно-элементный анализ открывает широкие возможности в расчете напряжений, но он не лишен и недостатков:

1. адекватность полученных значений может вызывать сомнение, так как метод не учитывает всех факторов;

2. метод требует дорогостоящего программного обеспечения и высокопроизводительного оборудования, особенно если необходимо определить значения напряжений, возникающих в условиях динамического контакта;

3. метод достаточно сложен в использовании, так как требует значительного умения и опыта работы в соответствующих программных пакетах.

В данной статье предлагается иной подход к определению контактных напряжений – поляризационно-оптический метод. Под действием механических напряжений в некоторых прозрачных, изначально изотропных материалах, возникает оптическая анизотропия. Следствием анизотропии является двойное лучепреломление поляризованного света при прохождении им напряженного участка. Оба луча интерферируют на выходе из образца и формируют

интерференционную картину, которая видна на изображении, полученном через поляризационный фильтр. При этом по расположению интерференционных линий можно судить о значении напряжений и сделать вывод о том, какие участки тела более нагружены, а также о значении напряжения.

Достоинства предлагаемого метода:

1. простота метода и его невысокая стоимость;
2. наглядность;
3. возможность судить о напряжениях во время динамического контакта (можно учесть такие факторы как периодическое изменение числа зубьев, находящихся в контакте).

Была спроектирована и собрана экспериментальная установка, представленная на рис. 1.

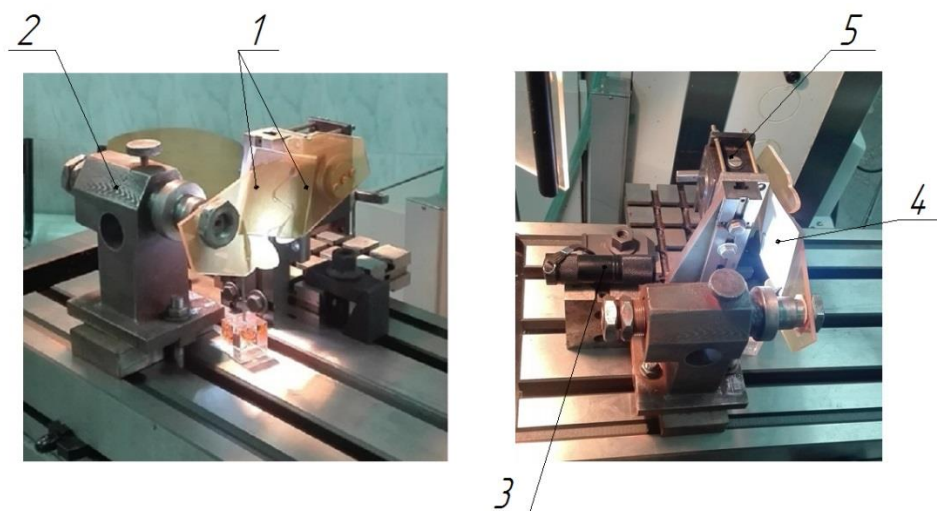


Рис. 1. Опытная установка:

- 1 – исследуемые образцы; 2 – несущий элемент;
3 – источник света; 4 – поляризующий экран; 5 – редуктор

Установка работает следующим образом:

Один образец, изготовленные из специального стеклопластика устанавливают и надежно фиксируют на шпинделе несущего элемента 2, второй – на выходном валу редуктора 5. Редуктор имеет передаточное отношение 3,5. Рядом с образцами установлен экран 4, покрытый поляризационной пленкой. За экраном расположен источник света 3. Экран и источник света расположены таким образом, чтобы поляризованный свет от экрана попадал на зону контакта зубьев. Приводя в движение входной вал редуктора, предварительно затянув винт, расположенный на несущем элементе,

можно регулировать передаваемый крутящий момент и, соответственно, усилие в зоне контакта образцов.

Полученная в результате проведенных опытов интерференционная картина представлена на рис. 2.



Рис. 2. Интерференционная картина в зоне контакта зубьев образцов

Каждый цвет соответствует определенному значению напряжений. Чтобы идентифицировать эти значения необходимо провести тарирование установки.

Схема тарирования представлена на рис. 3.

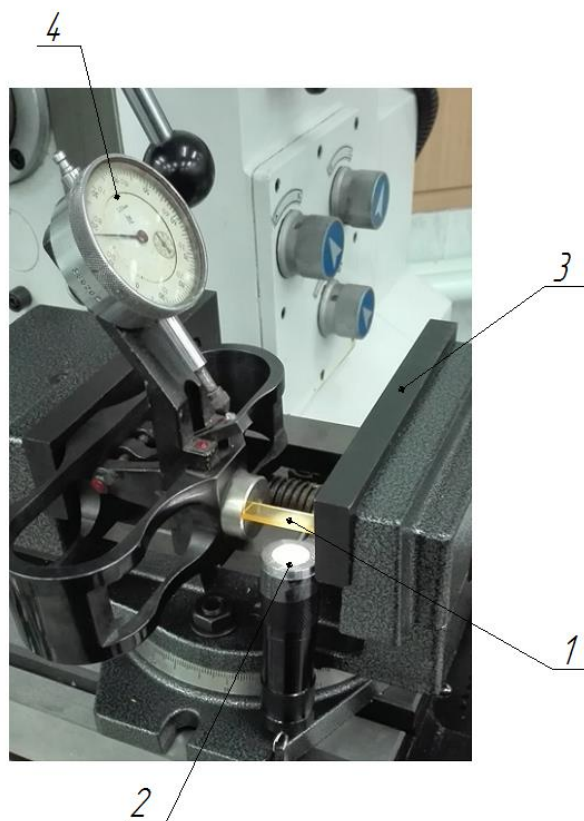


Рис. 3. Установка для тарирования

Образец 1 исследуемого материала установлен в высокоточные фрезерные тиски 3 совместно с динамометром 4. Образец подсвечен снизу источником поляризованного света 2. Таким образом, контролирую по динамометру усилие, действующее на образец и зная размеры образца можно точно зафиксировать какому значению напряжения соответствует тот или иной цвет.

Полученные результаты были нанесены на спектральную диаграмму, что позволило за счет использования аппроксимации установить значения напряжений для прочих цветов (рис. 4).

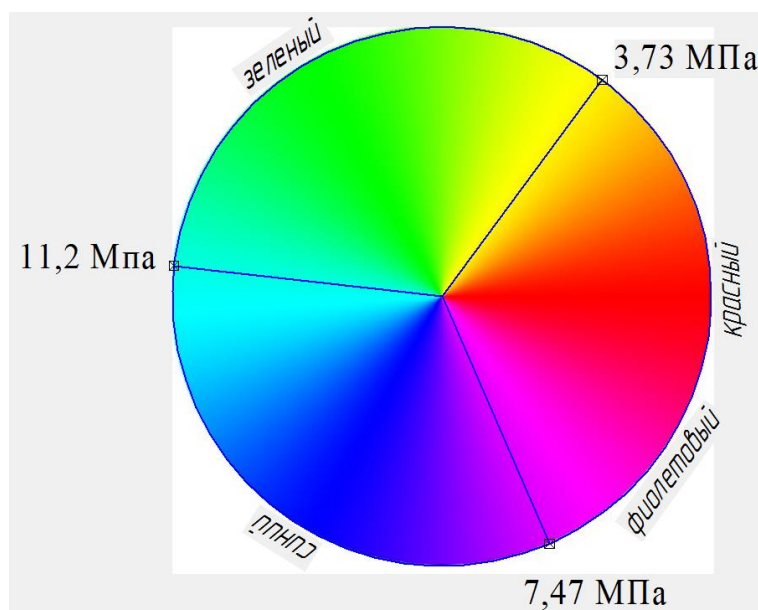


Рис. 4. Распределение полученных напряжений по спектру

Таким образом, были установлены следующие значения контактных напряжений в исследуемых образцах (рис. 5).

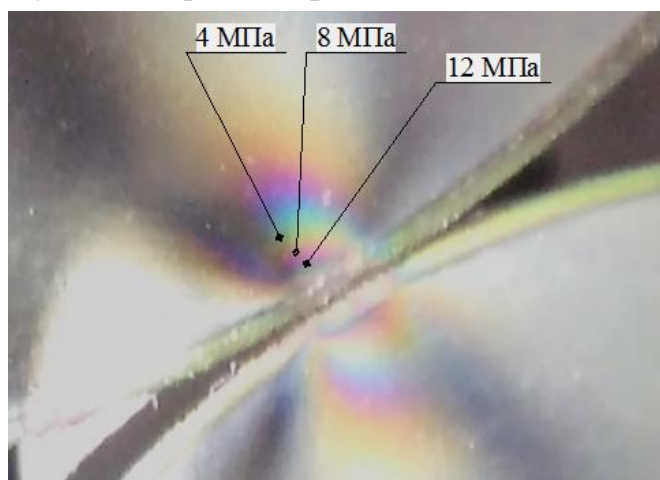


Рис. 5. Распределение напряжений в зоне контакта зубьев

Полученные данные свидетельствуют, что данный метод вполне применим для анализа напряжений в зоне контакта зубьев зубчатых колес. В условиях производства образцы могут быть изготовлены из стеклопластика на том же оборудовании, которое используется для изготовления реальных колес. Затем полученные образцы могут быть испытаны на установке несложной конструкции и, таким образом проверена их работоспособность.

Список литературы

1. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин [Текст] / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов – М.: Высшая школа, 2001. – 447 с.

УДК 658.51

С. Г. Шантаренко, М. Ф. Капустян, О. П. Супчинский

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕРВИСНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ЛОКОМОТИВОВ

Предлагается модель автоматизированной системы управления, основанной на сборе и систематизации данных из информационных систем ремонтного предприятия, позволяющая строить диаграмму Ганта для ремонта конкретной единицы подвижного состава. Рассматривается вариант оптимизации сетевого графика ремонта по ресурсам, исходя из оперативного состояния объекта ремонта.

В настоящее время в ООО «ЛокоТех-Сервис» основной задачей является сокращение простоя локомотивов в ремонте и повышение качества ремонта. Однако, при выполнении программы ремонта, норма простоя не выполняется ни по одной серии тепловозов. Связано это с большим количеством неплановых работ выявленных в процессе ремонта и технического обслуживания, а также некачественным выполнением ремонта, что приводит к сдаче тепловоза приемщику со второго и более предъявления.

Такое увеличение неплановых ремонтов свидетельствует об ужесточении требований со стороны РЖД, как Заказчика, и активизации их работы в части

расследования случаев непланового ремонта с более полным использованием своего приоритетного права в отнесении виновности.

Анализ причин неплановых ремонтов в ООО «ЛокоТех-Сервис» показал, что 48,4% неплановых ремонтов произошло по вине персонала. В частности по причине отсутствия контроля за исполнителем. По технологическим причинам произошло 28,6% отказов. В частности по причине отсутствия необходимого технологического оборудования и пооперационного контроля произошло 98 неплановых ремонтов. Материальные причины составили 19,5% случаев неплановых ремонтов.

Проблема срыва сроков исполнителями может быть решена с помощью такого инструмента организации производственного процесса как сетевой график.

Таблица 1

Причины неплановых ремонтов в ООО «ЛокоТех-Сервис»

Причина НР ТМХ	Количество случаев, ед	Доля случаев, %
Персональные причины	208	48,4%
Малый опыт работы исполнителя	37	8,6%
Отвлечение исполнителя	33	7,7%
Неудовлетворительная организация рабочего времени исполнителя	49	11,4%
Отсутствие контроля за исполнителем	89	20,7%
Технологические причины	123	28,6%
Отсутствие необходимого технологического оборудования	31	7,2%
Неисправность технологического оборудования	25	5,8%
Отсутствие пооперационного контроля	67	15,6%
Материальные причины (запасные части)	84	19,5%
Отсутствие необходимых запасных частей	20	4,7%
Неудовлетворительный входной контроль	8	1,9%
Отсутствие ремфонда	7	1,6%
Неудовлетворительное качество поставляемых запасных частей	8	1,9%
Неудовлетворительное содержание переходного запаса	41	9,5%
Прочие причины	15	3,5%
ИТОГО ПО ВИНЕ СЛД	430	100%

Исходными данными для построения сетевых графиков является весь комплекс выполняемых работ и операций, разбить на отдельные части, а затем представить их в виде схемы, состоящей из нитей и узлов, соответствующих логической взаимосвязи и взаимообусловленности всех операций, входящих в рассматриваемый процесс.

К основным параметрам сетевой модели относятся: продолжительность работы, критический путь, резервы времени событий и работ [1]. Эти параметры являются исходными для получения ряда дополнительных характеристик. Моментом начала работы называется максимальный из моментов времени, когда выполнен объем работы равен нулю; моментом окончания – минимальный из моментов времени, когда выполнен объем работы равен ее полному объему. Промежуток времени между моментами начала и окончания работы называется продолжительностью проведения работ.

Продолжительность работы (i, j) обычно обозначается $t(i, j)$, момент ее начала $t_n(i, j)$, момент окончания $t_o(i, j)$, где i – номер начального события, а j – номер конечного события.

Путем (L) в сетевом графике называется такая последовательность работ, в которой конец каждой предшествующей работы является началом каждой последующей работы,

$$L = \{(i_1, i_2), (i_2, i_3), (i_3, i_4), \dots, (i, j), \dots, (i_{k-1}, i_k)\} \quad (1)$$

Путь в сетевом графике может быть выражен также с помощью событий, через которые он проходит, $L = (i_1, i_2, i_3, i_4 \dots, i_k)$.

Длиной (продолжительностью) пути L называется число, равное сумме продолжительности работ, входящих в этот путь. Длина (продолжительность) пути L обозначается через $t(L)$ и выражается в единицах времени. Математически она может быть выражена формулой

$$t(L) = t(i_1, i_2) + t(i_2, i_3) + t(i_3, i_4) + \dots + t(i, j) + \dots + t(i_{k-1}, i_k). \quad (2)$$

Критическим путем от события i_1 до события, i_k называется путь, имеющий максимальную продолжительность и проходящий через эти события.

Наибольшую значимость имеет критический путь, так как он определяет общую продолжительность создания какого-нибудь объекта. Тщательный анализ критического и подкритического путей позволяет оптимизировать

планы, выявлять и устранять "узкие" места в процессе, сокращать время изготовления.

Для предотвращения срыва сроков предлагается использовать АСУ «Сетевой график». Основная задача данной системы – это построение диаграммы Ганта на основе собранных исходных данных из других систем, а также корректировки этих данных исходя из оперативного состояния объекта. Схема взаимодействия между системами показана на рис. 1.

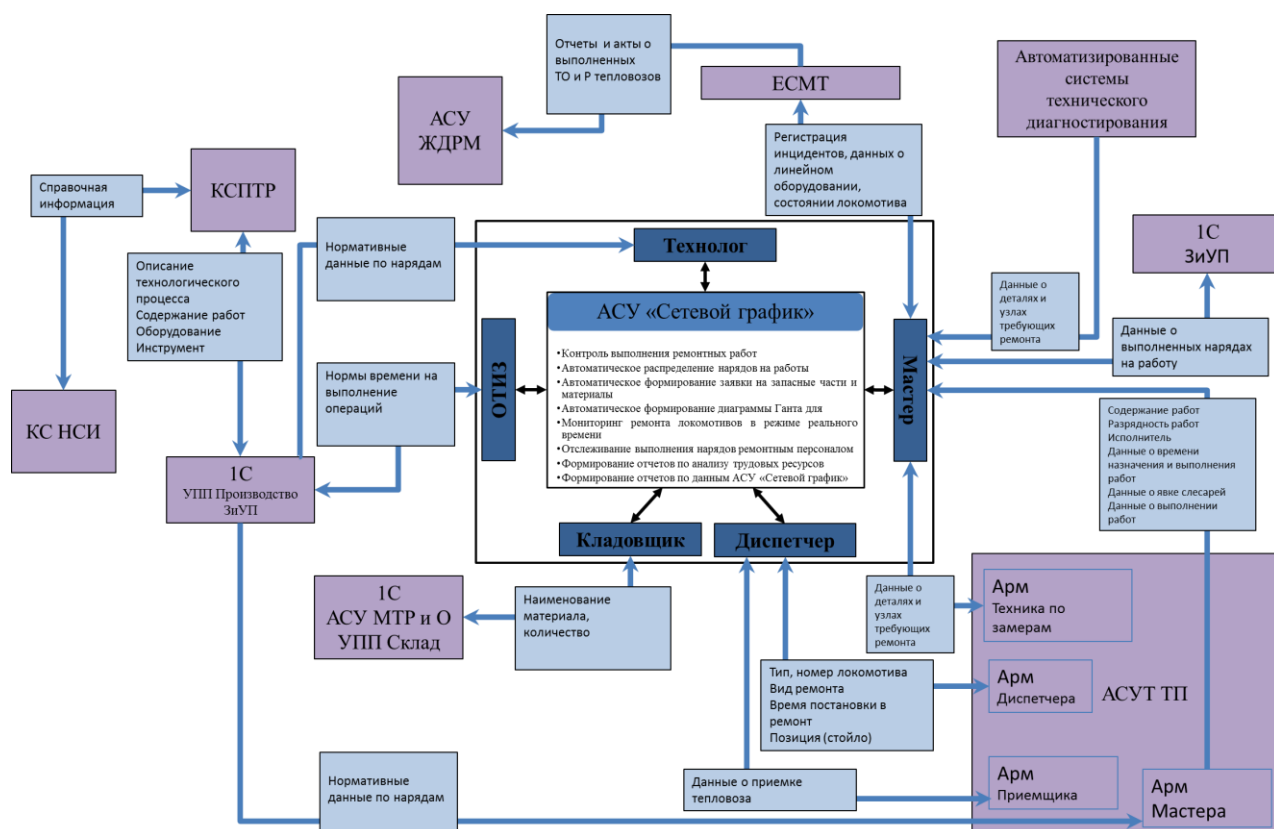


Рис. 1. Схема взаимодействия АСУ «Сетевой график» с действующим комплексом программного обеспечения

Как видно из рис. 1, все данные, используемые АСУ «Сетевой график» берутся из уже существующего ПО. При этом подразумевается возможность двусторонней синхронизации всех введенных данных, с целью сокращения времени на ввод и исключения ошибок, возникающих при дублировании информации.

Взаимодействие систем с АСУ «Сетевой график» представлено в виде диаграмм состояний (statechartdiagrams) и диаграмм сценариев (или диаграмм последовательности, sequencediagrams).

Диаграммы состояний (statechartdiagrams) показывают возможные состояния отдельных компонентов или системы в целом, переходы между ними в ответ на какие-либо события и выполняемые при этом действия. Состояния показываются в виде прямоугольников, переходы – в виде стрелок.

Одним из основных принципов работы АСУ «Сетевой график» является разработка шаблонов диаграммы Ганта. Диаграммы состояний приведена на рис. 2. Как видно из рисунка, после выбора депо из стартового окна инженер-технолог создает новый шаблон диаграммы. После чего отправляет запрос в программное обеспечение для разработки технологических процессов для проверки наличия данных о разрабатываемом технологическом процессе. В случае отсутствия инженер-технолог начинает разрабатывать технологический процесс в КС ПТР с использованием КС НСИ. В случае наличия, технологический процесс загружается в шаблон АСУ «Сетевой график». После чего инженер-технолог определяет последовательность и параллельность выполнения операций технологического процесса. Данные о трудоемкости выполняемых операций загружаются из 1С УПП Производство. Данная последовательность приведена на диаграмме сценария добавления нового шаблона (рис. 3).

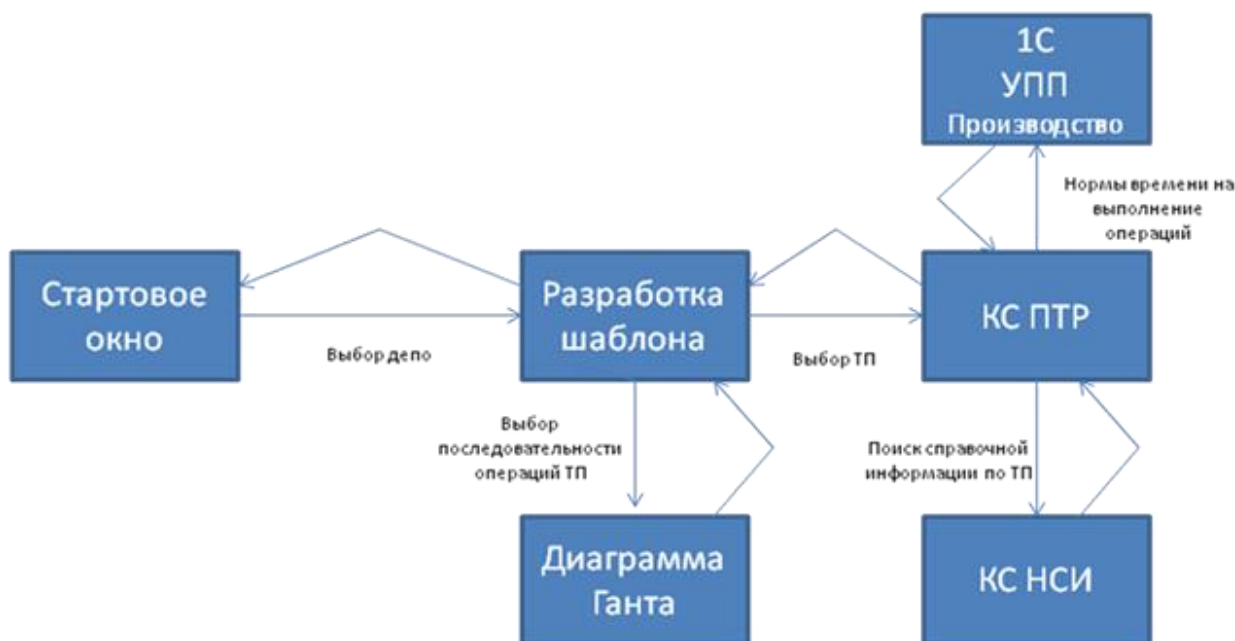


Рис. 2. Диаграмма состояний «Подготовка АСУ «Сетевой график» к выполнению функциональных возможностей» (Инженер-технолог)

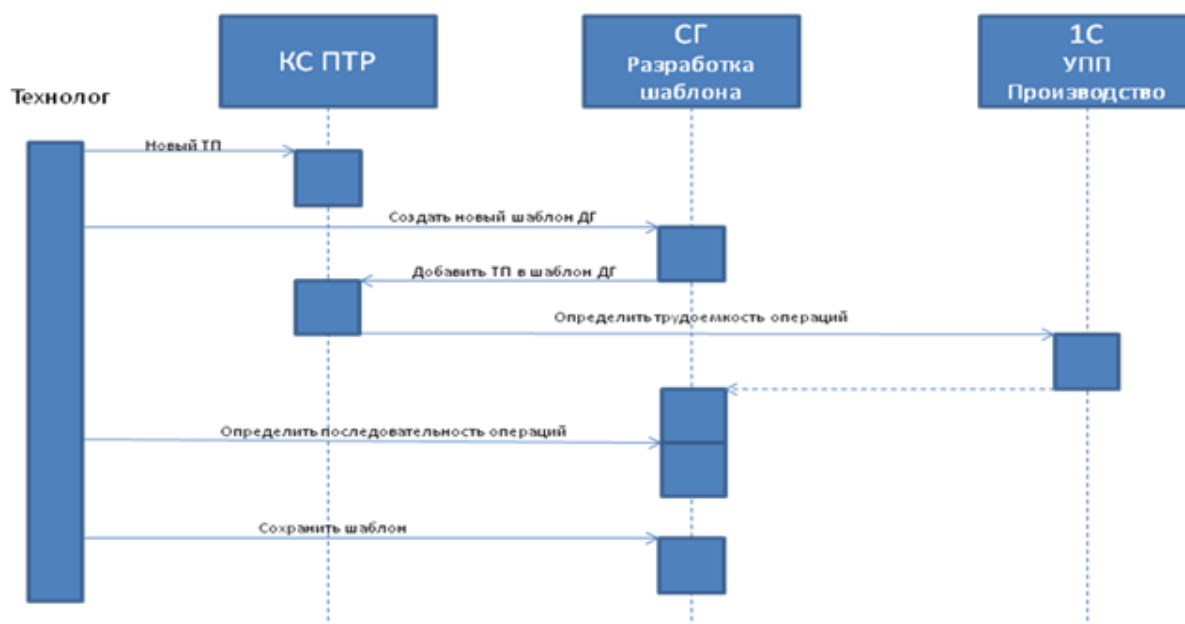


Рис. 3. Диаграмма сценария добавления нового шаблона диаграммы Ганта

Диаграмма состояний постановка тепловоза в ремонт приведена на рис. 4. Из нее следует, что АСУ СГ в этом процессе взаимодействует со следующими системами: АСУ Т (АРМ Диспетчера, АРМ Мастера), 1С.

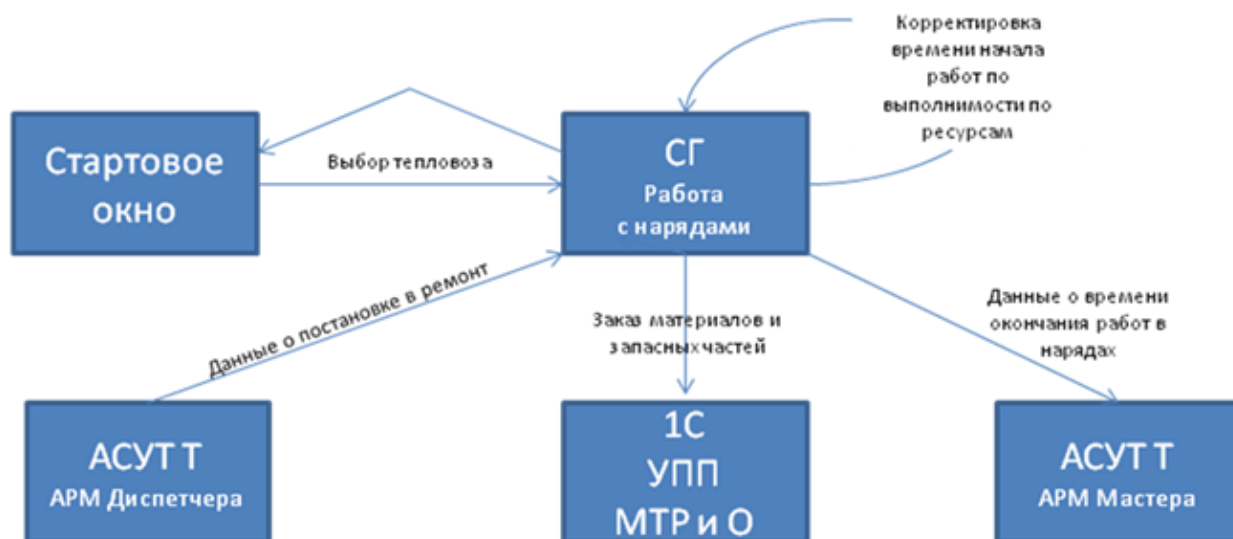


Рис. 4. Диаграмма состояний «Постановка тепловоза в ремонт» (Мастер цеха)

При постановке тепловоза в ремонт мастер цеха начинает работу с регистрации списочного состава в АРМ Мастера. После этого мастер выполняет запрос из АСУ «Сетевой график», о поставленных в ремонт диспетчером, локомотивах в АРМ Диспетчера. После обработки запроса АСУ «Сетевой график» назначает слесарей на работы по поставленным в ремонт локомотивам и выдает проблемные места по ресурсам (оборудование,

количество людей). Мастер цеха корректирует начало выполнения работ по предлагаемой АСУ «Сетевой график» схеме на основе параметров оптимизации, после чего запускает процедуру назначения нарядов и заказа материалов и запасных частей.

Под оптимизацией сетевого трафика понимается сокращение продолжительности критического пути за счет проведения ряда мероприятий: варьирования временными показателями событий и работ, использования агрегатно-узлового метода ремонта, перераспределения ресурсов между критическими и некритическими работами.

Приведение параметров сетевой модели в соответствие с заданными ограничениями начинается с анализа результатов расчета ее первоначального варианта. Если первоначальный вариант не обеспечивает соблюдения установленных сроков ремонта локомотивов, то с целью сокращения продолжительности цикла или изменяют исходные параметры модели путем сокращения продолжительности отдельных работ, или пересматривают топологию сетевой модели.

Пересмотр топологии сетевой модели с целью сокращения продолжительности критического пути состоит в изменении состава или последовательности выполнения отдельных работ, а также взаимосвязи между ними. Основным средством сокращения ремонтного цикла в этом случае является детализация работ в сетевой модели, использование агрегатно-узлового метода ремонта, изменение технологии выполнения работ.

Проведя тем или иным способом сокращение продолжительности работ по критическому пути, снова производят пересчет сетевой модели, чтобы выявить достаточность принятых мер, а также узнать, не появились ли новые критические пути. Если новый вариант сетевого графика не обеспечивал соблюдение сроков ремонта, то вся процедура повторяется снова до тех пор, пока не будет получен удовлетворительный результат, т. е. приведение сетевой модели в соответствие с установленным сроком ремонта локомотивов осуществляется путем последовательного улучшения первоначального варианта плана с проведением не обходимого количества повторных расчетов.

В случае организации ремонта в депо, когда из-за сложности сетевого графика трудно осуществить описанный выше простой метод, целесообразно применять графический метод, с помощью которого можно производить

расчеты с помощью программного комплекса. Этот метод имеет целью распределить работы по времени, чтобы расход ресурсов на эти работы был возможно более равномерным по дням планируемого периода. В качестве критерия оптимальности используется сумма квадратов потребностей в ресурсах по дням периода, например количество работников:

$$K = \sum_i P_i^2, \quad (3)$$

где P_i – количество работников по каждой операции в рассматриваемом периоде.

Эта сумма имеет свойство уменьшаться с увеличением равномерности использования ресурсов.

Таким образом, использование АСУ «Сетевой график» с возможностью его оптимизации по ресурсам, позволяет рационально распределять все виды имеющихся ресурсов при выполнении ремонта всех объемов, что обеспечит соответствие между установленными сроками выполнения работ и имеющимися ресурсными возможностями. Это в свою очередь позволит повысить коэффициент технической готовности локомотивного парка, что является основным показателем эффективности ремонта в ООО «ЛокоТех-Сервис».

Список литературы

1. Лебедев, Ю. А. Сетевые модели при ремонте локомотивов / Ю. А. Лебедев, Ф. Е. Овчинников, В. С. Ожаровский. – М.: Транспорт, 1981. – 254 с.

УДК 004.9

И. С. Лeksuтов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ ДИАМЕТРАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ БЕСКОНТАКТНОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

В работе показана методика использования современных автоматизированных средств для обеспечения экспериментального моделирования процесса бесконтактного

измерения диаметральных размеров деталей подвижного состава при помощи лазерного триангуляционного дальномера. Решается проблема поиска координат центра осевой проекции цилиндрической детали. При помощи автоматизированной графической подсистемы визуализируется зависимость значений оптимизационного функционала, используемого для поиска координат оси детали. Реализация описываемого подхода позволяет ускорить процесс проектирования специализированных автоматизированных машин для измерения геометрических параметров деталей подвижного состава.

При технической диагностике подвижного состава часто требуется измерить внешние размеры деталей с цилиндрической поверхностью. Это могут быть оси, колеса, кольца подшипников и т.п. детали. Часто диагностика может производиться без разборки узла, в составе которого эксплуатируется деталь, а для измерения доступна только часть поверхности детали, которая может еще и находиться в труднодоступном месте на вагоне. Кроме того, в ходе измерений вагон может находиться в движении в составе поезда. Таким образом, вся поверхность детали может быть недоступна, а на измерения отводиться короткое время. Для производства технической диагностики в таких условиях успешно используются технологии бесконтактных измерений на основе лазерных триангуляционных датчиков. Такие датчики позволяют производить измерения с высокой скоростью и точностью [1].

Использование автоматизированных систем технической диагностики экономически целесообразно, однако процесс их разработки трудоемок и требует большого объема экспериментов по отработке технологии контроля. Процесс исследований и отработки технологий диагностики требует, также как и объект исследования, автоматизации. Для этих целей создается автоматизированная система, состоящая из датчика и аппаратно-программного комплекса для управления, получения и обработки данных.

На рис. 1 показана структурная схема аппаратной части, где компьютер со специально разработанным программным обеспечением соединен с датчиком через преобразователи интерфейса. Схема позволяет подключить несколько датчиков благодаря аппаратному разветвителю шины данных интерфейса RS-485.

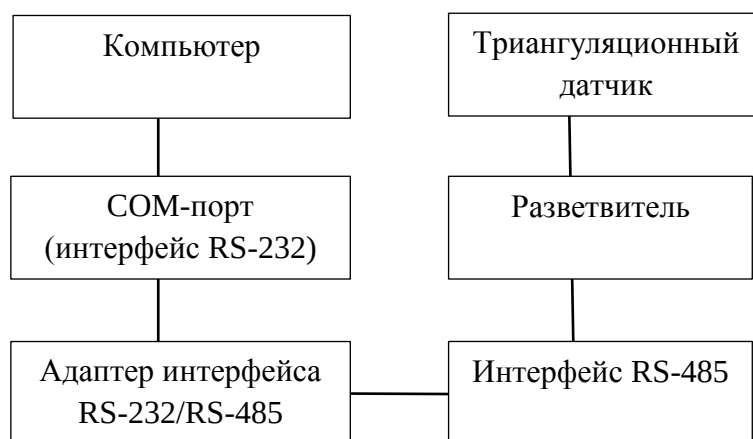


Рис.1. Схема аппаратной части автоматизированной лабораторной установки

На рис. 2. Показана механическая часть лабораторной установки. Данная установка позволяет моделировать работу автоматизированной системы и процесс измерения неподвижной детали при помощи подвижного датчика. Этой установкой моделируется простейший процесс измерения в ходе прямолинейного движения датчика с постоянной скоростью или шагом относительно объекта. Перемещение осуществляется при помощи кинематической пары микрометрического винта и гайки, вращением винта с закрепленным маховиком. Установка обеспечивает точность позиционирования датчика 0,01 мм.

Лабораторная установка состоит из (Рис. 2): 1 – образца с известными параметрами формы и размеров цилиндрической поверхности; 2 – лазерный триангуляционный дальномер; 3 – гайка; 4 – маховик; 5 – винт. Данные о дальности до поверхности детали после измерений передаются в компьютерную программу, способную в автоматическом режиме получать и обрабатывать геометрическую информацию о позициях точек. Специально для проведения моделирования процесса измерения и обработки данных создан программный модуль, реализующий вариационный способ расчета диаметра детали по координатам нескольких точек, лежащих на ее цилиндрической поверхности. Модуль позволяет проанализировать исходные данные, редактировать и корректировать их. В случае, если таких данных много, доступна как ручная корректировка, так и автоматическая.

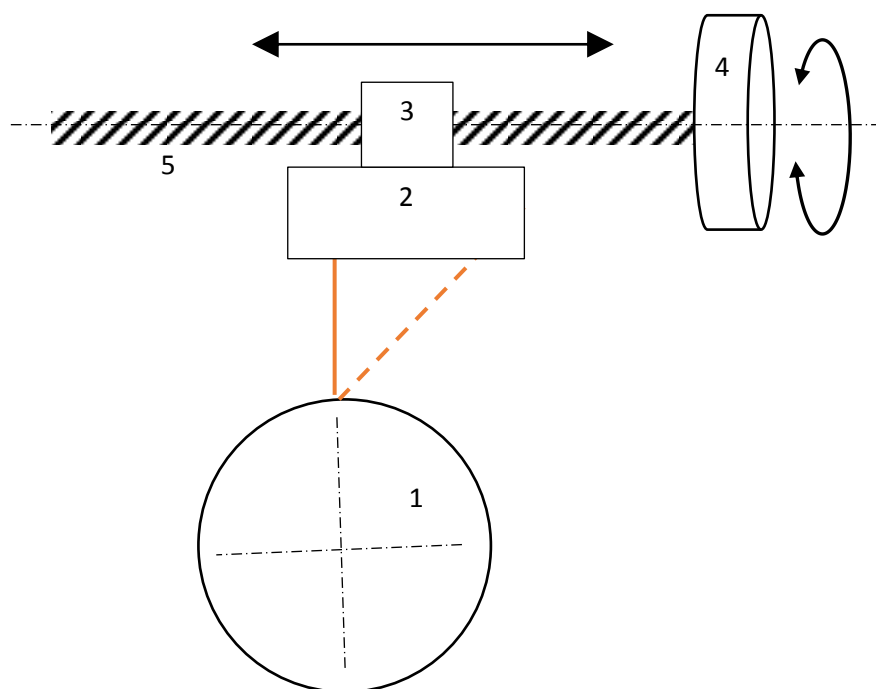


Рис. 2. Схема лабораторной установки измерения диаметрального размера

Для обработки экспериментальной информации и визуализации результатов расчета использовалась графическая подсистема программы [2], при помощи которой можно визуализировать значения функционала в пространстве параметров его оптимизации. На рис. 3. Показано поле значений функционала в окрестности точек исходных данных. Показана найденная точка проекции оси и построена проекция искомой цилиндрической поверхности.

Как видно из рисунка 3, восстановить диаметр и положение оси цилиндрической поверхности возможно по координатам точек, лежащих на относительно небольшом секторе сечения цилиндра. При этом у используемого для вычислений функционала наблюдается высокий дифференциал в окрестности исходных точек. В области центра искомой окружности видна пологая «впадина» в которой находится единственный минимум. В случае более сложных схем измерений процедура визуализации и анализа функционала может быть полезна для выбора оптимального вида функционала, параметров оптимизации и способа оптимизации. В приведённом для примера случае используемый функционал имеет один минимум с внутренней стороны исследуемой поверхности детали, а максимум наблюдается в области исходных точек. Для поиска минимума достаточно использовать метод покоординатного спуска. Однако если начальная точка при оптимизации по данному методу расположена с внешней стороны исходной поверхности, то поиск окажется неудачным.

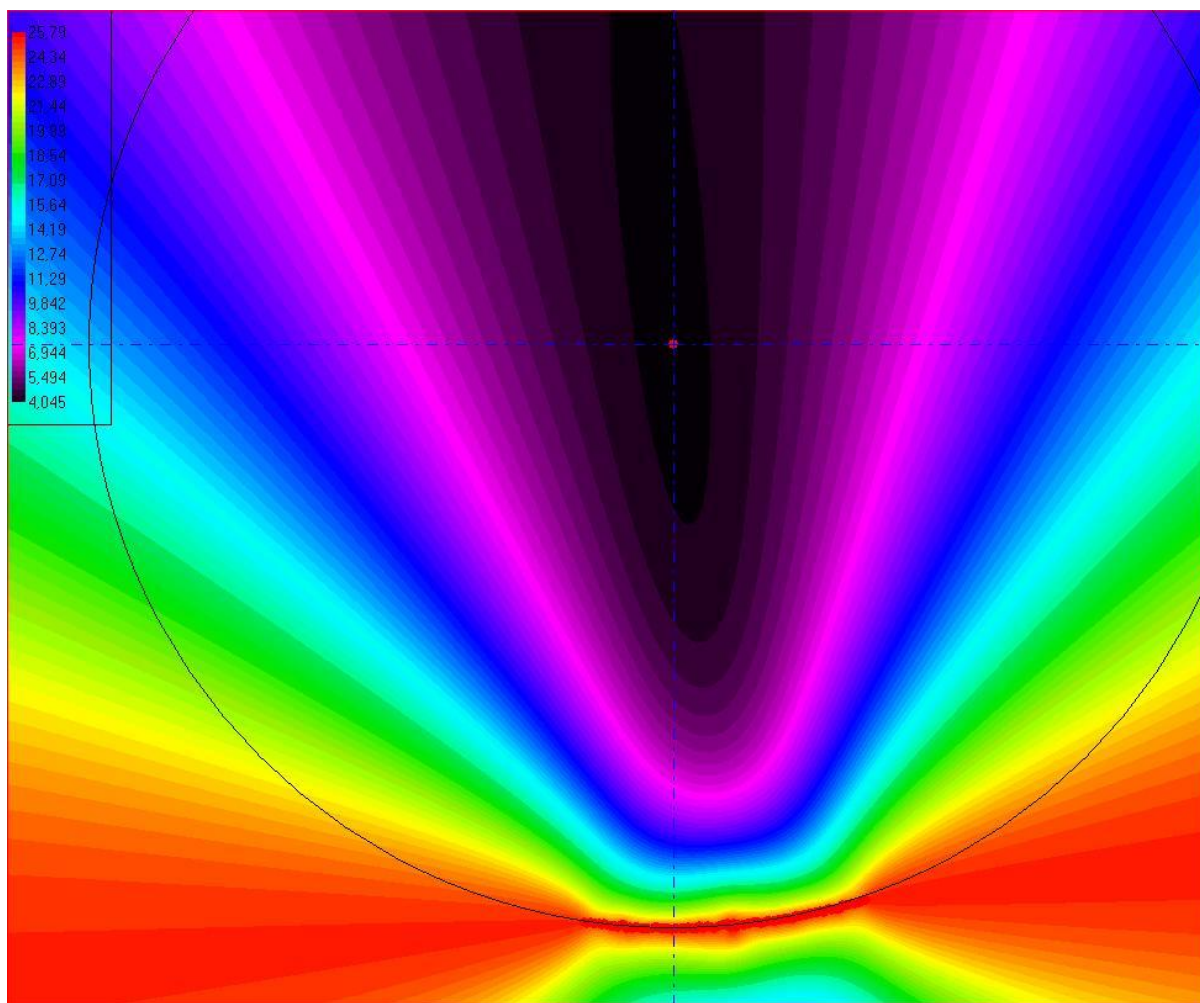


Рис. 3. Графическое представление значений оптимизационного функционала поиска координат центра цилиндрической поверхности детали по точкам, лежащим на поверхности

Показанная на простом примере автоматизированная система и методика получения, обработки, вычисления и визуализации расчетных значений позволит повысить скорость отработки технологий бесконтактного контроля размеров деталей подвижного состава. В итоге, благодаря высокому уровню конструктивных решений, создаваемые специализированные машины и технологии в области бесконтактного измерения деталей подвижного состава будут обладать оптимальными показателями скорости и точности измерений, достоверности результатов и стоимости разработки.

Список литературы

1. Лазерный диагностический комплекс для контроля колесных пар вагонов на ходу поезда / С. В. Плотников, А. Н. Байбаков и др. // Гео-Сибирь,

2005. – Т. 6. – С.64 – 70.

2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Компьютерная программа для вычисления показателей деформированного состояния по искажению делительной сетки на экспериментальных образцах» М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2010. - № 2010615733.

УДК 629.46

В. А. Михеев, П. Б. Сергеев, О. С. Томилова

ИННОВАЦИОННЫЕ ВАГОНЫ В ЗАДАЧЕ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В ГРУЗОВОМ ДВИЖЕНИИ

В статье рассмотрен вопрос внедрения инновационных грузовых вагонов в контексте их влияния на повышение производительности железнодорожного транспорта. Приведены основные критерии инновационности вагонов, обеспечивающие значимый технико-экономический эффект для тягового подвижного состава. Структурированы ключевые факторы, влияющие на формирование целевых функций изменения показателей производительности подвижного состава в грузовом движении.

Задача повышения резервов пропускной способности железных дорог и эффективного их использования была и остается актуальной, причем по многим направлениям резервы фактически исчерпаны. В таких условиях для решения поставленной задачи особо важно использовать технические и технологические подходы, которые дают наибольший мультипликативный эффект. Наиболее предпочтительным, в этом смысле, является путь интенсивного развития с внедрением и активным использованием инновационного подвижного состава, позволяющего повысить показатели производительности в рамках существующих ограничений инфраструктуры [1].

В основе задачи повышения резервов пропускной способности железных дорог лежит увеличение производительности локомотивов в грузовом движении. Факторы влияющие на производительность единичного локомотива

представлены на рис. 1 [2]. Группа статических факторов характеризует использование локомотива по мощности, группа динамических – по скорости.

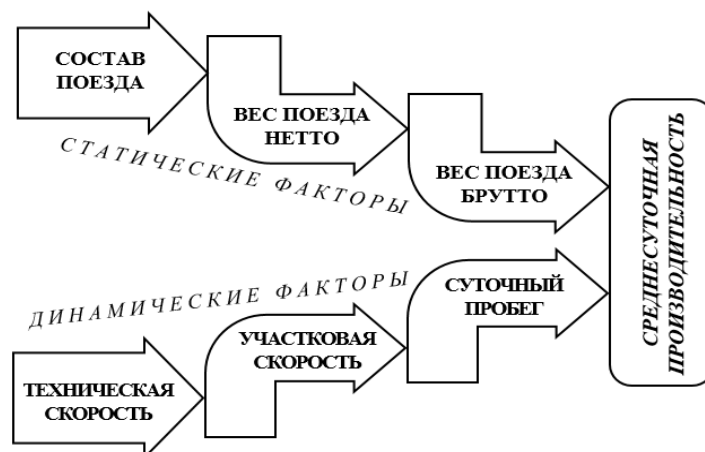


Рис. 1. Факторы, влияющие на производительность локомотива в грузовом движении

Как будет показано ниже, внедрение инновационных вагонов повышает производительность локомотивов в грузовом движении на основе интенсивных факторов и позволяет полностью реализовывать потенциальные возможности тягового подвижного состава независимо от вида тяги.

Корпоративной системой стандартизации ОАО «РЖД» в стандарте «Вагоны грузовые инновационные. Правила оценки экономической эффективности» установлен перечень критериев отнесения грузовых вагонов к инновационным (рис. 2), который должен быть подтвержден в процессе эксплуатации [3].



Рис. 2. Критерии отнесения грузовых вагонов к инновационным

Увеличение состава поездов приводит к соответствующему повышению их весов, как нетто, так и брутто [4]. Однако, с позиции критериев инновационности ключевым в группе статических факторов является вес поезда нетто. Именно его можно рассматривать как фактор повышения эффективности использования локомотивного парка. Это обуславливается снижением коэффициента тары инновационного вагона и ростом коэффициента использования грузоподъемности. В результате обеспечивается рост веса поезда брутто при неизменном составе, с одновременным сокращением тонно-километровой работы на перемещении тары вагона. Следует особо подчеркнуть, что всё это реализуется в рамках установленных инфраструктурой ограничений на осевую и погонную нагрузки. На рис. 3 показана зависимость потенциального роста грузоподъемности инновационного вагона при снижении коэффициента тара [5].

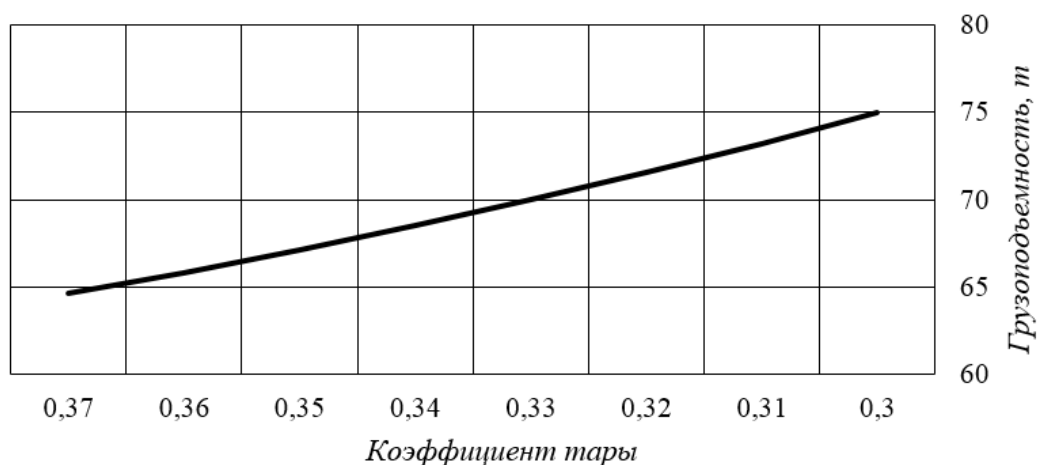


Рис. 3. Рост грузоподъемности инновационного вагона при снижении коэффициента тары

Снижение коэффициента тары инновационных вагонов реализуются двумя дополняющими друг друга способами: применением для кузова материалов высокой удельной прочности (главным образом высокопрочных сталей, алюминиевых сплавов и композиционных материалов) и уменьшением веса некузовных частей (здесь наиболее перспективно внедрение тележек с интегрированными тормозами и переход на твердые колеса с уменьшенной толщиной обода) [1]. Кроме того, объемы кузовов инновационных вагонов в среднем до 20 % превышают существующие параметры вагонов-аналогов, что при неизменной структуре грузооборота также увеличивает их эффективность.

Важно и то, что это достигается при соблюдении ограничений, накладываемых габаритами подвижного состава и приближения строений.

В результате получаем, что при заданной длине состава, например, до 1000 м можно набрать из инновационных вагонов поезд большего веса, чем из вагонов-аналогов [6]. При этом следует отметить, что инновационные вагоны имеют коэффициенты динамики до 1,5 раз меньше чем у вагонов-аналогов. В этом случае возможно одновременно увеличить и провозную способность, а следовательно и производительность локомотивов, и сохранить верхнее строение пути.

Целевое изменение веса поезда с инновационными вагонами определится по формуле:

$$\Delta Q_{\rightarrow max}^{\delta} = \gamma_{\rightarrow 1}^H n_{const}^H q_{\rightarrow max}^H \frac{1}{k_{\rightarrow min}^H} + \gamma_{\rightarrow 1}^H n_{const}^H q_{\rightarrow min}^H \frac{1}{k_{\rightarrow max}^H}; \quad (1)$$

при этом

$$k_{\rightarrow min}^Q = \frac{Q_{\rightarrow min}^T}{Q_{\rightarrow max}^{\delta}}, \quad (2)$$

где $\gamma_{\rightarrow 1}^H$ – доля инновационных вагонов в структуре состава поезда; n_{const}^H – состав поезда, вагоны; $q_{\rightarrow max}^H$ – полезная масса груза в составе, тс; $k_{\rightarrow min}^H$ – коэффициент соотношения использования вместимости инновационного вагона и вагона-аналога,

$$k_{\rightarrow min}^H = \frac{V_{\Pi const}}{V_{\Pi \rightarrow max}^H}; \quad (3)$$

V_{Π} , V_{Π}^H – удельный погрузочный объем вагона-аналога и инновационного вагона соответственно, м³/т; $q_{\rightarrow min}^T$ – масса тары в составе, тс; $k_{\rightarrow max}^T$ – коэффициент соотношения массы тары инновационного вагона и вагона-аналога,

$$k_{\rightarrow max}^T = \frac{T_{const}}{T_{\rightarrow min}^H}; \quad (4)$$

T , T^H – масса тары вагона-аналога и инновационного вагона соответственно, т; $k_{\rightarrow min}^Q$ – коэффициент соотношения веса нетто поезда к весу брутто; $Q_{\rightarrow min}^T$, $Q_{\rightarrow max}^{\delta}$ – вес поезда нетто и брутто соответственно, тс.

Показатели, характеризующие использование локомотивного парка по скорости, являются более сложными для структурированного анализа, но

именно они являются значимым резервом повышения производительности локомотивов [6].

Участковая скорость зависит как от уровня технической скорости (в том числе и ходовой), так и от потерь времени в пределах участка. Потери определяются временем стоянок на промежуточных станциях, а также разгоном, замедлением и задержками поезда на перегонах [2].

Повышение участковой скорости за счет увеличения технической имеет ряд недостатков [2]. Во-первых, в этом случае возрастает основное удельное сопротивление движению и как следствие растут затраты топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов. Во-вторых, неизбежно увеличиваются износы движущихся и трущихся частей подвижного состава, а также и верхнего строения пути.

Рост участковой скорости предпочтительнее обеспечивать сокращением простоев поездов на промежуточных станциях и исключением задержек их на перегонах. Этот подход и реализуется внедрением инновационных вагонов. Здесь положительными факторами выступают: увеличенные межремонтные интервалы и гарантийные пробеги, безотказность между техническими обслуживаниями и ремонтами, сокращение время начально-конечных операций.

Эксплуатируемые инновационные вагоны позволяют реализовать межремонтные интервалы до 500 тыс. км и с перспективой до 750 тыс. – 1 млн. км. Естественно, что это сопровождается и соответствующим повышением безотказности инновационных вагонов между техническими обслуживаниями и ремонтами с вероятностью вплоть до 0,98. Снижающаяся частота отказов вагонов позволяет обоснованно увеличивать гарантийные пробеги без рисков для безопасности движения в процессе эксплуатации. Такого эффекта добиваются применением износостойких материалов, а также оптимизацией конструкции основных лимитирующих по отказам узлов и деталей вагонов [1].

Время начально-конечных операций включается в себя время на выполнение погрузочно-разгрузочных работ и время на восстановление работоспособности вагона после операций выгрузки. Современные конструкции кузовов вагонов позволяют ускорить выполнение операций выгрузки и погрузки, не теряя в качестве, и повысить их эффективность при существующих низкопроизводительных средствах механизации. Сокращается

повреждаемость кузовов, а, следовательно, и дополнительный простой во внеплановом ремонте.

Относительная долевая зависимость увеличения среднесуточного пробега локомотива при росте участковой скорости приведена на рис. 4 [7].

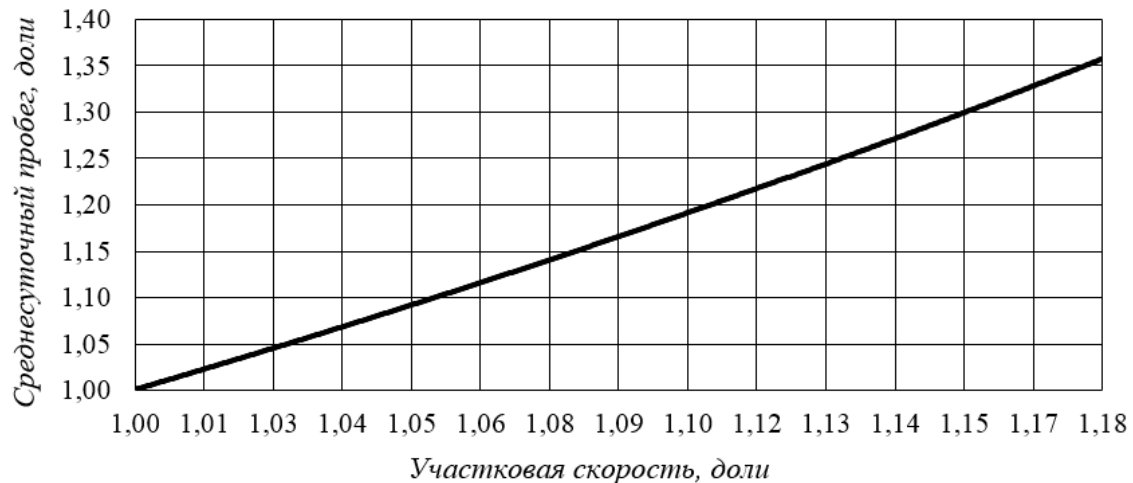


Рис. 4. Относительная долевая зависимость среднесуточного пробега от участковой скорости

Целевое изменение среднесуточного пробега локомотива определится по формуле:

$$\Delta S_{\rightarrow max}^{\pi} = \frac{24}{\frac{1}{V_{\rightarrow max}^y} + \frac{t_{const}^{\pi}}{L}}, \quad (5)$$

где $V_{\rightarrow max}^y$ – участковая скорость, км/ч; t_{const}^{π} – нормативные простои локомотива, ч; L – протяженность участка, км.

С учетом выражений (1) и (5) определяется целевое изменение среднесуточной производительности локомотива:

$$\Delta W_{\rightarrow max}^{\pi} = \frac{W^{\pi}}{Q^{\delta}} \Delta Q_{\rightarrow max}^{\delta} + \frac{W^{\pi}}{S^{\pi}} \Delta S_{\rightarrow max}^{\pi}. \quad (6)$$

Первое слагаемое в выражение (6) показывает эксплуатационный эффект от повышения веса поезда брутто, второе – от повышения среднесуточного пробега локомотива.

Таким образом, задача повышения резервов пропускной способности железных дорог путём увеличения производительности локомотивов в грузовом движении должна рассматриваться с учетом факторов положительного влияния от внедрения инновационных вагонов.

Список литературы

1. Лapidус, Б. М. Отраслевая технологическая платформа «высокопроизводительный грузовой подвижной состав» – путь к использованию резервов провозной способности железных дорог [Текст] / Б. М. Лapidус, А. М. Соколов // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2011. – № 4. – С. 3 – 8.
2. Валеев, Н. А. Критерии эффективности использования локомотивного парка [Текст] / Н. А. Валеев // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». – 2015. – № 2. – С. 37 – 43.
3. Вагоны грузовые инновационные. Правила оценки экономической эффективности [Текст]: стандарт ОАО «РЖД». М., 2015. – 38 с.
4. Соколов, А. М. Научные основы создания и оценки эффективности внедрения инновационных вагонов [Текст] / А. М. Соколов // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». – 2015. – № 2. – С. 1 – 12.
5. Параметры инновационных вагонов и некоторые проблемы их реализации [Текст] / В. Н. Филиппов, А. В. Смольянинов и др. // Транспорт Урала. – 2017. – № 1 (52). – С. 25 – 31.
6. Курбасов, А. С. Социальная значимость железных дорог России: потребности и возможности [Текст] / А. С. Курбасов // Транспорт Российской Федерации. – 2009. – № 3 – 4 (22 – 23). – С. 58 – 60.
7. Лакин, И. К. Анализ основных показателей работы железнодорожного транспорта [Текст] / И. К. Лакин // Наука и Транспорт. – 2007. – № 1 (1). – С. 60 – 63.

УДК 629.423

В. А. Нехаев, В. А. Николаев, М. Х. Минжасаров

АНАЛИЗ ЭКИПАЖНОЙ ЧАСТИ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ VELARO RUS И DESIRO RUS

В статье проведен анализ экипажной части электропоездов Velaro RUS и Desiro RUS, произведен обзор технических решений, примененных в рессорном подвешивании, рассмотрены различные модели элементов рессорного подвешивания, необходимые для

построения математической модели вертикальных колебаний вагона электропоездов данного типа.

В ходе реализации стратегии развития холдинга «РЖД» до 2030 г., в 2015 г. была актуализирована и утверждена «Программа организации скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения в Российской Федерации». Главная цель программы – это ускорение темпов экономического роста за счет создания сети скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения, обеспечивающего оптимальное для пассажиров соотношение скорости и безопасности, комфорта и стоимости проезда [1].

Программа предполагает создание самого современного высокоскоростного подвижного состава – по безопасности, комфорту и качеству услуг пассажирам на борту поезда. В ходе его разработки используется международный и отечественный опыт с локализацией технологий (не менее 80%) на территории России. Для обеспечения высокоскоростного пассажирского движения холдинг «РЖД» совместно с фирмой Siemens разработало современный высокоскоростной и высококомфортабельный электропоезд типа Velaro RUS («Сапсан»). Дальнейшее плодотворное сотрудничество с фирмой Siemens позволило создать скоростной электропоезд, созданный на основе платформы Siemens Desiro, для Российских железных дорог – «Ласточка». Высокоскоростное движение планируется осуществлять не только в центральных районах России, но и на участках Челябинск – Екатеринбург, а также Омск – Новосибирск и др.

Механическая часть таких электропоездов имеет отличия от типовых схем электровозов. Тележки электропоезда Desiro RUS выполнены на базе семейства SF 500, которое послужило основой при разработке тележек для поезда Velaro RUS. Двухосные тележки электропоездов семейства SF 500, спроектированные для колеи шириной 1520 мм, имеют двухступенчатое рессорное подвешивание [2 – 5].

Первая ступень рессорного подвешивания моторной и немоторной тележек (рис. 1) включает одноповодковые буксы, цилиндрические винтовые пружины, гидrogасители вертикальных колебаний и имеет упругие ограничители вертикального перемещения. Винтовые пружины воспринимают

возмущение со стороны пути. Расположение винтовых пружин непосредственно над осевым подшипником допускает малую вертикальную продольную жесткость при малой конструктивной высоте рамы тележки. Разделение горизонтальной направляющей системы подвески колесной пары и вертикального рессорного подвешивания дает возможность оптимизации данных пружинных элементов относительно сил, воздействующих на колесные пары, обеспечивает комфортабельность хода и снижение износа колес. Гидродемпфер буксовой ступени одновременно выполняет роль первичного ограничителя вертикального перемещения. Рессорное подвешивание первой ступени имеет дополнительный резиновый амортизатор, который снижает передаваемый корпусный шум.

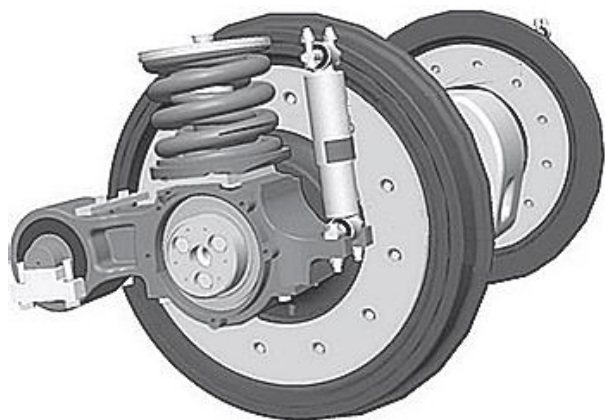


Рис. 1. Первичная ступень подвешивания электропоезда Velaro RUS

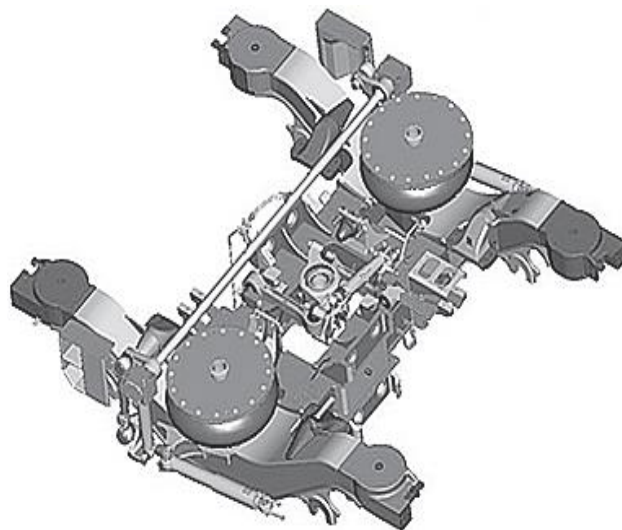


Рис. 2. Вторичная ступень подвешивания электропоезда Velaro RUS

Вторая ступень (рис. 2) выполнена на пневморессорах с автоматическим регулированием давления, благодаря чему при меняющейся населенности вагона поддерживается высота расположения пола и автоматически регулируется тормозная эффективность поезда и обеспечивается амортизация вторичной ступени в вертикальном направлении. Исполнение пневморессор в виде полусильфона, несмотря на малую поверхность, обеспечивает очень хорошую комфортабельность хода. На случай неисправности пневморессоры предусмотрены встроенные в них дополнительные резиновые аварийные рессоры. Большой дополнительный объем воздуха закачан непосредственно в

пневморессору, размещенную в поперечной балке и над ней. Устройство управления пневморессорами выполнено в виде двухпозиционного регулятора.

Анализ конструкции и технических решений, примененных в экипажной части электропоездов Velaro RUS И Desiro RUS показал, что система «вагон

электропоезда – путь» как механическая система является нелинейной, так как нелинейные упругие элементы, а именно пневморессоры центральной ступени подвешивания вносят особенности в процесс и исследование ее колебаний.

Для определения динамических показателей электропоездов Velaro RUS и Desiro RUS необходимо составить расчетную схему, на основе которой возможно сформировать математическую модель вертикальных колебаний данного экипажа. При составлении расчетной схемы возникает проблема выбора модели конкретных упруго-диссипативных элементов рессорного подвешивания, так как от модели элементов зависит сложность математической модели механической системы «экипаж – путь». В буксовой ступени рессорного подвешивания вагона использована пара «демпфер – упругий элемент», моделирование которой не представляет особой сложности, чего нельзя сказать про центральную ступень подвешивания, где применена пневморессора, сочетающая в себе функции как упругого, так и демпфирующего элементов.

Различными коллективами накоплен огромный опыт моделирования пневморессор. Теоретическое и экспериментальное исследование позволило создать множество моделей пневморессор, которые уточняют и дополняют друг друга. Существующие модели имеют различие в учете тех или иных свойств и типов пневморессор [6].

При определении жесткости пневморессоры баллонного и диафрагменного типа, возникает сложность определения аналитической зависимости для эффективной площади пневмоэлемента. Следующей попыткой уточнить модель пневморессор стало дополнение уравнений колебаний груза уравнениями теплового баланса. Натурные эксперименты с пневмоподвешиванием на подвижном составе подтвердили влияние конструктивных параметров оболочки (марка резины, слойность кордного каркаса, угол закроя и материал нитей и т.д.) на упругие свойства пневматической рессоры, что стало предпосылкой для создания еще более

сложных моделей пневморессор. Стремление учесть большое количество факторов, влияющих на процесс функционирования пневморессор, приводит к усложнению модели, что не всегда является оправданным.

Широкое распространение нашло моделирование пневморессор, заключающееся в применении схем замещения в виде комбинации упругих и диссипативных элементов [6 – 9]. Схемы замещения, позволяющие получить аппроксимацию динамических характеристик натурного образца и модели приведены на рис. 3.

Модель с переменной структурой, учитывающая влияние амплитуды и частоты возмущения (рис. 3, а), является комбинацией упруго диссипативных элементов, применение которой ограничено из-за сложности определения параметров. Использование данной схемы в расчетах динамических показателей железнодорожных экипажей приводит к повышению трудоемкости поставленной задачи и получении сложной математической модели механической системы в целом.

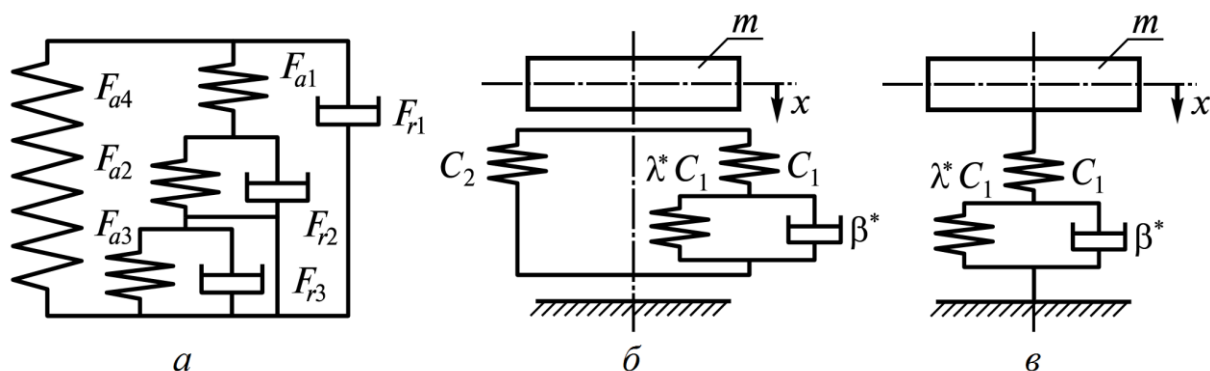


Рис. 3. Схемы замещения пневморессор:

а – модель, учитывающая влияние амплитуды и частоты возмущения; б – модель для оценки демпфирующих свойств; в – модель с одним дополнительным резервуаром

Модель для оценки демпфирующих свойств пневматического подвешивания (рис. 3, б) предложена в работе [7]. Жесткость пневморессоры в этом случае равна:

$$C = \frac{\lambda^*}{1 - \lambda^*} C_1 + C_2, \quad (1)$$

где C_1 – жесткость пневмоэлемента без дополнительного резервуара, связанная с изменением его объема; C_2 – жесткость, обусловленная изменением

эффективной площади элемента при его деформациях; $\lambda^* = \frac{V_2}{V_1}$ – отношение объемов пневматического упругого элемента и дополнительного резервуара.

В этой модели коэффициент неупругого сопротивления β^* учитывает демпфирующие свойства дросселя, причем рассмотрены ламинарные и турбулентные режимы течения воздуха через дроссель. Вопрос о точной количественной оценке дросселирования остается спорным. Кроме того, принято считать $C_1 = \text{const}$, а $C_2 \approx 0$.

Модель с одним дополнительным резервуаром (рис. 3, в) используется в работах [7 – 9] сотрудников кафедры «Электропоезда и локомотивы» МГУПС при разработке рессорного подвешивания тележки и вагона электропоезда метрополитена. Рассмотрим параметры данной модели подробнее.

При использовании в центральной ступени рессорного подвешивания пневморессоры дифференциальные уравнения колебаний такой системы были составлены по рекомендациям Гольдштейна И.А. [10]. В случае груза массы m на пневморессоре, математическая модель вертикальных колебаний представляет собой систему из двух нелинейных дифференциальных уравнений [7,8]:

$$\begin{cases} m\ddot{z} + \beta_n \dot{z} + \beta_n \dot{y} + \beta_n \dot{z} \dot{y} + \beta_n \dot{z}^2 + \beta_n \dot{y}^2 + \beta_n \dot{z} \dot{y}^2 + \beta_n \dot{z}^2 \dot{y} + \beta_n \dot{z} \dot{y}^2 \dot{z} + \beta_n \dot{z}^2 \dot{y}^2 = 0; \\ \beta_n \dot{z} = \beta_n \dot{y} \sqrt{(z - y) + \mu_1 (z - y)^3 - \lambda(y + \lambda \mu_1 y^3)} \cdot \text{sign}[(z - y) + \mu_1 (z - y)^3 - \lambda(y + \lambda \mu_1 y^3)] \end{cases} \quad (2)$$

В этих уравнениях обозначено: z – перемещение центра массы m ; β_{21} – жесткость пневморессоры при отключенном дополнительном резервуаре;

$\beta_{21} = \frac{nPS_3^2}{V_1}$; β_n – коэффициент затухания, определяемый протеканием воздуха

через дроссель; $\beta_n = \frac{nPS_3^{2,5}}{\mu_1 d_{др}} \sqrt{\frac{n}{2RTV_1}}$; S_3 – эффективная площадь

пневморессоры; $S_3 = \frac{\pi D_3^2}{4}$; D_3 – эффективный диаметр пневморессоры; λ –

отношение объёмов воздуха в основном (V_1) и дополнительном (V_2)

резервуарах; $\lambda = \frac{V_1}{V_2}$; P – давление воздуха в пневморессоре и дополнительном

резервуаре в положении статического равновесия; n – показатель адиабаты; R – газовая постоянная; T – абсолютная температура воздуха в пневморессоре, равная температуре окружающей среды; y – величина деформации оболочки пневморессоры; $y = \frac{q}{\rho S_3}$; ρ – плотность воздуха; q – масса воздуха, протекающего через дроссель при заданной величине деформации оболочки пневморессоры; $l_{др}$ и $d_{др}$ – длина и диаметр дросселя в виде жиклера с круглым отверстием; μ_1 – коэффициент расхода воздуха протекающего через дроссель; $\mu_1 = (n+1)(n+2) \left(\frac{S_3}{V_1} \right)^2$; $sign$ – математическая операция выделения знака.

Тележка, в расчете которой применяется данная модель пневморессоры, разработана для эксплуатации на высокоскоростных дорогах, со скоростями движения до 432 км/ч. Следовательно, модель пневморессоры с одним дополнительным резервуаром применима для математического моделирования вертикальных колебаний вагона электропоездов Velaro RUS и Desiro RUS, которые имеют конструкционную скорость до 350 км/ч.

Список литературы

1. Перспективы развития высокоскоростного движения в России [Текст] // Инновационный дайджест [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: [http:// www.rzd-expo.ru](http://www.rzd-expo.ru) – Загл. с экрана.
2. Анисимов, П.С. Высокоскоростные железнодорожные магистрали и пассажирские поезда [Текст]: монография / П. С. Анисимов, А. А. Иванов. – М.: ФГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011. – 542 с.
3. Высокоскоростной поезд Velaro для России [Текст] / А. Липп [и др.] // Железные дороги мира. – 2009. – № 1. – С. 36 – 50.
4. Циглев, В. Desiro RUS – перспективный пригородный электропоезд [Текст] / В. Циглер, Р. Манглер // Железные дороги мира. – 2012. – № 4. – С. 44 – 51.
5. Устройство и эксплуатация высокоскоростного наземного транспорта [Текст]: учебное пособие / Д. В. Пегов [и др.]. – М.: ФГБОУ «Учебно-

методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. – 267 с.

6. Галиев, И. И. Методы и средства виброзащиты железнодорожных экипажей [Текст] / И. И. Галиев, В. А. Нехаев, В. А. Николаев. – М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2010. – 340 с.

7. Седобинцев, Е. В. Вертикальные колебания метровагона с пневмоподвешиванием [Текст] / Е. В. Седобинцев, Ёе Вин Хан // Мир транспорта. – 2013. – №2. – С.78 – 84.

8. Ёе Вин Хан. Обоснование параметров пневморессоры рессорного подвешивания для вагона метрополитена города Янгон Республики Мьянма [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07 / Ёе Вин Хан. – М., 2014. – 22 с.

9. Акишин, А. А. Горизонтальные колебания и движение в кривых моторного вагона электропоезда на четырех одноосных тележках с пневмоподвешиванием [Текст] : дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07 / Акишин Александр Александрович – М., 2015. – 355 с.

10. Гольдштейн, И. А. Колебания экипажа высокоскоростного наземного транспорта с электродинамическим подвесом и пневморессорами [Текст] : дис. ... канд. техн. наук: 05.09.01 / Гольдштейн Илья Абрамович – М., 1982. – 252 с.

УДК 656.2

И. И. Галиев, Д. Ю. Лукс

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

Выполнен анализ отцепок грузовых вагонов во внеплановых ремонт, проведены исследования жизненного цикла эксплуатации грузовых вагонов, а также в зависимости от их межремонтного пробега. Проведен анализ факторов влияющих на износ колесной пары, в том числе на причины ее браковки за рубежом. Произведен сравнительный анализ эксплуатации различных грузовых моделей грузовых вагонов. Показан эффект от увеличения гарантийных участков безопасного проследования грузовых вагонов, достигнутые эффекты. Показана целевая модель вагонного комплекса к 2025 году.

В настоящее время техническое обслуживание и допуск вагонов на сеть осуществляют работники ПТО, относящиеся к управлению вагонного хозяйства Центральной дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД». На текущий момент ОАО «РЖД» участвует в перевозочном процессе и как перевозчик, и как владелец инфраструктуры. Соответственно, зачастую осмотр вагонов и их техническое обслуживание при допуске осуществляется одновременно. Это позволяет сократить затраты внутри холдинга на обеспечение безопасности движения на сети, однако влечет ряд рисков по перераспределению ответственности в случае допуска на сеть неисправного вагона.

Ответственность участников перевозочного процесса за допущение неисправности различается в зависимости от ее вида. Согласно Классификатору «Основные неисправности грузовых вагонов» К ЖА 2005 04, выделяют три основных вида неисправностей в зависимости от причины их возникновения (табл. 1).

Таблица 1

**Классификация неисправностей грузовых вагонов
в зависимости от причины возникновения**

Вид неисправности	Определение
Технологическая	Неисправность, связанная с качеством изготовления и выполнения плановых и неплановых ремонтов грузовым вагонам в депо, на ВРЗ и ВСЗ, а также качеством подготовки вагона к перевозкам на ПТО
Эксплуатационная	Неисправность, вызванная естественным износом деталей и узлов вагона в процессе его эксплуатации или произошедшая по причинам, не связанным с низким качеством изготовления или планового ремонта вагона
Повреждения	Неисправность, вызванная нарушением установленных правил и условий эксплуатации вагона при маневровых и погрузочно-выгрузочных операциях на путях промышленных предприятий и путях общего пользования

Статистический анализ по количеству текущего отцепочного ремонта на сети показывает, что среднегодовой темп роста отцепок в 2013 – 2016 годах

составил 2,6%, а количества отцепок на 1 вагон в обращении – 6,8% за тот же период (рис. 1). Одновременно с этим происходило обновление вагонного парка: с 2013 по 2016 годы произошло сокращение среднего возраста парка грузовых вагонов приписки России с 15,2 лет до 13 лет (среднегодовой темп снижения составил - 5,1%). К 2012 году завершилось основное изменение структуры собственности парка вагонов, в результате которого более 80% оборота грузов осуществлялось в вагонах, принадлежащих независимым от холдинга «РЖД» компаниям.



Рис. 1. Количество отцепок вагонов на территории России в ТОР и парк грузовых вагонов приписки РФ, тыс. ед., 2004 – 2016 гг.

Повреждения, требующие подготовки в объеме ТОР-1, оказывают меньшее влияние на безопасность перевозочного процесса и не влекут существенных рисков и затрат для ОАО «РЖД» и владельцев вагонов. Это связано с тем, что подготовка является естественной частью перевозочного процесса. Согласно Положению о системе технического обслуживания и ремонте грузовых вагонов, допущенных в обращение на железнодорожные пути общего пользования в международном сообщении, ТОР-1 – ремонт порожнего вагона, выполняемый при его подготовке к перевозке с отцепкой от состава или группы вагонов, подачей на специализированные пути и переводом в нерабочий парк. Так как 93% отцепок в ТОР-1 осуществляется перед подачей вагона под погрузку и только для порожних вагонов, ремонт не может привести к невыполнению сроков доставки груза или срыву графика движения поездов (рис. 2). Помимо этого, с ростом сокращения среднего возраста грузовых вагонов и увеличения

доли инновационных вагонов в парке количество отцепок вагонов в ТР-1 сокращается: с 2014 по 2016 годы количество отцепок сокращалось со среднегодовым темпом 5,7%.

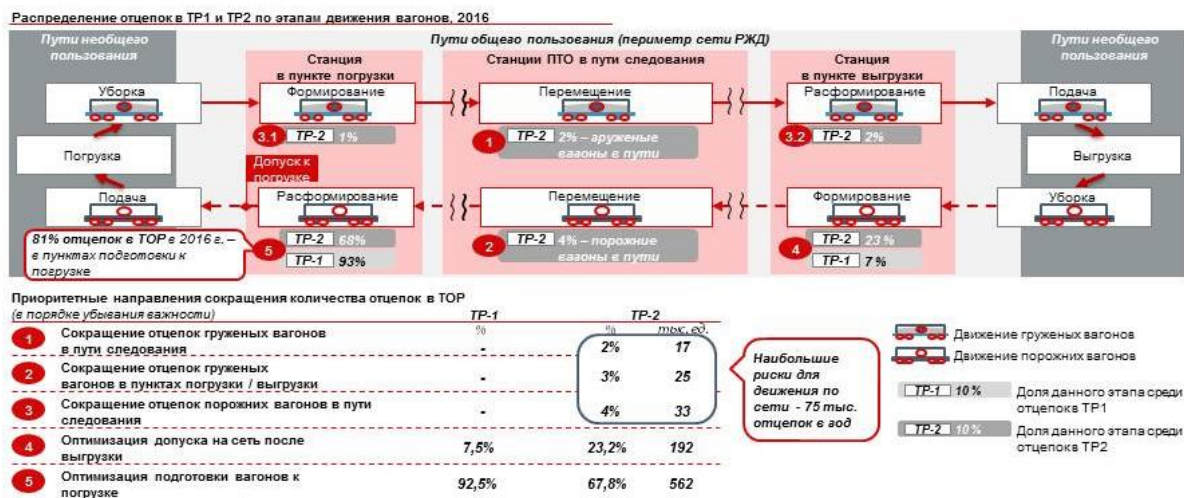


Рис. 2. Перевозочный процесс в жизненном цикле грузового вагона

В свою очередь, текущий отцепочный ремонт в объеме ТР-2 оказывает значительное влияние на показатели работы сети. Несмотря на то, что большая часть ремонтов осуществляется перед погрузкой или после нее (91%, рис. 2), отцепки во время движения оказывают серьезное влияние на график движения и срок доставки груза. При этом ремонт ТР-2 требует больших в сравнении с ТР-1 материальных, трудовых и временных ресурсов для его осуществления. Соответственно, сокращение отцепок в текущий отцепочный ремонт в объеме ТР-2 является приоритетным направлением по их снижению.

Анализ структуры отцепок вагонов в ТР-2 показывает, что рост происходит в основном за счет неисправностей колесной пары. В период с 2013 по 2016 годы среднегодовой темп роста отцепок в ТР-2 по причинам неисправностей колесной пары составил 15,9% (рис. 3). Для сравнения, среднегодовой темп роста совокупного количества отцепок в ТР-2 за тот же период составил 8%, по неисправностям тележки — 7%. При этом количество неисправностей колесной пары увеличивается с ускоренным темпом в сравнении с грузооборотом: 15,9% против 2,2% в год в период с 2013 по 2016 года соответственно. Значительный относительный рост неисправностей колесной пары привел к тому, что к 2016 году доля отцепок в ТР-2 по неисправностям колесной пары достигла 60%.

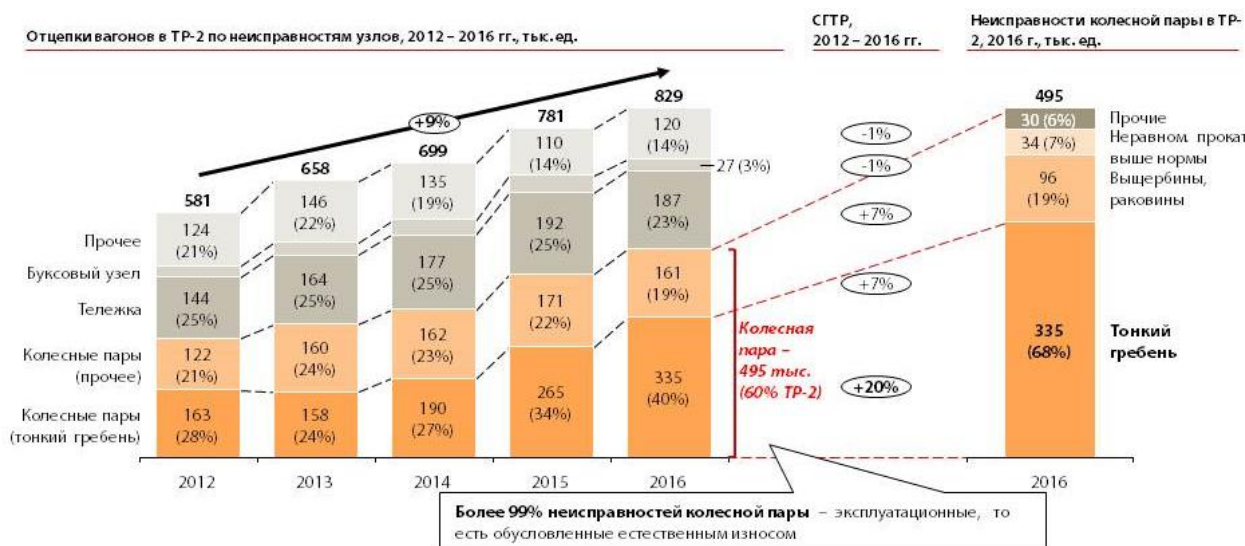


Рис. 3. Отцепки вагонов в ТР-2 по неисправностям узлов, 2012 – 2016 гг., тыс. ед.

Среди основных видов неисправностей колесной пары наибольшую долю занимает тонкий гребень – 68% в 2016 году. Согласно Классификатору «Основные неисправности грузовых вагонов» К ЖА 2005 04, тонкий гребень является эксплуатационной неисправностью (вызвана естественным износом деталей и узлов вагона). Более 99% неисправностей колесной пары классифицируются в качестве эксплуатационных.

Помимо этого, анализ отказов технических средств, которые в разы критичнее в перевозке грузов отцепок вагонов в ТР-2, показывает значительную долю, приходящуюся на эксплуатационную работу воздухораспределителя и буксового узла, неисправности которых при техническом обслуживании выявить представляется затруднительным.

Одним из факторов вне жизненного цикла вагона, который оказывает влияние на количество отцепок вагонов в ТР-2, является несоответствие ремонтных интервалов и среднего пробега вагонов до отцепки. Это может быть обусловлено тем, что в среднем износ гребня колесной пары происходит быстрее срока проведения депоовского ремонта по комбинированному критерию.

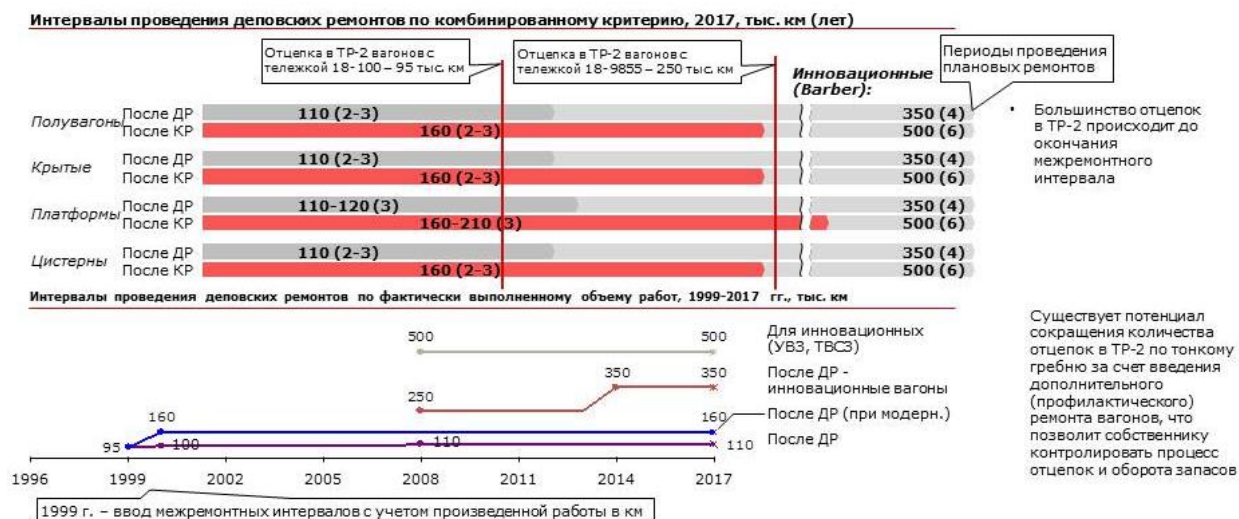


Рис. 4. Средний пробег вагона до отцепки в ТР-2 и интервалы проведения плановых ремонтов (ДР, КР) после депоовского ремонта, 2017 год, тысяч км

Согласно экспертному мнению, скорость износа гребня колеса на тележке модели 18-100 составляет 0,53 мм на 10 000 км пробега (усреднённое значение вне зависимости от грузености вагона и кривизны участка пути). С учетом минимально допустимой толщины гребня колеса после прохождения планового ремонта, составляющей 30 мм, средний максимальный пробег колеса между двумя депоовскими ремонтами составляет около 95 тысяч км. При этом критерий проведения депоовского ремонта по пробегу составляет 110 тысяч км (110-120 тысяч км для платформ) после проведения предыдущего депоовского ремонта, что меньше среднего максимального пробега колеса на 17% до образования тонкого гребня (рис. 4). Такое несоответствие предусматривает обязательную отцепку вагона ТОР между проведением плановых ремонтов. Несмотря на то, что вагоны на тележках «Barber» имеют увеличенный ресурс колесной пары, такие вагоны в среднем также попадают в ТР-2 до достижения планового ремонта.

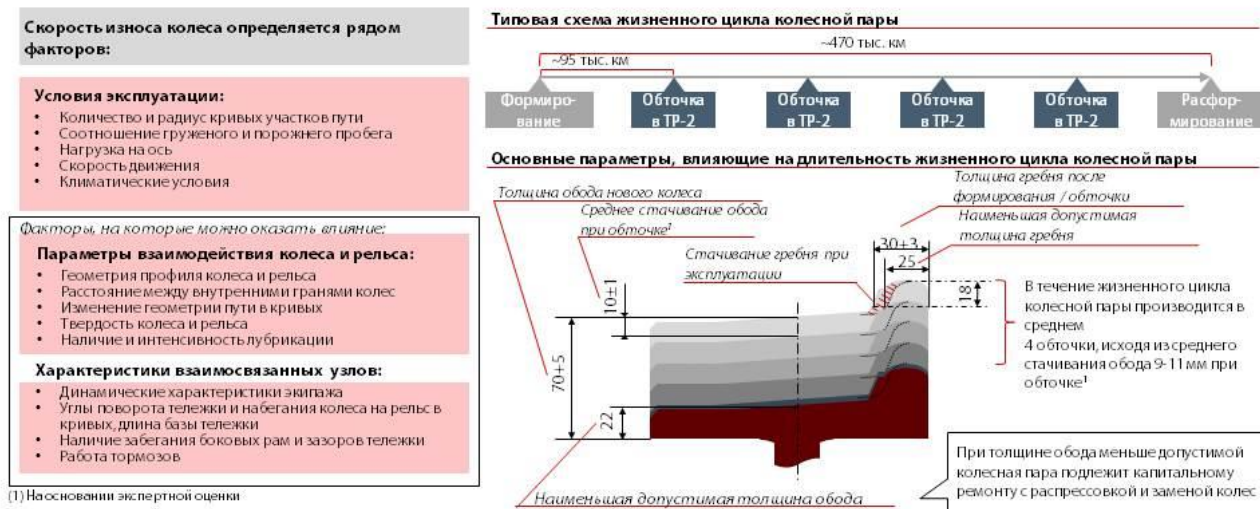


Рис. 5. Влияние факторов на пробег колесной пары

Согласно анализу мирового опыта, изменение опыта конструкции колесной пары и тележки позволяют существенно сократить износ гребня колеса. Среди изменяемых в процессе разработки конструкции вагона факторов, оказывающих влияние на скорость износа колеса, выделяются следующие:

- Параметры взаимодействия колеса и рельса:
- Геометрия профиля колеса и рельса;
- Расстояние между внутренними гранями колес;
- Изменение геометрии пути в кривых;
- Твердость колеса и рельса;
- Наличие и интенсивность смазки.

Характеристики взаимосвязанных узлов:

- Динамические характеристики экипажа;
- Углы поворота тележки и набегания колеса на рельс в кривых, длина базы тележки;
- Наличие забегания боковых рам и зазоров тележки.



Рис. 6. Влияние ширины колеи и твердости рельсов на работу системы «колесо-рельс»

Приведена (рис. 6) тенденция периода перехода с колеи 1524 на 1520 мм (черная тонкая линия) с одновременным переходом на термоупрочненные рельсы, начиная с 1974 года (зеленая тонкая линия).

Основной неисправностью колесных пар в 1969 году был прокат по кругу катания (далее – прокат), который к 1985 году стал уменьшаться, и уступил место остроконечному накату и тонкому гребню.

По мере перехода на колею 1520 мм и твердые рельсы, начиная с 1975 года, в эксплуатации увеличивается среднее отклонение толщины гребня от максимально допустимого значения (33мм). Резкое увеличение отклонения происходит в период 1990-1995 гг. Одновременно с переходом на новую колею и термоупрочненные рельсы меняется и конструкция грузовых вагонов – увеличивается осевая нагрузка, разрабатываются более современные тележки, происходит замена колесных пар с подшипниками скольжения на подшипники качения и кассетного типа.

В настоящее время среднее отклонение толщины гребня по сети составляет 4,5 мм.

Также представлена статистика снижение проката по мере перехода на колею 1520 мм, максимальное снижение приходится на 1980-1985 гг. и составляет 3,1 мм. В настоящее время среднее значение проката составляет 0,9 мм.



Рис. 7. Отцепка неисправных вагонов в зарубежных странах мира

С точки зрения снижения количества неисправных вагонов на сети наибольший интерес вызывает мировой опыт по организации доэксплуатационных и эксплуатационных этапов жизненного цикла, таких как конструирование, перевозка, его техническое обслуживание и ремонт вагонов. Постэксплуатационные этапы списания и утилизации вагона не были рассмотрены при проведении данного анализа ввиду незначительного влияния на безопасность процесса перевозки.

Основной причиной отцепки вагонов в ТОР в России являются неисправности колесной пары по причине тонкого гребня. Однако в большинстве стран мира тонкий гребень не является основной причиной отцепки вагонов в ремонт. К примеру, в Швеции доля тонкого гребня в объеме неисправностей колесных пар составляет от 1% до 4% (рис. 7). Значительную часть неисправностей составляют ползуны, выщербины и усталостные трещины, возникновение которых обычно обусловлено блокировкой колес во время движения или усталостными поверхностными разрушениями.

В США доля тонкого гребня в объеме неисправностей выше по сравнению со Швецией и составляет около 5-11% (рис. 7). Наибольшую долю среди неисправностей занимает прокат и биение колеса, что является взаимосвязанными неисправностями, связанными с естественным износом колеса в процессе эксплуатации.

Наиболее перспективными с точки зрения эффективности и простоты реализации решениями по снижению износа гребня колеса являются

предложения по изменению профиля колеса и повышению доли вагонов с тележкой «Barber».

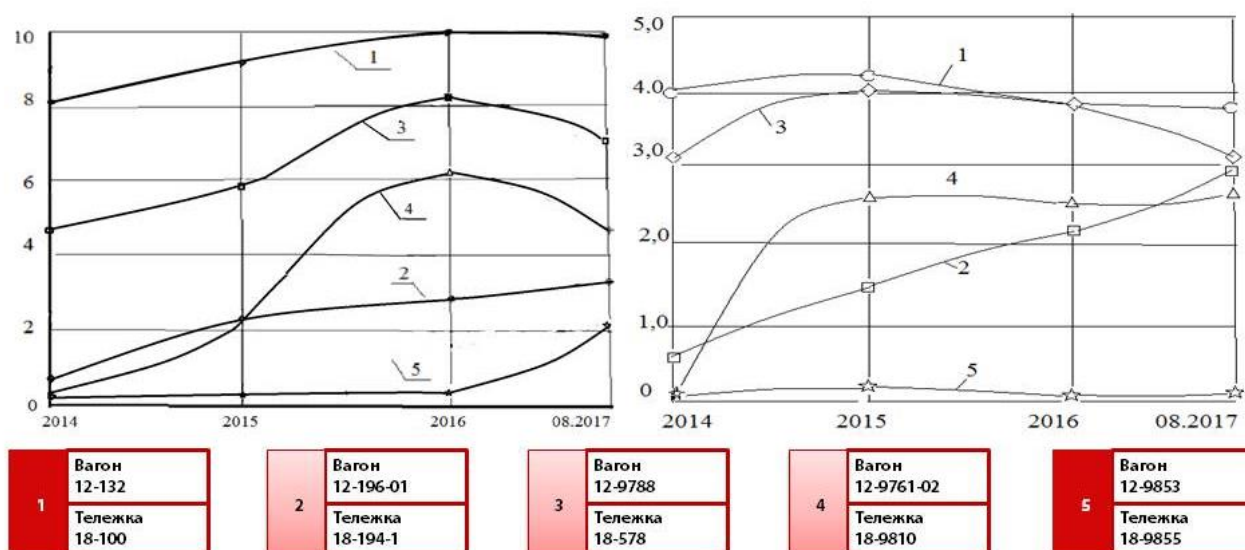


Рис. 8. Мониторинг эксплуатационных показателей моделей вагонов

С целью получения полных достоверных данных показателей технической эксплуатации инновационных вагонов, выпускаемых Тихвинским вагоностроительным заводом по сравнению с подвижным составом – продукцией других основных вагоностроительных заводов России, с 2014 года согласно распоряжению руководства ОАО «РЖД» организован и проводится с участием автора данной работы (приложение 1) мониторинг эксплуатации вагонов, выпускаемых этими заводами.

Проводятся систематические плановые осмотры полувагонов на тележках 18-100 и на тележках 18-955 и других. Фиксируется количество отцепок вагонов из проходящих грузовых поездов на пунктах технического обслуживания (ПТО) вследствие выявленных неисправностей деталей и узлов этих вагонов. Для надлежащего анали за происходящих событий показатели эксплуатационной работы инновационных вагонов систематизируются и сводятся в таблицы. Ниже представлены данные за период подконтрольной эксплуатации вагонного парка с 2014 по август 2017 г.

Из приведенных таблиц видно, что наихудшими эксплуатационными свойствами, связанными с неисправностями колесных пар, является вагон модели 12-132 с осевой нагрузкой 23,5 тс/ось (см. Рисунок 8, левая часть).

По этому фактору количество отцепок на один млн км пробега этого наиболее массового типа полувагона вагонного парка железнодорожного транспорта России (свыше 100 тыс. вагонов) ежегодно остается стабильно высоким и превышает девять случаев на один млн км пробега вагона. Основными причинами отцепок вагонов этой модели являются интенсивный износ гребней колес, обусловленный перекосами тележки в плане (ее параллелограммирование) в кривых участках пути, а также неравномерный прокат, выщербины и ползуны. Большое количество отцепок таких вагонов на ПТО станций приводит к многочисленным задержкам поездов и снижает эффективность грузоперевозок. Кроме того, это также приводит к снижению пропускной способности магистралей, что служит причиной задержек пассажирских поездов и наносит моральный ущерб имиджу ОАО «РЖД».

Несмотря на то, что вагон модели 12-9788-01 оснащен тележкой модели 18-578, имеющей более совершенную конструкцию скользунов по сравнению с тележкой 18-100, количество отцепок на аналогичный показатель пробега в течение последних лет также остается высоким и в среднем составляет около семи случаев на один млн км пробега.

Наименьшее количество отцепок вагонов с неисправностями колесных пар приходится на вагоны, выпускаемые Тихвинским вагоностроительным заводом и оснащенные тележками Barber (модели 18-9810 и 18-9855). По сравнению с наиболее массовым вагоном модели 12-132 производства УВЗ такие вагоны отцепляются в текущий ремонт в 3 – 4 раза реже, что можно объяснить их более совершенной конструкцией как кузова, а также тележки с малыми продольными зазорами в буксовых проемах (не более 2-х мм) и самой колесной пары, имеющей S – образный диск, обеспечивающий снижение динамической нагруженности колесной пары.

Показатели количества отцепок вагонов на один млн км пробега из-за неисправностей тележек представлены на рис. 8 (правая часть).

Сравнительный анализ приведенных данных эксплуатации полувагонов оборудованных моделями тележек 18-100, 18-194-1, 18-578, 18-9810 и 18-9855 показывает, что вагоны, выпускаемые ЗАО «Тихвинским вагоностроительным заводом» (далее – ТВСЗ), обладают значительными преимуществами по сравнению с типовыми вагонами других производителей.

Сравнительная оценка показателей эксплуатации вагонов ТВСЗ и вагонов модели 12-132 показывает, что вагоны Тихвинского ВСЗ вследствие обнаруженных неисправностей отцепляется в 5,7 раза реже, чем вагон 12-132, в том числе: по колесным парам – реже в 4,1 раза; по неисправностям буксового узла – реже в 6,8 раза; по неисправностям тележки – реже в 53,5 раза; по неисправностям автотормозов – реже в 2,7 раза; по кузову и раме – реже в 8,2 раза.

В настоящее время вагоны ТВСЗ ремонтируются плановыми ремонтами в четыре раза реже, чем вагоны модели 12-132. Их пробег до ремонта составляет 800 тыс. км против 160 тыс. км у типовых вагонов.

Сегодня для вагонов, оснащенных тележкой Барбера действуют 150 гарантийных участков протяженностью до 6000 км.

Эксплуатация инновационных вагонов, оснащенных тележкой «Barber S-2-R» показывает, что реальный пробег колесной пары до проведения капитального ремонта составляет порядка 1 млн км, что служит основанием для возможности повышения межремонтный пробег тихвинского вагона до 1 млн км, при котором ресурс всех составных частей вагона оптимально сбалансирован. Это позволит достичь существенной экономии эксплуатационных расходов на ремонт таких вагонов на всем протяжении их жизненного цикла.



Рис. 9. Установленные гарантийные участки безопасного проследования грузовых поездов в 2017 году

Проводимая в 2017 году работа по повышению эффективности эксплуатационного вагонного комплекса обеспечила снижение количества отказов технических средств на 22%, а их продолжительность – на 16%; повышение производительности труда на 7,4% и рост заработной платы на 7,4%.

Протяженность гарантийных участков безопасного проследования серийных грузовых вагонов увеличена до 1 825 километров (+582 км к 2016 г. при участке 1253 км). Реализованы технологические изменения, которые позволили для 573 направлений маршрута следования грузового поезда увеличить гарантийные участки для серийных вагонов более чем в 1,5 раза (до 2300 км) для груженных составов и более чем в 2,5 раза (до 3300 км) для порожних, а также для 105 направлений – увеличить гарантийные участки для инновационных вагонов более чем в 4 раза (до 6000 км).

Помимо этого, в целях своевременного выявления грузовых вагонов с дефектами на поверхности катания и неисправностей тормозного оборудования созданы центры их мониторинга. По результатам предварительных испытаний достигнуты высокие уровни подтверждаемости работы системы. Апробирована и тиражирована на 48 станциях новая технология технического обслуживания грузовых вагонов.

Данные мероприятия позволили оптимизировать количество вагонных предприятий и их производственных участков до 151 (15% от общего их количества). В результате общее количество структурных единиц в вагонном комплексе будет снижено до 858.

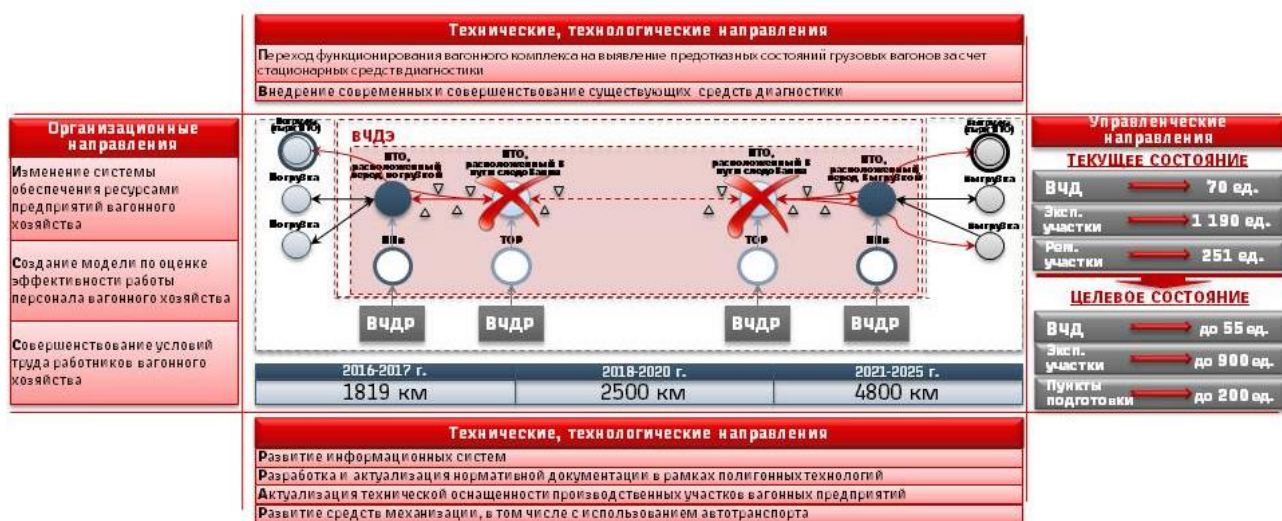


Рис. 10. Целевая модель функционирования вагонного комплекса к 2025 году

В рамках проведения работы по развитию вагонного комплекса Центральной дирекции инфраструктуры и повышения его деятельности для перевозочного процесса намечены меры по повышению надежности технических средств, снижению технологических нарушений и их влияния на перевозочный процесс.

В рамках взаимодействия вагонного комплекса со смежными хозяйствами (Центральная дирекция управления движением, Дирекция тяги) выработаны мероприятия по выстраиванию работы вагонного комплекса под полигонные принципы работы, за счет:

увеличения протяженности гарантийных участков безопасного проследования грузовых поездов и повышения маршрутной скорости и сроков выполнения перевозки (средний целевой параметр к 2025 году на уровне 4800 км);

разработки принципиально новой технологии вагонного комплекса Центральной дирекции инфраструктуры, где мы обеспечим усиление контроля, изменение технических параметров вагонов, норм времени, ресурсного обеспечения на начальных и конечных станциях маршрута следования вагона, а также единое информационное пространство по контролю за прохождением поезда по маршруту следования в том числе за счет применения средств диагностики (где показания по результатам прохождения вагона по гарантийному участку передаются на конечный пункт технического обслуживания, где перед погрузкой/после выгрузки будет производиться комплексная подготовка к перевозке). Это потребует от нас существенного пересмотра действующей нормативной документации, которая в настоящее время в основном не направлена на полигонные принципы работы;

внедрение передовых и совершенствование существующих средств диагностики и их централизация на уровне полигона, в том числе контроль динамического воздействия от подвижного состава на инфраструктуру ОАО «РЖД».

Список литературы

1. Аналитические материалы по работе вагонного комплекса холдинга «РЖД» подготовленные Проектно-конструкторским бюро вагонного хозяйства за период 2004 – 2017 гг.

2. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации, утвержденные Приказом Минтранса России от 21 декабря 2010 г. № 286.

3. Анализ данных по ремонту колес для угольного автопарка (Lonsdale, C., 2002), Wayside Detection, Detroit Edison Experience (Buda, DJ, 2006), повреждение колес и техническое обслуживание SCA Skog wag-ons (Larsson, K., 2016).

4. Подсистемы Bogie, смазка колесных фланцев - выдержка из технического руководства по железной дороге, v.1, ch.9, стр.176-181 (SKF, 2012), L.B. Foster Rail Technologies (2017), Оптимизация жизни колеблющихся колес благодаря лучшему пониманию деградации колесных шин (Vermeij, I., Bontekoe, T., Liefing, J., Peen, J., 2008), Руководство по интерфейсу для колесных пар (Ed. Lewis, R., Olofsson, U., 2009), Delta Rail (2012), ПАО «НПК ОБК» (2017), Протокол заседания НПС ОПЖТ №1-17/НПС от 21 сентября 2017 г.

5. Оптимизация жизни колесных подшипников благодаря лучшему пониманию деградации колесных шин (Vermeij, I., Bontekoe, T., Liefing, J., Peen, J., 2008).

6. Прогнозирование сбоев в вагонах-вагонах (Predictto, 2015), Отчет о состоянии промышленности (ARR, 2016), Мониторинг состояния платформы в качестве стратегии поддержания основного флота (Phelan, J., Kilian, K., 2014), MERMEC Group, SIMMONS Корпорация станков.

7. Лосев, Д. Н. Результаты эксплуатации тихвинских вагонов за пять лет / Д. Н. Лосев // Вагоны и вагонное хозяйство, 2017, №3. С. 18 –19.

УДК 629.4.072.2

С. С. Саркенов

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА РАСХОД И ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ТЯГУ ПОЕЗДОВ НА УЧАСТКАХ СРАЗНЫМИ ТИПАМИ ПРОФИЛЯ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ НОРМООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ

В статье рассматривается подход к оценке влияния параметров графика движения на расход электроэнергии на тягу поездов. Поиск варианта с минимальным потреблением

энергии основан на моделировании графика движения при различных межпоездных интервалах в условиях организации пакетного обращения поездов на участке железной дороги. По результатам моделирования предлагается представить полученную зависимость изменения расхода электроэнергии от параметров графика движения поездов в виде аналитической функции нескольких переменных для последующего применения при построении нормативных графиков движения с целью сокращения расхода электроэнергии на тягу поездов.

В настоящее время задача повышения энергетической эффективности перевозок на железнодорожном транспорте является одной из важнейших задач, имеющих общегосударственное значение. Государственная политика в данной сфере стимулирует мероприятия, направленные на повышение энергетической эффективности, вводя, например, льготное налогообложение для объектов высокой энергетической эффективности [1]. В соответствии с ориентирами, задаваемыми государством в области повышения энергетической эффективности [2] представляется актуальным решение задачи организации движения графиков движения грузовых поездов по энергооптимальным ниткам.

На расход электроэнергии оказывает влияние целый ряд факторов, среди которых необходимо отметить нормообразующие факторы [3, 4], профиль пути и параметры графика движения [5 – 8].

Рассмотрим изменение расхода электроэнергии на тягу поездов на разных типах профиля. В качестве участков для расчета были приняты участок I типа профиля – Барабинск – Московка, II типа профиля – участок Тайга – Мариинск и III типа профиля – участок Инская – Белово Западно - Сибирской железной дороги. Моделирование графиков движения поездов и расчет расхода электроэнергии на тягу поездов при этих графиках были проведены расчеты с помощью программного комплекса «КОРТЭС», используемого в холдинге «РЖД» для выполнения расчетов параметров системы тягового электроснабжения в следующем порядке. На первом этапе в соответствии с требованиями Правил [9] были проведены тяговые расчеты грузовых поездов при разных массах поездов, разных нагрузках на ось и технических скоростях. Нагрузка на ось $m_{ось}$ изменялась от 5 т/ось до 20 т/ось с шагом 5 т/ось. Масса состава m изменялась от 1000 т до 6000 т с шагом 1000 т. Техническая скорость оставалась постоянной и равной 70 км/ч.

Были смоделированы графики движения заданных поездов. Количество поездов в пакете N изменялось от 3 до 8, а межпоездной интервал в пакете $t_{\text{инт}}$ изменялся от 10 до 18 мин. Далее были проведены электрические расчеты расхода электроэнергии на тягу поездов при таких графиках движения.

На основе полученных данных был проведен корреляционный анализ влияния факторов на расход электроэнергии на тягу поездов [10].

Таблица 1

Корреляционная зависимость параметров графика движения поездов на расход электроэнергии при I типе профиля

	W	$m_{\text{ось}}$	m	N	$t_{\text{инт}}$
W		-0,07	0,79	0,32	-0,22
$m_{\text{ось}}$			0,38	0	0
m				0	0
N					0
$t_{\text{инт}}$					

Таблица 2

Корреляционная зависимость параметров графика движения поездов на расход электроэнергии при II типе профиля

	W	$m_{\text{ось}}$	m	N	$t_{\text{инт}}$
W		0,099	0,87	0,30	-0,21
$m_{\text{ось}}$			0,38	1,00	0,00
m				0	0
N					0
$t_{\text{инт}}$					

Таблица 3

Корреляционная зависимость параметров графика движения поездов на расход электроэнергии при III типе профиля

	W	$m_{\text{ось}}$	m	N	$t_{\text{инт}}$
W		0,189	0,903	0,284	-0,197
$m_{\text{ось}}$			0,38	1,00	0,00
m				0	0
N					0
$t_{\text{инт}}$					

Таблица 4

Корреляционная зависимость параметров графика движения поездов
на расход электроэнергии при IV типе профиля

	W	m _{ось}	m	N	t _{инт}
W		0,244	0,927	0,251	-0,178
m _{ось}			0,38	0,00	0,00
m				0	0
N					0
t _{инт}					

Исходя из полученных данных видно, что основное влияние на расход электроэнергии на тягу поездов на каждом типе профиля оказывает вес состава m. Количество поездов в пакете N оказывает незначительное влияние, а интервал между поездами в пакете t_{инт} имеет отрицательную корреляционную связь с расходом электроэнергии на тягу.

Воспользовавшись аппаратом множественной линейной регрессии можно получить аналитическое выражение для определения расхода электроэнергии на тягу.

$$W_{\text{расчет}} = A + B \cdot m_{\text{ось}} + C \cdot m + D \cdot N + E \cdot t_{\text{инт}}, \quad (1)$$

где – A, B, C, D, E – коэффициенты линейной регрессии.

Для рассматриваемых участков множественной линейной регрессии от четырех переменных коэффициенты уравнения регрессии (1) A, B, C, D, E представлены в таблице 5.

Таблица 5

Коэффициенты линейной регрессии

Тип профиля	A	B	C	D	E
I	706787,9	- 27142,7	181,8	58469	-27086,1
II	967602,3	- 33271	364,6	108884,2	- 50662
III	576780	- 17199,7	284,3	80436,5	- 36910
IV	514837,3	-18258,9	436,2	108547,1	-50966,8

На рисунке 1 представлено сравнение полученных результатов с расчетными аналитическими для всех типов профиля.

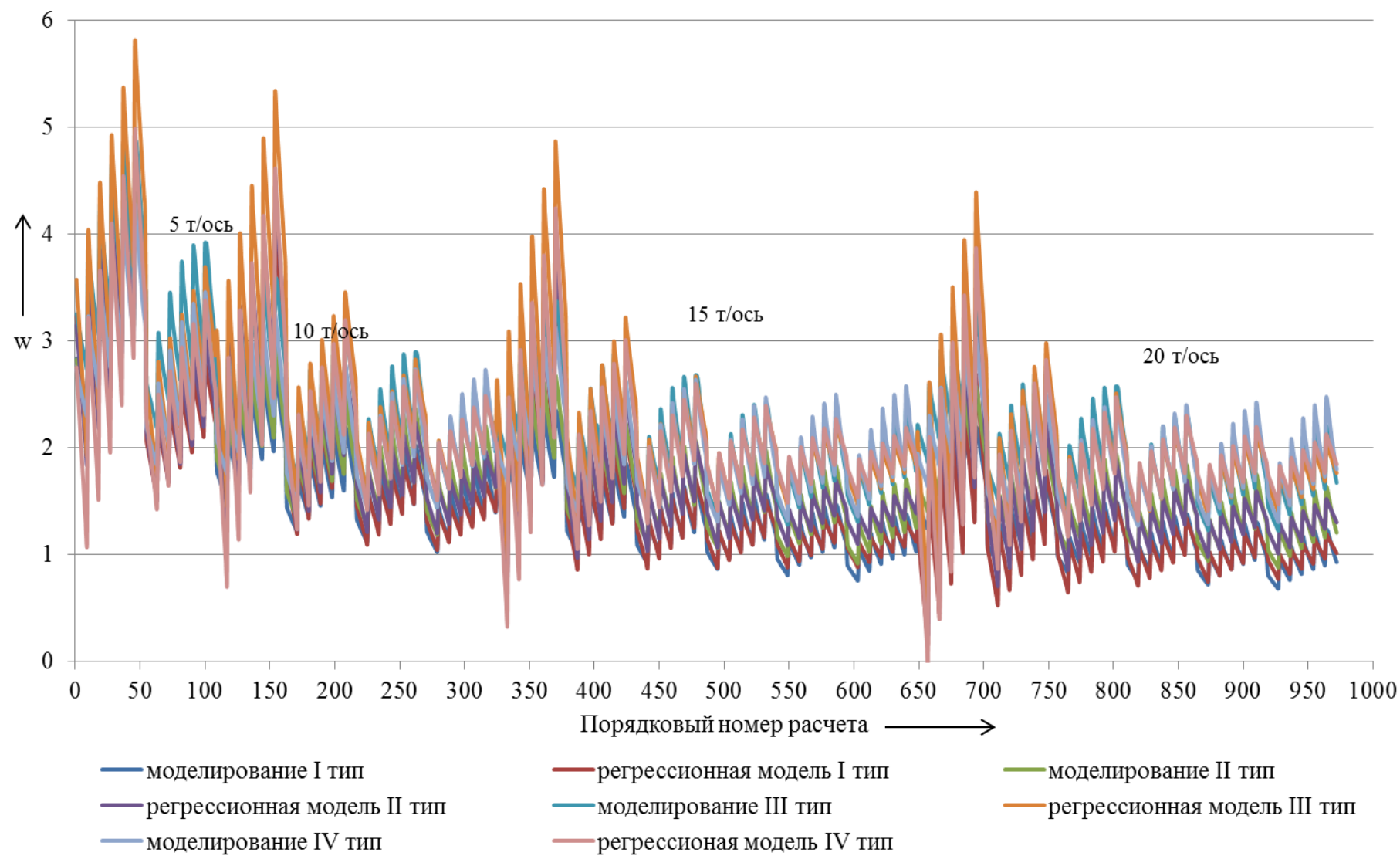


Рис. 1. Результаты расчета расхода электроэнергии методами моделирования и регрессионной модели

При данном сравнении коэффициент детерминации получился равным $R^2 = 0,93$ для I типа профиля, $R^2 = 0,94$ для II типа профиля, $R^2 = 0,95$ для III типа профиля и $R^2 = 0,96$ для IV типа профиля, что удовлетворяет условию $R^2 > 0,9$ [9]. Это говорит о том, что полученные аналитические расчетные данные близки к расчетным.

На основе анализа графика на рисунке 1 видно, расход электроэнергии на тягу поездов при IV типе профиля больше, чем на остальных. Это говорит о том, что на участках со сложным профилем расход электроэнергии на тягу поездов при аналогичной работе больше. В действительности для того, чтобы преодолеть затяжной подъем с критическим весом на данный тип локомотива необходимо достаточное количество электроэнергии в контактной сети. Поэтому на данных участках целесообразным будет применение рекуперативного торможения, а также учет в графиках движения этой особенности. То есть применения рекуперативного торможения в тот момент, когда на данном участке в противоположном направлении имеется потребитель этой электроэнергии и испытывающий её дефицит.

Так же видно, что использование полной нагрузки на ось гораздо эффективнее в плане расхода электроэнергии на тягу поездов и логичнее с целью эффективного использования подвижного состава железных дорог. На всех типах профиля можем наблюдать, что при меньшем количестве поездов в пакете и меньшем межпоездном интервале в пакете расход электроэнергии на тягу поездов значительно больше, но полезной работы совершается меньше. Так же порожние полувагоны создают дополнительное сопротивление движению, что в свою очередь увеличивает потребления электроэнергии на тягу поездов. Основной задачей службы движения является перевести как можно большее количество груза, при этом их не сильно заботит положение дел в контактной сети, что является важным условием в перевозке грузов. Слаженная работа диспетчерского аппарата и грамотное распределение поездов разной массы и длины на участках обеспечит бесперебойную работу железных дорог. Для этого можно использовать полученные выражения линейной регрессии в прогнозировании графиков движения поездов по энергооптимальным ниткам на будущий период. Для этого необходимо знать массу состава, количество вагонов и осей и нагрузку на ось. Далее по приоритетности встраивать поезда в определенные нитки с определенным интервалом между ними.

Список литературы

1. Об утверждении перечня объектов и технологий, которые относятся к объектам высокой энергетической эффективности в зависимости от применяемых технологий и технических решений и вне зависимости от характеристик объектов, осуществление инвестиций в создание которых является основанием для предоставления инвестиционного налогового кредита, и перечня объектов и технологий, которые относятся к объектам высокой энергетической эффективности на основании соответствия объектов установленным значениям индикатора энергетической эффективности, осуществление инвестиций в создание которых является основанием для предоставления инвестиционного налогового кредита: Постановление Правительства РФ от 29 июня 2013 № 637 // Собрание законодательства РФ. – 05 августа 2013 г. – № 31.

2. Энергетическая стратегия холдинга «Российские железные дороги» на период до 2015 года и на перспективу до 2030 года [Текст]: Распоряжение ОАО «РЖД» от 15 декабря 2011 г. № 2718р. – М., 2011. – 97 с.

3. Сидорова, Е. А. Характеристика энергопотребления на тягу поездов в энергетическом паспорте железной дороги [Текст] / Е. А. Сидорова, А. И. Давыдов // Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск. – 2010. – № 4 (4). – С. 76 – 80.

4. Методика анализа и прогнозирования топливно-энергетических ресурсов: Распоряжение ОАО «РЖД» № 512 от 26.12.2014 г.

5. Незевак, В. Л. Основные зависимости изменения объема электроэнергии от параметров графика движения поездов на участках постоянного тока с I-м типом профиля [Текст] / В. Л. Незевак // Известия Транссиба. – Омск. – 2017. – № 2 (30). С. 87 - 99.

6. Незевак, В. Л. Характеристики профилей пути на электрифицированных участках железных дорог в аспекте классификации типов / В. Л. Незевак, А. В. Перестенко, В. Т. Черемисин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения / Ростовский гос. ун-т путей сообщения. – Ростов-на-Дону. – 2017. № 2. – С. 118 - 128.

7. Незевак, В. Л. Оценка влияния пакетной организации движения на объем электроэнергии на тягу на участках постоянного тока с I-м типом профиля / В. Л. Незевак, С. С. Саркенов, В. Т. Черемисин // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2017. № 3 (55). С. 135 – 144.

8. Незевак, В. Л. Оценка влияния графика движения поездов на расход электроэнергии на тягу / В. Л. Незевак // Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 3 томах. Дальневосточный государственный университет путей сообщения; Под редакцией В.А. Подоба. 2015. С. 202 - 208.

9. Правила тяговых расчетов для поездной работы [Текст] / П. Т. Гребенюк, А. Н. Долганов и др. – М.: Транспорт, 1985. – 287 с.

10. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: Учебник [Текст] / Г. М. Фихтенгольц. – СПб: Лань, 2009. – 656 с.

УДК 629.424.3:621.436.03.001.42

А. П. Блинов, П. Н. Блинов, П. А. Бернс

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ТОПЛИВНОЙ И РЕГУЛИРУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ ДИЗЕЛЯ

Проанализированы факторы, влияющие на работу топливной аппаратуры, произведено математическое моделирование процесса подачи топлива в цилиндры, а так же математически описан регулятор частоты вращения коленчатого вала тепловозного дизеля. Разработана совместная математическая модель работы топливной аппаратуры и регулятора частоты вращения. Представлены алгоритм и программа расчета процесса подачи топлива в цилиндры дизеля с учетом обобщенных гидравлических характеристик элементов топливной аппаратуры и положения исполнительного механизма регулятора частоты вращения коленчатого вала дизеля.

Режимы работы дизелей определяются частотой вращения коленчатого вала, положением регулирующего органа – рейки топливного насоса высокого давления (ТНВД) и тепловым состоянием силовой установки.

В эксплуатации режимы работы локомотивных энергетических установок отличаются большим разнообразием из-за различного рода службы тепловозов, массы поездов, профиля пути, климатических условий и технического состояния локомотивов.

Для энергетических установок магистральных и маневровых тепловозов характерны частые изменения режимов работы при циклическом изменении нагрузки: холостой ход – нагрузка – холостой ход.

При движении поезда даже по сравнительно несложному участку

наблюдаются постоянные, с интервалом 1 – 6 мин, изменения режимов. При этом подача топлива увеличивается от 0 до 100 % и происходят резкие ее сбросы. В общем случае для магистральных тепловозов длительность работы дизеля на номинальном режиме не является определяющей, однако в общем балансе расхода топлива основная доля приходится на работу в этом режиме и значительная доля – на неустановившихся режимах [1].

Для магистральных грузовых тепловозов время работы дизелей на номинальном режиме составляет около 12 %, на холостом ходу около 50 %, на неустановившихся режимах около 30 %.

Число переключений позиций контроллера управления локомотивом (смен режимов) за час работы для дизелей грузовых тепловозов в среднем составляет 50 – 60, пассажирских 110 – 115, маневровых до 130.

Одним из основных эксплуатационных критериев правильного функционирования дизеля является минимальный удельный расход топлива, обеспечиваемый при минимальной неравномерности цикловой подачи топлива по цилиндрам дизеля [2].

На цикловую подачу топлива $g_{ц}$ и ее неравномерность $\Delta g_{ц}$ оказывают влияние различные технологические и конструкционные характеристики элементов топливной аппаратуры (ТА).

Производительность ТНВД Q_n определяется выходом его рейки x_p , плотностью плунжерной пары ρ_p и нагнетательного клапана $\rho_{нк}$, давлением открытия нагнетательного клапана $P_{нк}$ и жесткостью его пружины $C_{нк}$:

$$Q_n = f(x_p, \rho_p, \rho_{нк}, P_{нк}, C_{нк}). \quad (1)$$

В общем случае математическая модель процесса топливоподачи топливной аппаратурой тепловозных дизелей может быть реализована в виде следующей системы уравнений [3]:

$$\left. \begin{aligned} P_n &= P_{n1} + \frac{f_n(h-h_1)}{\alpha_n V_n} - \frac{b\Delta t \mu f_{кан}}{\alpha_n V_n} \sqrt{\frac{2}{\rho}} \sqrt{|P_n - P_\phi|} - \frac{c\Delta t \mu f_{об}}{\alpha_n V_n} \sqrt{\frac{2}{\rho}} \sqrt{|P_n - P_b|} - \frac{Q_{yn}\Delta t}{\alpha_n V_n}; \\ P_\phi &= P_{\phi1} + \frac{b\Delta t \mu f_{кан}}{\alpha_\phi V_\phi} \sqrt{\frac{2}{\rho}} \sqrt{|P_n - P_\phi|} - \frac{\Delta t \mu f_\phi}{\alpha_\phi V_\phi} \sqrt{\frac{2}{\rho}} \sqrt{|P_\phi - P_{ц}|}; \\ g_{ц} &= g_{ц1} + \Delta t \rho \mu f_\phi \sqrt{\frac{2}{\rho}} \sqrt{|P_\phi K - P_{ц}|}. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где $P_n, P_{шт}, P_\phi$ – давление топлива в надплунжерной полости, штуцере ТНВД и в камере распылителя форсунки у иглы, соответственно, K – расчетному углу

поворота коленвала, Па; $P_{н1}, P_{шт1}, P_{ф1}$ – то же давление на предыдущем шаге расчета, Па; P_b – давление топлива во всасывающей (отсечной) полости, Па; $g_{ц1}, g_{ц1}$ – количество впрыснутого в цилиндр топлива к концу и началу текущего расчетного интервала, кг; $f_{п}$ – площадь поперечного сечения плунжера, m^2 ; h, h_1 – ход плунжера на текущем и предыдущем шаге расчета, м; α_n – средний коэффициент сжимаемости топлива при давлении P_n , Pa^{-1} ; V_n – средний объем надплунжерной полости, m^3 ; Δt – расчетный интервал, с; ρ – плотность топлива, kg/m^3 ; $\mu f_{ов}$ – эффективное проходное сечение нагнетательного (отсечного) отверстия, m^2 ; Q_{yn} – утечки топлива по зазорам в плунжерной паре, m^3/c ; b, c – коэффициенты, учитывающие направление движения топлива; $\alpha_{ф}$ – средний коэффициент сжимаемости топлива при давлении $P_{ф}$, Pa^{-1} ; $V_{ф}$ – средний объем полости форсунки, m^3 ; $\mu f_{ф}$ – эффективное проходное сечение форсунки, m^2 ; $P_{ц}$ – давление газов в цилиндре дизеля, Па; K – коэффициент потери давления в трубопроводе, учитывающий гидравлические сопротивления, связанные с конечной длиной трубопровода.

Дифференциальные уравнения элементов регулятора и системы автоматического регулирования (САР) записываются в форме, при которой левая часть уравнения, содержащая выходную координату и ее производные, определяет собственные свойства элемента или системы, а правая часть уравнения, включающая соответствующие входные координаты возмущающих или задающих воздействий, характеризует их влияние на работу элемента или системы. Дифференциальное уравнение системы в общем виде при определенных условиях можно представить как линейное дифференциальное уравнение n -го порядка с постоянными коэффициентами [4]:

$$A_n \frac{d^n n_k}{dt^n} + A_{n-1} \frac{d^{n-1} n_k}{dt^{n-1}} + \dots + A_1 \frac{dn_k}{dt} + A_0 n_k = B_m \frac{d^m N}{dt^m} + B_{m-1} \frac{d^{m-1} N}{dt^{m-1}} + \dots + B_1 \frac{dN}{dt} + B_0 N + S_k \frac{d^k \psi}{dt^k} + S_{k-1} \frac{d^{k-1} \psi}{dt^{k-1}} + \dots + S_1 \frac{d\psi}{dt} + S_0 \psi, \quad (3)$$

где $A_n \frac{d^n}{dt^n}$ – собственный оператор САР; n_k – частота вращения коленчатого вала дизеля; $B_m \frac{d^m}{dt^m}, S_k \frac{d^k}{dt^k}$ – операторы возмущающих воздействий; N – нагрузка регулируемого объекта; ψ – положение рычага управления автоматическим регулятором.

На тепловозных дизелях применяются всережимные астатические, непрямого действия регуляторы частоты вращения коленчатого вала с гибкой связью, называемой изодромной. Изодром – эластичный элемент, позволяющий одному из звеньев выключателя изменять свою длину в процессе регулирования.

Дифференциальное уравнение для изодромной САР имеет вид:

$$\begin{aligned} A_5 \frac{d^5 \varphi}{dt^5} + A_4 \frac{d^4 \varphi}{dt^4} + A_3 \frac{d^3 \varphi}{dt^3} + A_2 \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + A_1 \frac{d \varphi}{dt} + A_0 \varphi = \\ = S_1 \frac{d \alpha_p}{dt} + S_0 \alpha_p - B_4 \frac{d^4 \alpha_0}{dt^4} - B_3 \frac{d^3 \alpha_0}{dt^3} - B_2 \frac{d^2 \alpha_0}{dt^2} - B_1 \frac{d \alpha_0}{dt}, \end{aligned} \quad (4)$$

где α_0 , α_p – внешние воздействия, действующие на объект регулирования и чувствительный элемент регулятора; φ – регулируемая координата.

Уравнение (4) неоднородное, описывает вынужденные переходные процессы системы изодромного регулирования, появляющиеся в результате внешних воздействий α_0 и α_p .

Значения входных и выходных составляющих уравнения (4) определяются системой уравнений:

$$\left. \begin{aligned} A_5 &= T_o T_p^2 T_c T_i; \\ A_4 &= (T_p^2 + T_o T_k) T_c T_i + (T_c + T_i \beta_i) T_o T_p^2; \\ A_3 &= (T_p^2 + T_o T_k) (T_c + T_i \beta_i) + (T_o + T_k) T_c T_i; \\ A_2 &= (T_o + T_k) (T_c + T_i \beta_i) + T_c T_i; \\ A_1 &= (T_c + T_i \beta_i) + T_i k_o^\chi k_p^\varphi; \\ A_0 &= k_o^\chi k_p^\varphi; \\ S_1 &= T_i k_o^\chi k_p^\alpha; \\ S_0 &= k_o^\chi k_p^\alpha; \\ B_4 &= T_p^2 T_c T_i k_o^\alpha; \\ B_3 &= (T_c + T_i \beta_i) T_p^2 k_o^\alpha + T_k T_c T_i k_o^\alpha; \\ B_2 &= (T_c + T_i \beta_i) T_k k_o^\alpha + T_c T_i k_o^\alpha; \\ B_1 &= (T_c + T_i \beta_i) k_o^\alpha; \\ B_0 &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где k_o^λ , k_o^α , k_p^ϕ , k_p^α – коэффициенты усиления по входным координатам; T_o – постоянная времени регулируемого объекта; T_p – постоянная времени регулятора; T_k – постоянная времени катаракта (корректирующее звено); T_c – постоянная времени серводвигателя; T_i – постоянная времени изодрома; β_i – коэффициент пропорциональности.

Применение электронных САР является эффективным средством снижения эксплуатационного расхода топлива и выбросов с отработавшими газами токсичных веществ в дизелях различного назначения. Созданы модификации электронных регуляторов типа ЭРЧМ30Т для установки на тепловозах 2ТЭ116, ТЭМ18, 2ТЭ10, 2ТЭ70, 2ТЭ25К, ТЭП70БС и ТЭП70У, которые нашли широкое применение на железнодорожном транспорте [5].

Электронная система автоматического регулирования частоты (САРЧ) вращения коленчатого вала дизеля типа ЭРЧМ30Т состоит из следующих звеньев регулирования: дизеля с ТНВД; модулятора дизеля (диск с зубьями, вращающийся с частотой вращения n); датчика частоты вращения (ДЧВ); электронного регулятора частоты вращения (ЭРЧВ), содержащего блок управления и электрогидравлическое исполнительное устройство (ИУ); рычажной передачи от ИУ к ТНВД.

Коэффициент усиления ЭРЧВ равен произведению коэффициентов усиления блока управления и ИУ [6]:

$$k_{\text{ЭРЧВ}} = k_{\text{б.у}} k_{\text{ИУ}} = k_{\text{р.ч}} k_u \cdot \sqrt{\frac{(k_3 - k_2 \omega^2)^2 + (k_1 \omega)^2}{(1 + T_\phi^2 \omega^2) \left[(1 - T_\phi^2 \omega^2)^2 + (2\delta T \omega)^2 \right]}}. \quad (6)$$

Перемещение реек ТНВД, мм,

$$x_p = k_{\text{р.л}} Y, \quad (7)$$

где Y – перемещение поршня сервомотора ИУ ЭРЧВ, мм; $k_{\text{р.л}}$ – коэффициент рычажной передачи.

Коэффициент рычажной передачи:

$$k_{\text{р.л}} = \frac{x_{\text{р.л}N}}{Y_N}, \quad (8)$$

где $x_{\text{р.л}N}$ – номинальный ход реек ТНВД, мм; Y_N – номинальный ход поршня сервомотора ИУ ЭРЧВ, мм.

Коэффициент усиления рычажной передачи от ИУ ЭРЧВ к рейкам ТНВД дизеля:

$$k_{p.n} = \sqrt{\frac{aw^2 + bw^2}{cw^2 + dw^2}} = \frac{x_{p.N}}{Y_N}. \quad (9)$$

Связь топливной аппаратуры и регулятора частоты вращения коленчатого вала дизеля осуществляется путем механического соединения ТНВД и РЧО управляющим органом – топливной рейкой.

Количество топлива, подаваемого в цилиндр, зависит от положения винтовой кромки головки плунжера 2 относительно одного из боковых отверстий 5 гильзы 3 (рис. 1).

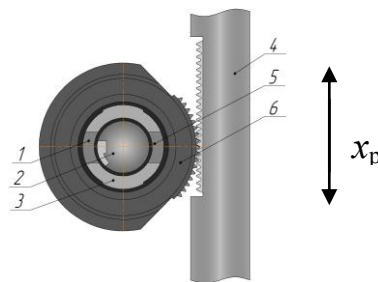


Рис. 1. Взаимосвязь ТНВД и РЧО посредством топливной рейки дизеля:

- 1 – вертикальный паз головки плунжера; 2 – головка плунжера;
- 3 – гильза плунжера; 4 – регулирующая рейка; 5 – боковое отверстие гильзы;
- 6 – шлицевая поворотная втулка; x_p – положение топливной рейки

При изменении нагрузки регулятором частоты вращения коленчатого вала дизеля посредством рычажного механизма управления топливоподачей перемещается регулирующая рейка 4 ТНВД, которая при помощи шлицевой поворотной втулки 6 повернет плунжер относительно гильзы. Поворотом плунжера изменяется подача топлива от нуля до наибольшего значения.

Анализ представленных моделей показал, что математические модели процесса подачи топлива и работы регулятора частоты вращения коленчатого вала дизеля возможно связать только через единственный параметр – ход рейки x_p ТНВД (см. рис. 1).

Для гидромеханического регулятора необходимо связать производительность ТНВД Q_n , которая определяется выходом рейки x_p , с уравнениями регулятора (3) – (5). При этом необходимо учитывать все составляющие уравнения, влияющие на производительность ТНВД (1). Аналогично для электронного регулятора необходимо связать

производительность ТНВД Q_n с уравнениями регулятора (7) – (9).

Реализация математической модели совместной работы топливной аппаратуры высокого давления и регулятора частоты вращения коленчатого вала представлена в виде алгоритма и программы расчета, фрагменты которых представлены на рис. 2.

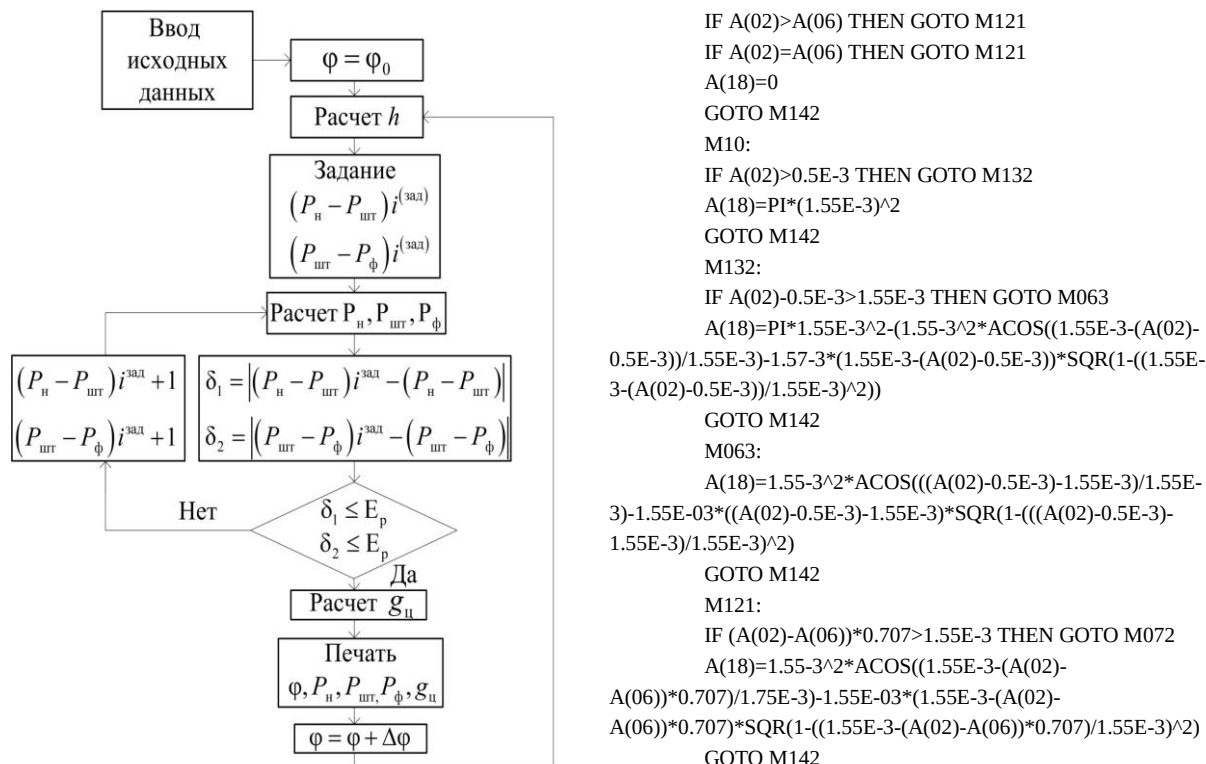


Рис. 2. Алгоритм и фрагмент программы для расчета процесса подачи топлива

Предложенная модель совместной работы топливной аппаратуры высокого давления и регулятора частоты вращения коленчатого вала дизеля может быть применена при формировании комплектов топливной аппаратуры и РЧО перед их установкой на дизель и для расчета параметров деталей топливной аппаратуры, используемых при обкатке ТНВД на стендах, применяемых в настоящее время в локомотивных депо.

Список литературы

1. Чулков, А. В. Факторы, характеризующие условия эксплуатации магистральных тепловозов [Текст] / А. В. Чулков, В. А. Михеев, Ю. Б. Гришина

// Актуальные вопросы современной науки. – Новосибирск, 2010. – №12. – С. 216 – 221.

2. Блинов, П. Н. Совершенствование технического обслуживания и ремонта топливной аппаратуры тепловозных дизелей [Текст] / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Омск, 1986. – 177 с.

3. Блинов, П. Н. Модель процесса топливоподачи топливной аппаратурой тепловозных дизелей с учетом технологических характеристик ее деталей [Текст] / П. Н. Блинов, А. П. Блинов // Известия Транссиба. Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2010. – № 3(3). – С. 2 – 7.

4. Крутов, В. И. Основы теории автоматического регулирования [Текст] / В. И. Крутов, Ф. М. Данилов, П. К. Кузьмин. – М.: Машиностроение. 1984. – 368 с.

5. Фурман, В. В. Улучшение эксплуатационно-технических характеристик дизель-генераторов тепловозов путем создания и совершенствования систем электронного управления / Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук [Текст] / Москва, 2016. – 321 с.

6. Марков, В. А. Исследование системы автоматического регулирования частоты вращения тепловозного дизеля [Текст] / В. А. Марков, В. В. Фурман, В. А. Иванов // Известия высших учебных заведений. Машиностроение, 2013. – № 8. С. 54 – 63.

УДК 629.624

А. С. Анисимов, И. В. Чернышков, И. Н. Иванова, Н. Ю. Дворко

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВОЗОВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ БОРТОВЫХ СИСТЕМ

В статье рассматривается возможность использования регистрируемых локомотивными бортовыми системами параметров работы ДГУ для определения энергетической эффективности тепловозного парка без отрыва тяговых единиц из эксплуатации. Делается вывод о необходимости обоснованного выбора ряда параметров достаточных для успешной реализации рассматриваемого метода.

Проблема повышения экономичности дизельного подвижного состава всегда была одной из важнейших составляющих развития локомотивного комплекса железных дорог. Однако, в настоящее время, когда основные направления совершенствования экономичности уже достигли своего предела, большой интерес представляет задача мониторинга энергетической эффективности тепловозов непосредственно работающих в эксплуатации.

Это направление только начинает развиваться на железных дорогах России. Так, например, все больше локомотивов оборудуются различными моделями бортовых систем контроля и диагностики.

Кроме того, в настоящее время акционерным обществом «ВНИКТИ» разработан проект стандарта «Метод определения энергоэффективности» для маневровых и магистральных тепловозов [1]. Согласно данной методики энергоэффективность тепловоза определяется индикатором энергетической эффективности тепловоза (ИЭЭФ). ИЭЭФ в свою очередь представляет собой коэффициент, определяемый по выражению:

$$\text{ИЭЭФ} = \frac{\eta_{\text{эр}}}{\eta_{\text{кр}}}, \quad (1)$$

где $\eta_{\text{эр}}$ – экспериментально-расчетный КПД тепловоза; $\eta_{\text{кр}}$ – контрольный расчетный КПД тепловоза; ИЭЭФ – индикатор энергетической эффективности тепловоза.

Контрольный расчетный КПД тепловоза определяется на основе нормативных значений расхода топлива и особенностей электрической передачи тепловоза, а так же типов приводов вспомогательного оборудования, используемых в конструкции данной серии локомотива. Таким образом, данный КПД для тепловозов одной серии будет одинаковым.

Для получения значения экспериментально-расчетного КПД тепловоза требуется проведение натурных испытаний на каждом тепловозе, а именно нагружение дизель-генераторной установки на реостат с соблюдением строгой последовательности режимов нагружения, называемой тест-циклограммой, которая зависит от рода службы локомотива. Вместе с этим измеряется расход топлива дизелем, потраченного при проведении испытания.

Данная методика позволяет комплексно оценить экономичность ДГУ тепловоза на режимах, приближенных к имеющим место в эксплуатации, учитывая техническое состояние установки и ее эффективность на переходных режимах работы. Недостатками данной методики являются необходимость

выводить рассматриваемый локомотив из эксплуатации, а также затраты на проведение испытаний и топливо.

В связи с этим перспективным является направление использования данных получаемых с локомотивных бортовых систем.

В процессе оценки энергетической эффективности тепловозного парка комплексным, наиболее общим параметром, охватывающим состояние всех узлов и систем локомотива, выступает КПД тепловоза. Известно, что КПД тепловоза является функцией нескольких параметров и может быть определен по следующему уравнению:

$$\eta_T = \eta_e \eta_{всп} \eta_{пер} \eta_{тр}, \quad (2)$$

где η_T – КПД тепловоза; η_e – эффективный КПД дизеля; $\eta_{всп}$ – КПД, учитывающий потери мощности на привод вспомогательного оборудования тепловоза; $\eta_{пер}$ – КПД передачи мощности тепловоза; $\eta_{тр}$ – КПД тягового редуктора тепловоза.

Каждая из составляющих уравнения (2) вносит значительный вклад в формирование эффективности локомотива, и каждое из них имеет сложную зависимость от режима, на котором работает тепловоз. Тем не менее, главное и решающее значение среди этих составляющих принадлежит эффективному КПД тепловоза. Его величина в большей степени определяет высокий уровень экономичности локомотива.

Сам эффективный КПД дизеля зависит от ряда факторов, которые можно назвать параметрами рабочего процесса двигателя. Эти параметры можно разделить на несколько групп: параметры, характеризующие состояние воздушного тракта (давление и температура наддувочного воздуха, коэффициент наполнения, частота вращения ротора турбокомпрессора и т.д.), параметры, характеризующие внутрицилиндровые процессы сжатия-сгорания-расширения (степень сжатия, угол опережения подачи топлива, характеристики подачи топлива, вид характеристики тепловыделения, коэффициент избытка воздуха и т.д.), а так же величины, учитывающие состояние механических частей дизеля (давление сжатия, механический КПД и др.).

Однако, процессы сжатия, сгорания и расширения играют главную роль в работе дизель-генераторной установки. Так процессы газообмена, работа агрегатов наддува, состояние деталей дизеля в конечном итоге отражаются и частично определяют протекание внутрицилиндровых процессов.

Следовательно, отслеживание качества протекания рабочего процесса позволит комплексно судить об эффективности энергетической установки тепловоза.

Для этих целей возможно использовать математическое моделирование рабочего процесса дизеля. В зависимости от допущений, принятых при их создании, математические модели рабочего процесса поршневых двигателей делятся на три типа: однозонные, двухзонные и многозонные [2].

Наибольшее распространение получили исторически первые, так называемые, однозонные математические модели. Такие модели строятся на допущении равномерности давления и температуры во всем объеме камеры сгорания. И тогда цель моделирования сводится к определению давления и температуры газов в цилиндре в зависимости от времени (угла поворота коленчатого вала, объема цилиндра). Такая задача называется прямой.

Решение прямой задачи позволяет определить мощностные и экономические характеристики двигателя, поэтому решение такой задачи и представляет интерес для определения энергоэффективности тепловозного парка. Процесс моделирования рабочего цикла двигателя внутреннего сгорания представляет собой задачу, связанную с необходимостью производить довольно громоздкие вычисления. В связи с этим целесообразно разделить данную задачу на блоки (подзадачи) и выполнять их последовательно.

На блок-схеме, представленной на рис. 1, изображена последовательность вычислительных операций при моделировании процессов сжатия, сгорания и расширения.

Результатом математического моделирования являются параметры цикла, индикаторные и эффективные показатели работы дизеля (табл. 1, рис. 2).

Таблица 1

Результаты моделирования рабочего процесса тепловозного дизеля
1-ПД4Д на номинальном режиме работы

Показатель	Значение
Индикаторный КПД	0,4
Средний индикаторный расход топлива, г/(кВт·ч)	208
Среднее индикаторное давление, МПа	0,59
Эффективный КПД	0,387
Средний эффективный расход топлива, г/(кВт·ч)	219
Среднее эффективное давление, МПа	0,56

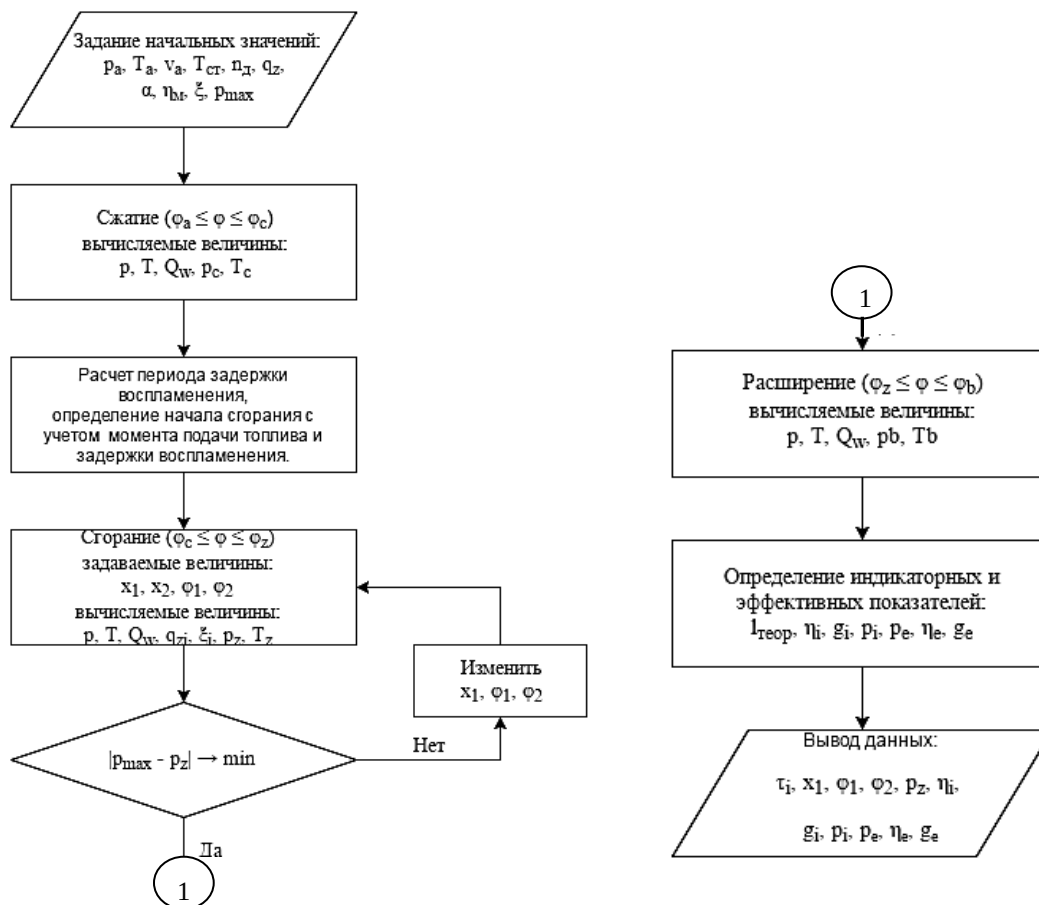


Рис. 1. Блок-схема решения прямой задачи математического моделирования рабочего цикла дизеля

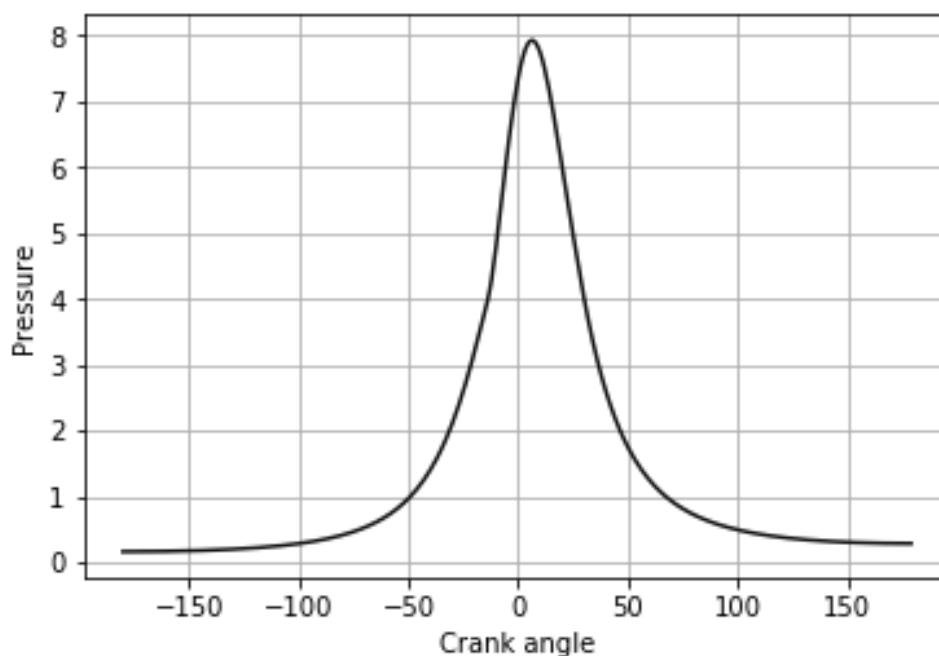


Рис. 2. Индикаторная диаграмма дизеля 1-ПД4Д на номинальном режиме работы

Для использования локомотивных бортовых систем в качестве начальных условий математического моделирования необходимо выделить достаточный перечень фиксируемых данными системами параметров. В настоящее время существует несколько моделей бортовых систем, каждая из которых способна фиксировать определенный ряд параметров, который чаще всего имеет отличия от своих аналогов [3, 4]. По этой причине не каждая система может быть использована для определения эффективности тепловоза без увеличения количества регистрируемых параметров.

Таким образом, для успешной реализации данного метода определения энергоэффективности, помимо создания соответствующей математической модели, необходимо выбрать оптимальный набор регистрируемых параметров достаточных для успешного моделирования с одной стороны и, с другой стороны, определяемых в эксплуатации с минимальными затратами.

Список литературы

1. ГОСТ (проект, RU, первая редакция). Тепловозы магистральные и маневровые. Метод определения энергоэффективности.
2. Кавтарадзе, Р. З. Теория поршневых двигателей: Специальные главы: учебник для вузов [Текст] / Р.З. Кавтарадзе. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. – 720 с.
3. Аболмасов, А. А. Модернизация тепловозов серии ТЭП70 микропроцессорными системами управления / А. А. Аболмасов, В. А. Мельников, И. В. Пустовой / Локомотив. – 2017. – № 1. – С. 15 – 18.
4. Митронов, М. В. Дополнительные функции АПК «Борт» / М. В. Митронов. / Локомотив. – 2015. – № 12. – С. 31 – 34.

УДК 625.282-843.7

А. С. Анисимов, В. К. Фоменко, В. О. Носков, Т. И. Гаврилова

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В СЕКЦИЯХ РАДИАТОРА ПРИ РАБОТЕ ДИЗЕЛЯ ТЕПЛОВОЗА НА ХОЛОСТОМ ХОДУ

В статье рассматривается выполнение экспериментальных исследований процессов теплопередачи в элементах холодильника тепловоза с целью получения регрессионных

зависимостей коэффициента теплопередачи от параметров работы и условий эксплуатации локомотивов при работе их дизельных установок на холостом ходу в зимний период времени.

Одной из наиболее энергопотребляющих систем тепловоза является система охлаждения дизеля. Система включает в себя расположенные в холодильной камере рекуперативные теплообменники (радиаторные секции) и вентилятор (вентиляторы), который подает охлаждающий воду воздух, потребляя при этом до 4 – 5 % мощности дизеля. Изучение и совершенствование процессов теплопередачи в радиаторных секциях охлаждения дизеля может привести к снижению энергопотребления таких систем.

Фундаментальными исследованиями отечественных ученых М. В. Кирпичёва, М. А. Михеева, А. А. Жукаускас, С. С. Кутателадзе, Н. И. Белоконя и многих других достигнуты значительные успехи в создании общей теории процессов поверхностных теплообменников. Основы современной теории теплопередачи позволяют классифицировать секции радиатора холодильной камеры тепловоза, как трубчато-пластинчатый теплообменник с перекрестным током теплоносителей, типа воздух-вода.

Известно, что охлаждение теплоносителей дизеля в тепловозных водовоздушных радиаторах, характеризуется сложным процессом теплопередачи. Этот процесс является результатом совместного действия конвекции, теплопроводности и излучения.

Для расчета коэффициента теплопередачи в тепловозных радиаторных секциях весьма удобно использовать формулу для вынужденной конвекции [1, 2]:

$$K_{\text{теор}} = \left[\left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \sum r_1 \right) \cdot \frac{F_2}{F_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \sum r_2 \right]^{-1}, \quad (1)$$

где α_1, α_2 – коэффициенты теплоотдачи, Вт/(м²·К); $\delta_{\text{ст}}$ – толщина стенки трубки, м; $\lambda_{\text{ст}}$ – коэффициент теплопроводности материала стенки, Вт/(м·К);

F – площадь поверхности теплообмена, м²; r – коэффициент термического сопротивления загрязнений, м²·К/Вт; 1, 2 – индексы, указывающие на протекание процесса внутри и снаружи трубки (1 – горячий теплоноситель (вода), 2 – охлаждающий воздух).

Сложность использования выражения (1) заключается в том, что при работе на холостом ходу дизеля в зимнее время вентилятор охлаждения не работает, и соответственно, не создает потока охлаждающего воздуха. В этом случае расчет коэффициента теплопередачи секций необходимо определять с учетом свободной (естественной) конвекции.

В настоящее время расчет коэффициента теплопередачи радиаторной секции при естественной конвекции является актуальным вопросом в связи с тем, что существует ряд проблем в его решении. Отдельные параметры процесса теплообмена в шахте холодильника не могут быть приняты за постоянные значения, например, температура окружающей среды и скорость ветра. Они имеют неустойчивый характер с колебаниями в широких пределах.

Представленные ниже экспериментальные исследования направлены, в основном, на определение наиболее важных факторов, влияющих на коэффициент теплопередачи радиаторной секции холодильника тепловоза. К исследуемым параметрам относятся скорость воды в трубках секции охлаждения, температура воды на входе и на выходе в секцию охлаждения, температура наружного воздуха, скорость ветра, частота вращения коленчатого вала дизеля, производительность водяного насоса, скорость воздуха внутри шахты холодильника.

Для выполнения экспериментальных исследований теплопередачи радиаторных секций при работе дизеля на холостом ходу в зимний период времени были выбраны маневровый тепловоз ТЭМ18ДМ и его шахта холодильника. Исследования проводились в эксплуатационном локомотивном депо Омск на тепловозах при температуре наружного воздуха (перед секциями) от минус 2 до минус 15 °С и в диапазоне изменения скорости ветра от 5 до 7 м/с.

Экспериментальные исследования проводились с целью:

- оценки влияния основных факторов на процесс теплопередачи;
- определение скорости потока воздуха в шахте холодильника при неработающем вентиляторе;
- определения расхода воздуха в шахте холодильника;
- получение регрессионных зависимостей для расчета коэффициента теплопередачи при естественной конвекции.

Процесс изменения коэффициента теплопередачи радиаторной секции охлаждения можно представить, как протекающий в закрытом «черном ящике». Анализу подлежат начальные параметры (входные параметры) и коэффициент теплопередачи (выходные параметры) (рис. 1).



Рис. 1. Процесс изменения коэффициента теплопередачи при математическом планировании эксперимента

Данный процесс можно представить в виде функции:

$$F(x_1, x_2, \dots, x_n) = \min(\max). \quad (2)$$

На коэффициент теплопередачи влияет множество факторов и функционально это можно представить в виде:

$$K = f(\alpha, \delta_{\text{ст}}, \lambda_{\text{ст}}, \dots F). \quad (3)$$

К значимым независимым факторам следует отнести значение весовой скорости воздуха $U_{\text{вз}}$ и значение скорости течения воды в трубках секции охлаждения $v_{\text{в}}$. Поскольку процесс теплопередачи содержит два фактора, то рациональным является план типа правильного квадрата (рис. 2) [3, 4]. На практике число уровней часто оказывается ограниченным, поэтому уменьшение числа уровней факторов представляет собой большое достоинство плана. Важно также отметить, что смена уровней факторов в процессе исследования усложняет и удорожает эксперимент.

При выполнении экспериментов частота вращения коленчатого вала дизеля оставалась примерно постоянной и равной 300 мин^{-1} , а температура окружающего воздуха варьировалась в пределах от минус 2 до минус 15 °С. Скорость воды в контурах охлаждения оценивалась по производительности водяных насосов, и для воды горячего контура скорость изменялась в диапазоне от 0,45 – 0,47 м/с, для холодного контура – от 0,13 – 0,15 м/с.

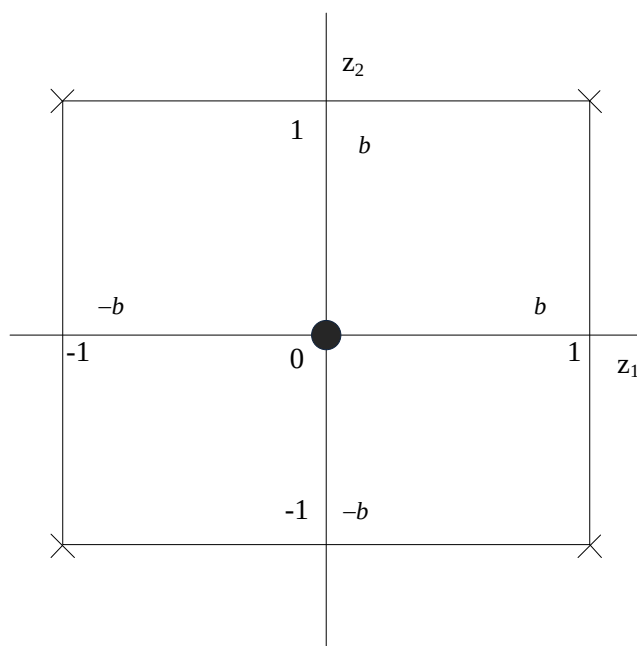


Рис. 2. Расположение точек ОЦКП в факторном пространстве

Интервалы варьирования и уровни факторов для системы охлаждения дизеля, принятые в исследовании, представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Интервалы и уровни варьирования факторов для горячего контура системы охлаждения дизеля

Факторы	Кодовое обозначение факторов	Интервал варьирования	Уровни факторов		
			-1	0	+1
$U_{вз}$	x_1	1,03	0,63	0,83	1,03
$v_{в}$	x_2	0,47	0,45	0,46	0,47

Таблица 2

Интервалы и уровни варьирования факторов для холодного контура системы охлаждения дизеля

Факторы	Кодовое обозначение факторов	Интервал варьирования	Уровни факторов		
			-1	0	+1
$U_{вз}$	x_1	1,27	0,77	1,02	1,27
$v_{в}$	x_2	0,15	0,13	0,14	0,15

Матрица планирования для горячего контура системы охлаждения дизеля представлена в табл. 3. Матрица планирования для холодного контура системы охлаждения дизеля представлена в табл. 4.

Таблица 3

Матрица планирования и результаты серии опытов

№ опыта	z_1	z_2	x_1	x_2	y
1	-1	-1	0,63	0,45	16,3
2	+1	-1	1,03	0,45	21,8
3	-1	+1	0,63	0,47	17,7
4	+1	+1	1,03	0,47	23,2

Таблица 4

Матрица планирования и результаты серии опытов

№ опыта	z_1	z_2	x_1	x_2	y
1	-1	-1	0,77	0,13	30,1
2	+1	-1	1,27	0,13	40,2
3	-1	+1	0,77	0,15	32
4	+1	+1	1,27	0,15	40,5

На основе матриц планирования и результатов серии опытов были рассчитаны коэффициенты уравнений регрессии для функции отклика.

Уравнение регрессии, описывающее влияние весовой скорости и скорости воды в трубках секции охлаждения для горячего контура охлаждения дизеля:

$$y = 19,75 + 2,75z_1 + 0,7z_2 . \quad (4)$$

Уравнение регрессии, описывающее влияние весовой скорости и скорости воды в трубках секции охлаждения для холодного контура охлаждения дизеля:

$$y = 35,7 + 4,65z_1 + 0,55z_2 - 0,4z_{12} . \quad (5)$$

После проверки на значимость коэффициентов регрессии и адекватность полученных уравнений, регрессионные выражения в кодированных переменных получили вид:

для горячего контура системы охлаждения –

$$y = 19,75 + 2,75z_1 ; \quad (6)$$

для холодного контура системы охлаждения –

$$y = 35,7 + 4,65z_1. \quad (7)$$

Полученные уравнения регрессии (6) и (7) приводим к физическим переменным по уравнению:

$$z_1 = \frac{(x_1 - x_1^{ц.п.})}{\Delta_1}, \quad (8)$$

где $x_1^{ц.п.}$ – центр плана; Δ_1 – интервал варирования.

После подстановки физических переменных в уравнение (8) окончательно получаем регрессионные выражения для расчета коэффициента теплопередачи, Вт/(м²·К):

для горячего контура системы охлаждения –

$$K = 2,1923 + 21,153U_{вз}; \quad (9)$$

для холодного контура системы охлаждения –

$$K = -0,7846 + 35,769U_{вз}. \quad (10)$$

Таким образом, полученные уравнения регрессии для расчета коэффициента теплопередачи можно использовать в математических моделях систем охлаждения теплоносителей тепловозов, а учитывая, что на большинстве серий локомотивов устанавливаются секции одного типа, данные уравнения могут быть применимы для всех конструкций холодильников тепловозов.

Список литературы

1. Конструкция, расчет и проектирование локомотивов / А. А. Камаев, Н. Г. Апанович др.; под ред. А. А. Камаев. – М.: Машиностроение, 1981. – 351 с.
2. Куликов, Ю. А. Системы охлаждения силовых установок тепловозов / Ю. А. Куликов. – М.: Машиностроение, 1988. 280 с.
3. Ведрученко В. Р. Инженерный эксперимент: Учебное пособие / В. Р. Ведрученко, В. В. Крайнов, Н. В. Жданов / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2014. – 129 с.
4. Гартман, Т. Н. Статическая обработка результатов активного эксперимента / Т. Н. Гартман. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2006. – 52 с.

В. В. Харламов, М. Ф. Байсадыков, В. С. Лысенко

КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ИЗНОСА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЩЕТОК ДЛЯ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

В статье приведены обобщённые результаты по вопросу разработки математической модели определения интенсивности изнашивания электрических щеток коллекторных тяговых двигателей подвижного состава, позволяющей оценить воздействие наиболее значимых факторов эксплуатации; в статье также предложена методика настройки коллекторных тяговых электродвигателей подвижного состава, обеспечивающей минимальную величину интенсивность изнашивания электрических щеток.

Согласно «Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г.» одним из главных целевых ориентиров является приведение качества и безопасности перевозочного процесса всех видов транспорта, в том числе и железнодорожного, в соответствие с современными требованиями экономики. Решение указанной задачи возможно только с использованием научно-обоснованной системой диагностирования и ремонта электроподвижного состава (ЭПС), улучшения показателей надежности агрегатов и узлов эксплуатируемого парка и перехода от системы ремонта по пробегу к системе его ремонта по техническому состоянию.

Одним из главных элементов, влияющих на надежность работы тяговых электродвигателей (ТЭД) является коллекторно-щеточный узел (КЩУ). Анализ данных по отказам узлов ЭПС показывает, что неисправности КЩУ составляют в среднем до тридцати процентов от общего числа неисправностей ТЭД. Это связано с тем, что работа ТЭД на железнодорожном транспорте имеет ряд особенностей в процессе эксплуатации, например: повышенные нагрузки, вибрация, режимы работы. Эти факторы напрямую воздействуют на ресурс работы двигателя, и вызывают повышенный износ элементов КЩУ ТЭД.

При работе ТЭД происходит сложный процесс механического, электрического и химического взаимодействия графитовых щеток с коллектором. Однако в виду меньшей твердости материала электрические

щетки в большей степени подвержены износу, что обуславливает необходимость их относительно частой замены.

Износ электрических щеток определяется одновременным воздействием ряда различных физических факторов, воздействующих на процесс токосъема, и параметров системы: силы прижатия трущихся поверхностей и скорости их взаимного перемещения, коэффициентов трения, конструкции щеткодержателя, плотности тока в контакте, наличии искрообразования и др. При этом искрение под щетками, обусловленное неудовлетворительной коммутацией, может значительно усиливать их износ. Несвоевременная замена изношенных щеток, как правило, приводит к повреждению коллектора и потере работоспособности ТЭД.

Анализ работ [1-4], посвященных изучению процесса изнашивания электрических щеток, показывает, что интенсивность изнашивания щеток принято разделять на три составляющих, действующих одновременно: фрикционную – $\Delta I_{\text{ф}}$, электрокоррозионную – $\Delta I_{\text{эк}}$, электроэрозионную – $\Delta I_{\text{эр}}$. Обобщение выражений для определения $\Delta I_{\text{ф}}$, $\Delta I_{\text{эк}}$, $\Delta I_{\text{эр}}$ позволило составить следующую зависимость для оценки интенсивности изнашивания электрических щеток:

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = (n \cdot P_{\text{ср.щ}}) \cdot K_{\text{ф}} + (n^{\frac{3}{4}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \cdot P_{\text{ср.щ}}^{\frac{1}{2}}) \cdot K_{\text{эк}} + (n \cdot W_{\text{и}}) \cdot K_{\text{эр}}, \quad (1)$$

где t – время; n – частота вращения двигателя; $P_{\text{ср.щ}}$ – средняя величина давления на щетку; I – ток, протекающий по щетке; $W_{\text{и}}$ – энергия искрения; $K_{\text{ф}}$ – коэффициент фрикционного износа; $K_{\text{эк}}$ – коэффициент электрокоррозионного износа; $K_{\text{эр}}$ – коэффициент электроэрозионного износа.

Коэффициенты $K_{\text{ф}}$, $K_{\text{эк}}$, $K_{\text{эр}}$ зависят от параметров режима работы двигателя и определяются эмпирически. Для этого необходимо произвести три эксперимента с измерением каждой составляющей интенсивности износа в отдельности, как описано в работе [4].

Выражение (1) позволяет найти интенсивность изнашивания щеток с учетом основных параметров работы двигателя, но стоит отметить, что при эксплуатации ТЭД щетка подвергается воздействию дополнительных факторов, среди которых большое влияние оказывает состояние поверхности профиля коллектора, что должно быть учтено при расчетах. Для оценки этого воздействия составлена расчетная схема [5], соответствующая наиболее

распространённым конструкциям щеткодержателей ТЭД и включающая в себя следующие элементы: щетка, опирающаяся на поверхность коллектора, корпус щеткодержателя, нажимная пружина.

При работе ТЭД процесс движения щётки следует рассматривать в виде колебаний с тремя степенями свободы: радиальные, тангенциальные, а также поворотные относительно центра тяжести. Современные щеткодержатели, ввиду своей конструкции, не позволяют щетке иметь сколько-нибудь значимые углы поворота относительно центра тяжести и тангенциальные перемещения. В связи с этим в работе [6] рассматриваются только радиальные перемещения, и расчет ведется по уравнению движения вдоль вертикальной оси Oz . Такое упрощение задачи приводит к тому, что при расчетах не учитываются тангенциальные силы нажатия щетки на стенки щеткодержателя (F_{c1} , F_{c2}), а, следовательно, и пропорциональные им радиальные силы сухого трения щетки о стенки щеткодержателя ($F_{тщд1}$, $F_{тщд2}$), участвующие в процессе движения вдоль вертикальной оси. Для решения данной проблемы при составлении расчетной схемы отсутствующие силы сухого трения ($F_{тщд1}$, $F_{тщд2}$) заменены на силы вязкого трения, имеющие другую физическую природу, изменяющие частотные свойства механической системы, так как зависят от скорости движения.

Согласно составленной схеме дифференциальные уравнения движения щетки в щеткодержателе могут быть записаны в следующем виде:

$$\begin{cases} M \ddot{x} + F_{тщд1} + F_{тщд2} - P_p - Mg + P_k = 0; \\ M \ddot{y} + F_{тpp} + F_{трк} - F_{c1} + F_{c2} = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Решение системы дифференциальных уравнений (2) позволяет рассчитать изменение упругой силы в точках контакта щетки с поверхностью коллектора, а также получить данные по горизонтальному и вертикальному перемещению щетки при движении её по коллектору. Полученные результаты могут быть применены для расчета интенсивности изнашивания щетки (1).

Определение электрокоррозионной составляющей износа $\Delta I_{эк}$ производится путем разбиения полученных значений P_k на j интервалов и нахождения среднего значения давления в контакте $P_{срj}$, а также вероятности попадания в каждый из них значений упругой силы $f(P_{срj})$. Выражение (1) при этом примет следующий вид:

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = (n \cdot P_{\text{ср.щ}}) \cdot K_{\phi} + (n^{\frac{3}{4}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \cdot \sum (P_{\text{ср.ж}} \cdot f(P_{\text{ср.ж}}))^{\frac{1}{2}} \cdot K_{\text{эк}} + (n \cdot W_{\text{и}}) \cdot K_{\text{эр}}. \quad (3)$$

На основании уточненной математической модели (3) разработан алгоритм прогнозирования ресурса работы электрических щеток МПТ [7], послуживший основой для программы «Прогнозирование ресурса работы щеток машин постоянного тока» [8], главное окно которой приведено на рис. 1.

Разработанное программное обеспечение предназначено для определения интенсивности изнашивания электрических щеток ТЭД и оценке влияния на данный процесс основных эксплуатационных и технологических параметров. Его использование в процессе эксплуатации и настройки электродвигателя позволяет производить поиск оптимальных условий работы ТЭД.

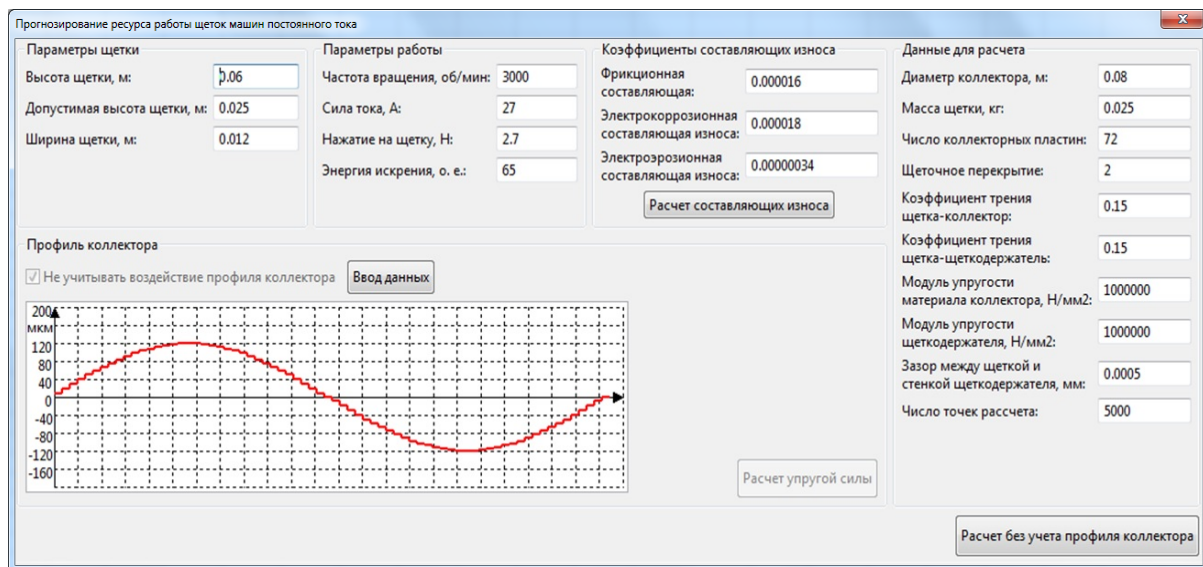


Рис. 1. Главное окно программы

При поддержании оптимальных условий работы ТЭД происходит снижение интенсивности изнашивания элементов КЩУ и увеличение времени работы ТЭД, в связи с тем что в процессе эксплуатации двигателя обеспечивается удовлетворительная коммутация. В связи с тем, что на коммутационный процесс в ТЭД оказывает влияние большое число факторов, общее влияние которых в процессе эксплуатации может определить с применением интегрального показателя. Одним из таких показателей является минимум износа элементов контактной пары [9]:

$$V \rightarrow \min \quad (4)$$

Так как из элементов КЩУ ТЭД наиболее подвержены износу электрические щетки, то именно их отказ можно рассматривать в качестве одного из показателей работоспособности двигателя. При этом критерием оптимальной настройки двигателя будет являться величина минимального износа щетки.

Сформированная математическая модель (1) предусматривает оценку интенсивности изнашивания щеток от воздействия следующих факторов: частоты вращения двигателя, тока якоря, степени искрения двигателя и усилия нажатия на щетку. В связи с этим условие для оценки настройки двигателя (4) можно записать в виде:

$$\Delta И(I, n, P, W_{и}) \rightarrow \min \quad (5)$$

Параметры I , N в выражении (3) не подвергаются настройке в процессе ремонта двигателя и зависят от режимов работы электровоза. Следовательно обеспечить минимальную интенсивность изнашивания щеток либо настройкой коммутации двигателя по степени искрения, либо подбором величины оптимального нажатия на щетку.

Настройка коммутации двигателя с целью обеспечения величины минимального искрения требует проведения испытаний, связанных с установлением зависимости интенсивности искрения щеток от магнитодвижущей силы (МДС), которая определяется током подпитки/отпитки добавочных полюсов, в различных режимах работы. При этом должна быть заранее установлена зависимость МДС добавочных полюсов от толщины немагнитных прокладок. В условиях депо произвести данную настройку является затруднительным.

Настройка двигателя с подбором величины оптимального нажатия. Данный подход обладает простотой регулировки и может быть использован при ремонте двигателя в условиях ремонтных депо.

Для обеспечения величины минимального износа предложена методика подбора величины оптимального нажатия на щетку.

Перед началом расчетов необходимо подготовить входные данные для расчета: профилограммы коллектора испытуемого двигателя, данные по изменению тока ТЭД и скорости движения электровоза из эксплуатации, номинальные параметры и размеры двигателя и щетки, определение коэффициентов составляющих износа щеток $K_{ф}$, $K_{эк}$ и $K_{эр}$.

Перед выполнением расчета необходимо сформировать целевую функцию износа электрических щеток, с учетом режимов работы двигателя. Согласно методам теории оптимизации [10] целевая функция может быть представлена в виде:

$$\begin{aligned} \Delta I(F) = & ((n_1 \cdot P_{\text{ср.ш}}) \cdot K_{\phi} + (n_1^{\frac{3}{4}} \cdot I_1^{\frac{1}{2}} \cdot P_{\text{ср.ш}}^{\frac{1}{2}}) \cdot K_{\text{эк}} + n_1 \cdot W_{\text{и}} \cdot K_{\text{эр}}) \cdot \Delta t_1^* + \\ & + ((n_2 \cdot P_{\text{ср.ш}}) \cdot K_{\phi} + (n_2^{\frac{3}{4}} \cdot I_2^{\frac{1}{2}} \cdot P_{\text{ср.ш}}^{\frac{1}{2}}) \cdot K_{\text{эк}} + n_2 \cdot W_{\text{и}} \cdot K_{\text{эр}}) \cdot \Delta t_2^* + \dots + \\ & + ((n_N \cdot P_{\text{ср.ш}}) \cdot K_{\phi} + (n_N^{\frac{3}{4}} \cdot I_N^{\frac{1}{2}} \cdot P_{\text{ср.ш}}^{\frac{1}{2}}) \cdot K_{\text{эк}} + n_N \cdot W_{\text{и}} \cdot K_{\text{эр}}) \cdot \Delta t_N^*, \end{aligned} \quad (6)$$

где Δt_1^* , Δt_2^* , Δt_N^* – относительные продолжительности работы в различных режимах; n – частота вращения двигателя, об/мин; $P_{\text{ср.ш}}$ – средняя величина давления на щетку; I – ток, протекающий по щетке, А.

С учетом механического воздействия профиля на интенсивность изнашивания щетки, целевая функция примет следующий вид:

$$\begin{aligned} \Delta I(F) = & ((n_1 \cdot P_{\text{ср.ш}}) \cdot K_{\phi} + (n_1^{\frac{3}{4}} \cdot I_1^{\frac{1}{2}} \cdot \sum (P_{\text{ср}j} \cdot f(P_{\text{ср}j}))^{\frac{1}{2}}) \cdot K_{\text{эк}} + n_1 \cdot W_{\text{и}} \cdot K_{\text{эр}}) \cdot \Delta t_1^* + \\ & + ((n_2 \cdot P_{\text{ср.ш}}) \cdot K_{\phi} + (n_2^{\frac{3}{4}} \cdot I_2^{\frac{1}{2}} \cdot \sum (P_{\text{ср}j} \cdot f(P_{\text{ср}j}))^{\frac{1}{2}}) \cdot K_{\text{эк}} + n_2 \cdot W_{\text{и}} \cdot K_{\text{эр}}) \cdot \Delta t_2^* + \dots + \\ & + ((n_N \cdot P_{\text{ср.ш}}) \cdot K_{\phi} + (n_N^{\frac{3}{4}} \cdot I_N^{\frac{1}{2}} \cdot \sum (P_{\text{ср}j} \cdot f(P_{\text{ср}j}))^{\frac{1}{2}}) \cdot K_{\text{эк}} + n_N \cdot W_{\text{и}} \cdot K_{\text{эр}}) \cdot \Delta t_N^*, \end{aligned} \quad (7)$$

где $P_{\text{ср}j}$ – среднее значение упругой силы в точке контакта щетки с коллектором; $f(P_{\text{ср}j})$ – доля времени.

Стоит отметить, что значения параметров n_N и I_N обусловлены режимами работы электровоза и могут быть получены из бортовой системы электровоза. Число N показывает количество участков, на которые разделены входные данные. Чем больше N , тем точнее расчет.

В качестве варьируемого параметра в целевой функции принято значение усилия нажатия на щетку P .

В итоге целевую функцию можно записать в виде:

$$\Delta I(P) = \Delta I_1(P) \cdot \Delta t_1^* + \Delta I_2(P) \cdot \Delta t_2^* + \dots + \Delta I_N(P) \cdot \Delta t_N^*$$

$$\text{где } \Delta I_i(P) = ((n_i \cdot P) \cdot K_{\phi} + (n_i^{\frac{3}{4}} \cdot I_i^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\sum (P_{\text{ср}j} \cdot f(P_{\text{ср}j}))^{\frac{1}{2}} \right) (P)) \cdot K_{\text{эк}} + n_i \cdot W_{\text{и}}(P) \cdot K_{\text{эр}}) \cdot \Delta t_i^* -$$

значение интенсивности износа щетки на i -ом участке.

Далее производится решение оптимизационной задачи по нахождению оптимального значения $P_{\text{опт}}$, соответствующего глобальному минимуму функции износа:

$$\Delta I(P) \rightarrow \min.$$

Решением оптимизационной задачи является значение $P_{\text{опт}}$, соответствующее минимальному значению износа.

После нахождения величин интенсивности изнашивания щеток производится анализ полученных значений и определяется необходимая величина нажатия на щетку $P_{\text{опт}}$, которой соответствует минимум из найденных значений ΔI .

Использование приведенной методики представляет собой один из вариантов практического применения математической модели определения интенсивности изнашивания электрических щеток (1) и позволяет определять оптимальную значение усилия нажатия на щетку в коллекторных ТЭД постоянного тока с учетом режимов работы электровоза.

Практическая ценность представленной методики заключается в том, что данный подход к настройке параметров ТЭД позволяет повысить ресурс электрических щеток, не требуя применения дополнительного оборудования, и, следовательно, может быть без значительных материальных затрат реализован в условиях ремонтного депо.

Список литературы

1. Основы трибологии (трение, износ, смазка): Учебник для технических вузов. 2-е изд. переработ. и доп. [Текст] / А. В. Чичинадзе, Э. Д. Браун, Н. А. Буше и др.; Под общ. ред. А. В. Чичинадзе – М.: Машиностроение, 2001 – 664 с.
2. Мышкин, Н. К. Электрические контакты [Текст] / Н. К. Мышкин, В. В. Кончиц, М. Браунович. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2008. – 560 с.
3. Хольм, Р. Электрические контакты [Текст] / Р. Хольм. – М.: Издательство иностранной литературы, 1961 – 464с.
4. Харламов, В. В. Методика определения параметров математической модели износа электрических щеток [Текст] / В. В. Харламов, Д. И. Попов, М. Ф. Байсадыков / Инновационные проекты и технологии в образовании, промышленности и на транспорте: Материалы научной конференции // Омск: ОмГУПС, 2017. – С. 109 – 116.
5. Харламов, В. В. Оценка влияния профиля коллектора машины постоянного тока на работу скользящего контакта [Текст] / В. В. Харламов,

Д. И. Попов, М. Ф. Байсадыков // Омский научный вестник. – 2016. – Вып. 4 (148). – С. 62 – 65.

6. Ахунов, Д. А. Совершенствование методов оценки технического состояния коллектора электрических машин постоянного тока: дис. ... кандидата техн. наук: 05.09.01 – Омский гос. техн. ун-т, Омск, 2013 – 133 с.

7. Харламов, В. В. Алгоритм прогнозирования ресурса работы электрических щеток тяговых электродвигателей [Текст] / В. В. Харламов, Д. И. Попов, М. Ф. Байсадыков // Известия Транссиба. – 2017. – №1 (29). – С. 47 – 56.

8. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ РФ Прогнозирование ресурса работы щеток машин постоянного тока / А. И. Стретенцев, В. В. Харламов, Д. И. Попов, М. Ф. Байсадыков (Россия). – № 2017661828; заявл. 28.06.2017; опубл. 23.10.2017. – 1 с.

9. Авилов, В. Д. Оптимизация коммутационного процесса в коллекторных электрических машинах постоянного тока: монография [Текст] / В. Д. Авилов // Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2013. – 356 с.

10. Бойко, О. А. Наладка коммутации машин постоянного тока [Текст] / О. А. Бойко // М.-Л.: "Энергия", 1966 г. 48с.

УДК 621.313

В. В. Харламов, П. К. Шкодун, А. Д. Галеев

РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МЕТОДА ВОЛНОВОГО ОТКЛИКА ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ПОСТОЯННОГО ТОКА

В статье рассматриваются вопросы расширения функционала метода «волнового отклика» при идентификации отказов изоляции электрических машин постоянного тока. Проведен анализ формы диагностического сигнала при наличии дефектов корпусной изоляции добавочных полюсов машин.

Подвижной состав на полигоне российских железных дорог находится в эксплуатации в жестких климатических условиях. Некоторые из узлов подвижного состава выходят из строя раньше гарантийного срока по причинам

как конструкционного, так и эксплуатационного характера, среди которых можно выделить: ошибки на этапе проектирования; заведомо низкий ресурс надежности, заложенный в узлы; а также нерациональные режимы эксплуатации.

Во многом техническое состояние электроподвижного состава определяется ресурсом электрических машин, в состав которых входят машины тяговые и вспомогательные. К настоящему времени, при проектировании новых серий локомотивов все чаще отдается предпочтение асинхронному тяговому электроприводу, ввиду простоты обслуживания и эксплуатации. Однако машины постоянного тока на подвижном составе эксплуатируются в достаточно большом количестве, что говорит об актуальности вопросов, связанных с контролем их технического состояния.

Электрические машины подвижного состава включают ряд элементов, выполненных из проводниковых, магнитных и изоляционных материалов. Первые две группы – «неизбежные составляющие процесса преобразования энергии, изоляция служит для их надежного разделения» [1].

На отказы, вызванные неудовлетворительным состоянием изоляционных конструкций, приходится около половины от всех фиксируемых отказов. К категории дефектов изоляции относят пробой обмоток якоря и возбуждения (ОВ), компенсационной обмотки (КО) и добавочных полюсов (ДП), а также ухудшение состояния корпусной изоляции [2].

Для установления состояния изоляционных конструкций электрических машин, в условиях эксплуатирующих и ремонтных предприятий применяются разнообразные методы и методики. Наиболее просто установить состояние изоляции возможно путем прямых измерений сопротивления обмотки, сопротивления изоляции и тангенса угла диэлектрических потерь. Оценка степени увлажнения изоляции также оценивается для обнаружения процессов деградации изоляции. Как правило, используются косвенные методы, основанные на получении расчетных коэффициентов абсорбции и поляризации, после дополнительных измерений сопротивления изоляции. Используются также и разрушающие методы, связанные с испытаниями изоляции повышенным напряжением, причем данные манипуляции осуществляются для проверки необходимого запаса электрической прочности изоляции [3]. Подобные способы являются обязательными, например, при осуществлении

технического обслуживания электрических машин подвижного состава, но существует масса допущений для данных действий, связанных с номиналом напряжения и временем его приложения для каждого из типов машин. К тому же, каждое новое испытание снижает электрическую прочность изоляции, ввиду порчи ее органической составляющей процессами ионизации.

В последнее время для обнаружения неисправностей изоляции нашли широкое применение методы неразрушающего контроля, осуществляющие диагностирование изоляции без деструктивных последствий. Наибольшее распространение получили импульсные методы, основанные на подаче импульсного испытательного напряжения небольшого номинала и оценке реакции изоляции машины на этот сигнал. Одним из таких методов, относящихся к классу импульсных, является метод «бегущей волны», который заключается в подаче импульса напряжения на обмотку и его считывании на равном удалении от места приложения. Существует метод «волнового отклика», относящийся также к разряду импульсных. Изначально он зарекомендовал себя при диагностировании статорных обмоток асинхронных электрических машин [4], а затем был успешно адаптирован для процесса диагностирования изоляции обмоток машин постоянного тока. Согласно методике, тестовые импульсы в начале обмотки распадаются на волну с положим фронтом, которая проникает в обмотку, и отраженную волну. Фронт падающей волны сглаживается за счет меньшей скорости распространения высокочастотных составляющих. При достижении конца обмотки волна отражается, образуя стоячую волну, параметры которой зависят от электрических и геометрических параметров исследуемой обмотки [5].

Методика, основанная на анализе «волнового отклика», апробирована на якорных обмотках машин постоянного тока при обнаружении межвитковых замыканий. В свою очередь, имеется возможность обнаружения замыканий и в остальных функциональных узлах машины, таких как ОВ, КО и ДП.

Для подтверждения факта зависимости формы волнового отклика формирующегося на якорной обмотке от состояния других обмоток были исследованы две серии машин постоянного тока: 2ПН100Л, 2ПБ90М. Исследование проводилось на экспериментальной установке, схема которой представлена на рис. 1.

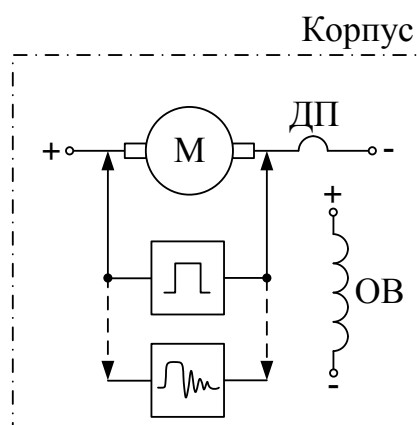


Рис. 1. Схема проведения эксперимента

В ходе эксперимента имитировались неисправности, и контролировалась форма сигнала волнового отклика на разнополярных щетках машины. Результаты опыта представлены на рис. 2, где каждая из кривых соответствует различным состояниям машины: 1 – при отсутствии неисправностей; 2 – при межвитковом замыкании якорной обмотки; 3 – при коротком замыкании ДП на корпус.

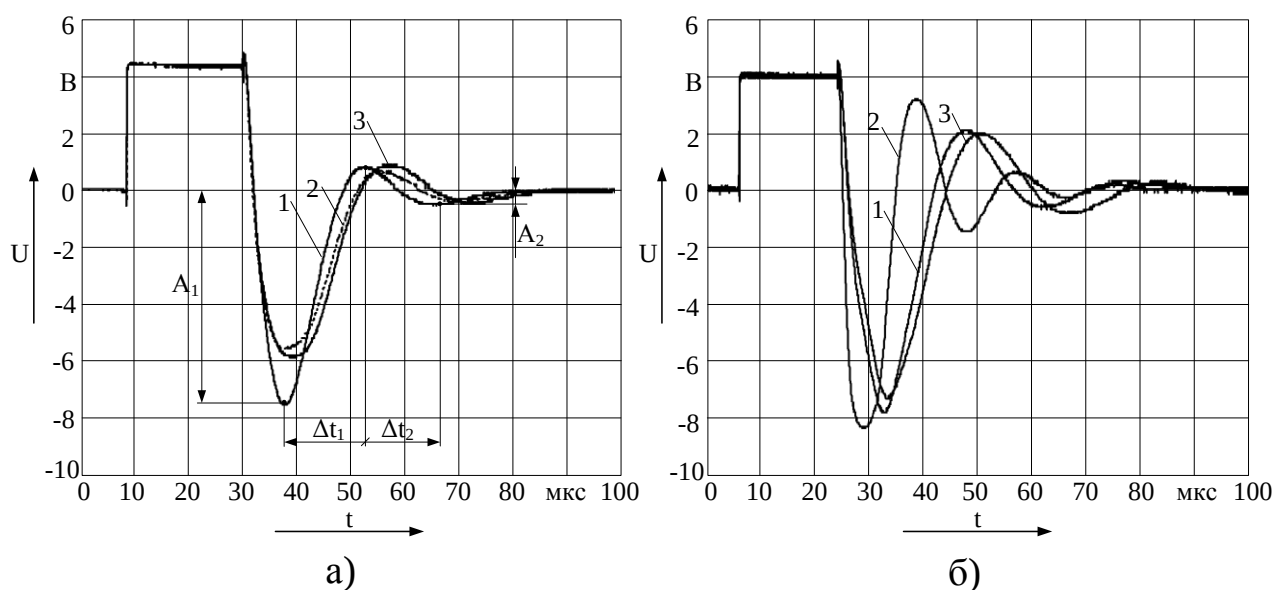


Рис. 2. Графики волновых откликов для машин а) 2ПН100L; б) 2ПБ90М

Как видно из графиков, внесенная в машину неисправность ведет к изменению степени затухания волнового отклика, что численно можно оценить, например, по значениям амплитуды первой и второй полуволн, рассчитав логарифмический декремент затухания λ .

$$\lambda = \ln \frac{A_1}{A_2}, \quad (1)$$

где A_1, A_2 – амплитуды первой и второй полуволн волнового отклика

Кроме того наблюдается неравномерность приращений времени $\Delta t_1, \Delta t_2$ между локальными максимумами отклика (табл. 1).

Таблица 1

Результаты эксперимента

Машина Состояние	2ПН100L					2ПБ90М				
	A_1 , В	A_2 , В	Δt_1 , мкс	Δt_2 , мкс	λ	A_1 , В	A_2 , В	Δt_1 , мкс	Δt_2 , мкс	λ
При отсутствии неисправностей	8,8	1,44	14,2	14,1	2,46	11,2	3,04	16,3	16,5	2,3
При межвитковом замыкании якорной обмотки	7,04	1,36	17,8	15,3	2,34	11,8	5,2	11,4	10,5	1,59
При коротком замыкании ДП на корпус	6,48	1,12	17,8	15,8	2,3	10,5	3,2	20,3	19,4	2,02

Таким образом, сигнал волнового отклика, зафиксированный на разнополярных щетках электрической машины постоянного тока чувствителен не только к витковым замыканиям якоря, но и замыканиям обмотки ДП на корпус. То есть функционал методики волнового отклика можно расширить путем установления степени различия между неисправностями других узлов.

Проведенные исследования позволяют расширить возможности применения метода волнового отклика для диагностирования технического состояния узлов электрических машин постоянного тока, а именно по изменению параметров отклика при наличии и отсутствии короткого замыкания ДП на корпус можно судить об имеющейся неисправности в виде пробоя корпусной изоляции ДП либо ухудшения ее состояния.

Список литературы

1 Пак, В. М. Новые материалы и системы изоляции высоковольтных электрических машин [Текст]/ В. М. Пак, С. Г. Трубачев; Под ред. В. М. Пака. – М.: Энергоатомиздат. – 2007. – 416 с.

2 Шкодун, П. К. Анализ современных методов диагностирования повреждений изоляции тяговых электродвигателей подвижного состава [Текст] / П. К. Шкодун, А. Д. Галеев // Инновационные проекты и технологии в образовании, промышленности и на транспорте: Материалы научной конференции / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2017. – С. 96 – 101.

3 Зеленченко, А. П. Устройства диагностики тяговых двигателей электрического подвижного состава [Текст]: Учебно-методическое пособие. – М.: Учебно-методический кабинет МПС России, 2002. – 37с.

4 Decner A., Glinka T., Polak A. Diagnostic Tests Method of Turn to Turn Insulation. – Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne, 2008, № 79, pp. 103 – 106.

5 Харламов, В. В. Применение методики волнового отклика для контроля технического состояния изоляции якорных обмоток машин постоянного тока [Текст]/ В. В. Харламов, П. К. Шкодун, И. В. Шестаков // Инновационные проекты и технологии машиностроительных производств: материалы всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Омск: ОмГУПС, 2015. – С. 79 – 86.

УДК 621.313.2

В. В. Бублик, В. А. Кураев, А. А. Штраухман

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОММУТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ КАК ЭЛЕМЕНТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЕЕ РЕМОНТА

В статье произведен анализ причин возникновения искрения в коллекторно-щеточном узле тяговых электродвигателей в процессе эксплуатации. Приведены ограничения условий коммутации при диагностировании (оценке) их как визуальным, так и инструментальным

методами. Приведены результаты сравнительных испытаний электрической машины малой мощности в лабораторных условиях тем и другим методами.

Коллекторы тяговых электрических машин находятся на пределе использования материалов и технологических возможностей [3]. Тяговые электродвигатели, особенно опорно-осевого подвешивания, подвержены значительным нагрузкам, различного характера, а именно:

коммутационного, которые связаны с электромагнитными процессами при изменении направления тока в секции обмотки якоря во время перехода ее из одной параллельной ветви в другую;

потенциального, вызываемые высоким напряжением между коллекторными пластинами, выступанием миканита и загрязнением коллектора;

механического, вызванные отрывом щетки от коллектора в динамическом режиме из-за его неправильной формы (овальность, выступание отдельных пластин), ударов на стыках рельсов и крестовинах стрелочных переводов колес электровоза, неправильной величины нажатия пружины щеткодержателя и др.

Фактически на условия коммутации накладывается два ограничения, каждое из которых имеет свои значение и физический смысл. Условие $di_c/dt = 0$ обеспечивает к моменту завершения коммутации отсутствие реактивной ЭДС, а $i_2 \approx 0$ – отсутствие тока в контакте при разрыве коммутируемого контура. Бескомпромиссное выполнение этих требований обеспечивает наилучшие условия коммутации, которые могут быть выполнены при определенном соотношении ЭДС вращения и реактивной ЭДС секций

$$\left\| \begin{array}{c} \left| \frac{di_c}{dt} \right| \\ |i_2| \end{array} \right\| \Rightarrow \text{мин при } t \rightarrow T. \quad (1)$$

Таким образом, в результате анализа результатов исследований [1, 2] за основу оценки взяты два основных воздействующих на процесс коммутации фактора: характеризующий электромагнитную неидентичность – конструктивные отклонения в геометрии магнитной системы ТЭД и фактор механического характера, что убедительно доказывает оптимальность ускоренной коммутации и говорит о рациональности формы изменения тока

секции обмотки якоря ТЭД, принятой нормально ускоренной, когда в сбегающем крае щетки до момента завершения коммутации ток и его производная стремятся к нулю, т. е. $i_2 \approx 0$; $di_c / dt \approx 0$ при $t \rightarrow T$.

Стендовые испытания электрической машины типа ... с оценкой качества коммутации по импульсам напряжения на сбегающем крае щеток по инструментальному методу Карасева-Суворова [1] производились с помощью прибора ПКК-2М (рис. 1).



Рис. 1. Лицевая панель прибора контроля коммутации ПКК-2М

Для этой цели электрическая машина препарировалась. На минусовой бракет устанавливался дополнительный щеткодержатель со щеткой-датчиком (рис. 2).

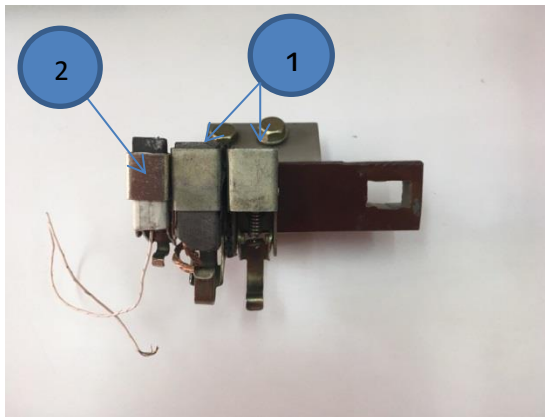


Рис. 2. Бракет с рабочими щетками (1) и щеткой-датчиком (2)

Необходимо отметить, что утвердившийся на практике термин «препарирование двигателя» означает оснащение его датчиками (первичными преобразователями), служащими для измерения различных величин с целью получения информации о рабочем процессе, коммутационном, в частности.

Показания прибора определяются следующими параметрами:

$$A = \frac{K_1}{T_{\pi}} \int_0^{T_{\pi}} U_{\text{им}} dt, \quad (2)$$

где K_1 – коэффициент преобразования; $T_{\text{п}}$ – постоянная интегрирования; $U_{\text{им}}$ – напряжение на сбегавшем крае щетки.

Физический параметр A (показания стрелочного индикатора) представляет собой суммарный ток разрыва за единицу времени на одном щеточном браке.

В лабораторных условиях были проведены сравнительные коммутационные испытания визуальной оценки безыскровой зоны коммутации электрической машины и инструментальной с применением данного прибора.

Схема испытаний приведена на рис. 3.

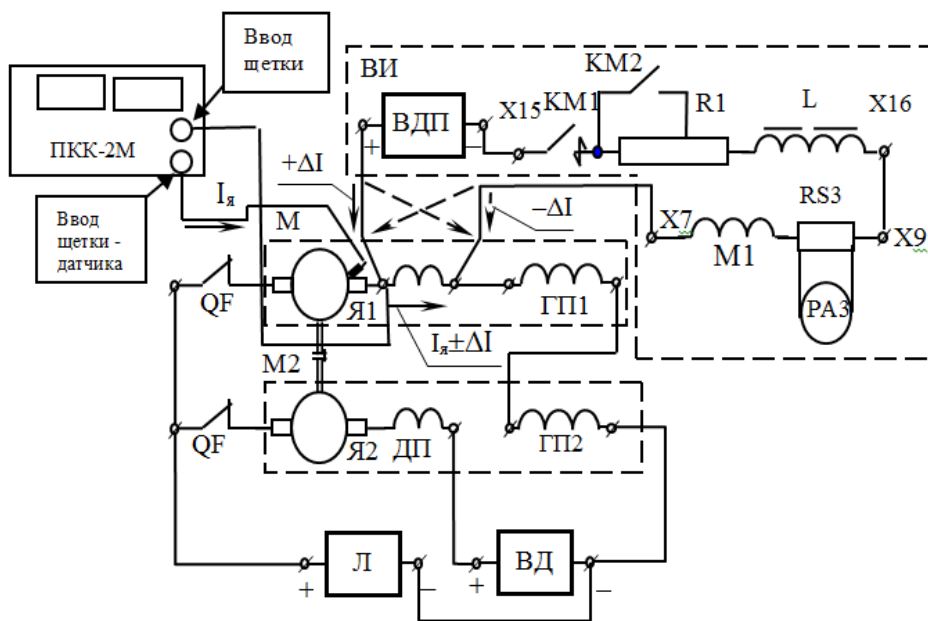


Рис. 3. Схема сравнительных коммутационных испытаний
в лабораторных условиях

Метод безыскровых зон В. Т. Касьянова позволяет выявить область безыскровой работы и с необходимой точностью, обеспечиваемой применением прибора ПКК-2М определить, как оптимальное число витков катушек ДП, так и величины диамагнитных зазоров между сердечниками ДП и остовом ТЭД.

Перед установкой щетки-датчика (рис. 4) необходимо проверить параллельность основных щеток исследуемой ЭМ относительно коллекторных пластин.

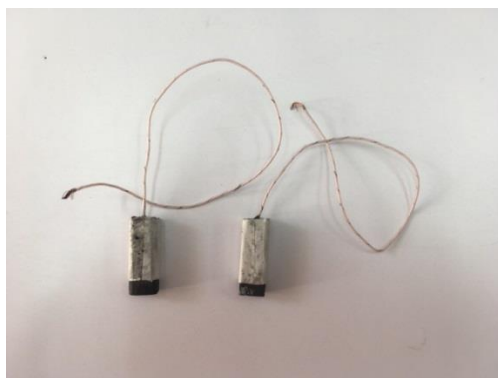


Рис. 4. Щетка-датчик прибора контроля коммутации ПКК-2М

Перед проведением испытаний щетка-датчик должна быть тщательно притерта с помощью абразивного камня (рис. 5), а измерительный элемент опилен до размера равного 0,8 ширины межламельного промежутка.



Рис. 5. Абразивные камни: 1 – крупнозернистый, 2 – мелкозернистый

Необходимо отметить, что при правильном положении датчика относительно рабочей щетки на экране осциллографа будет изображение, показанное на рис. 6.

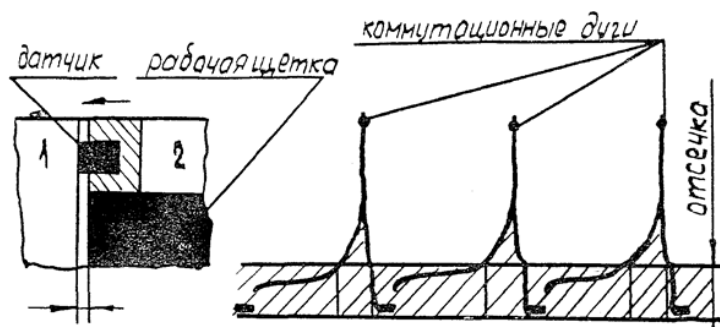


Рис. 6. Правильное положение датчика относительно рабочей щетки

Слева от осциллограммы показано относительное положение рабочей щетки, чувствительного элемента датчика и двух коллекторных пластин 1 и 2.

Стрелкой показано направление движения коллектора. При выходе из-под щетки коллекторной пластины 1 контакт между датчиком и этой пластиной все еще отсутствует. Напряжение дуги, возникшее при сходе щетки с пластины, подается на осциллограф. На осциллограмме дуга имеет вид точек, расположенных на вершине пиков. Расстояние между сбегающими краями рабочей щетки и датчиков должно быть таким, чтобы возникшая дуга успела погаснуть прежде, чем датчик сойдет с коллекторной пластины. На осциллограмме при этом получается провал, свидетельствующий о потере контакта между датчиком и пластиной.

Контакт с коллекторными пластинами проверен по схеме, представленной на рис. 7, где виден и результат проверки.

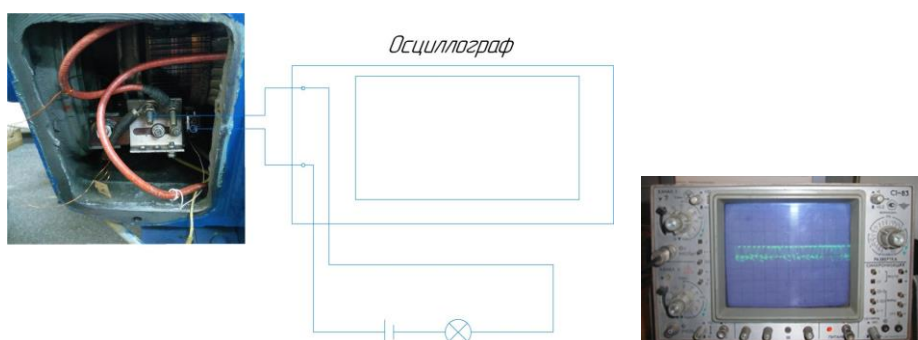


Рис. 7. Схема проверки контактирования щетки-датчика с коллекторными пластинами за один оборот

Согласно методике проведения испытаний, задавшись значением тока якоря $I_{\text{я}}$ ЭМ, работающей в режиме двигателя, определяют ток подпитки ($+\Delta I$) или отпитки ($-\Delta I$) ДП, при котором появляется минимальное видимое глазом человека искрение ($1 \div 2$ искры) под сбегающим краем щетки. Результаты замеров и наблюдений позволяют построить безыскровую зону (зону наилучшей коммутации) ЭМ, работающей в режиме двигателя, кривые $+\Delta I/I_{\text{я}}(I_{\text{я}})$ и $-\Delta I/I_{\text{я}}(I_{\text{я}})$ определяют ее границы (рис. 8).

Результаты испытаний, безыскровые зоны визуального и инструментального контроля, сведены в табл. 1 и показаны на рис. 8.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что визуальный метод определения коммутационного состояния машины не всегда дает его точную оценку, а вот инструментальный, при многократных изменениях режимов и их повторениях подтверждает, оптимальный прогноз.

Необходимо отметить, что нормы допускаемого расстройств коммутации при оценке по прибору ПКК-2М находятся на уровне 1¼ балла по визуальной оценке, т.е. более жесткие, чем установлены ГОСТ 183-74 и ГОСТ 2582-81, а также правилами ремонта ТЭД, которые допускают искрение в 1½ балла.

Таблица 1

Данные эксперимента

Номер опыта	Подпитка ДП					Отпитка ДП				
	I_a, A	$+\Delta I, A$ ВК/ИК	$+\Delta I/I_a$ ВК	$+\Delta I/I_a$ ИК	$n,$ об/мин	I_a, A	$-\Delta I, A$ ВК/ИК	$-\Delta I/I_a$ ВК	$-\Delta I/I_a$ ИК	$n,$ об/мин
1	5	2,5/1,2	0,5	0,24	1200	5	- 4/3,3	- 0,8	- 0,66	1200
2	7,5	5/2,5	0,67	0,36	500	7,5	- 6/4,2	- 0,8	- 0,56	600
3	10	7/4	0,71	0,4	350	10	- 7/5,3	- 0,7	- 0,53	450
4	12,5	10/6	0,82	0,48	300	12,5	- 8/6	- 0,64	- 0,48	350
5	15	14/8	0,93	0,53	250	15	- 9/6,5	- 0,6	- 0,43	300

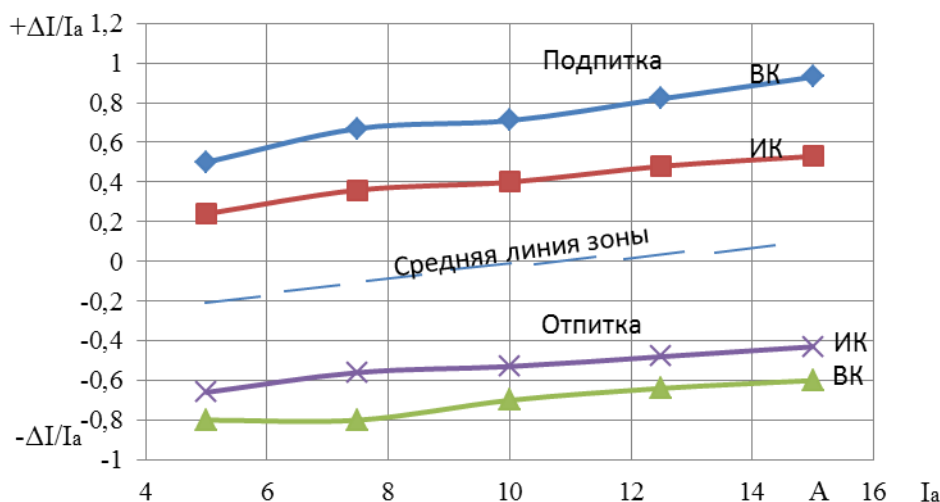


Рис. 8. Результаты сравнительных испытаний: ВК – визуальный метод;
ИК – инструментальный метод

Производственный процесс текущего ремонта третьего объема и среднего ремонта тяговых электрических машин электровозов состоит из ряда последовательно осуществляемых технологических процессов, одним из которых является диагностирование условий коммутации с последующей корректировкой магнитной системы дополнительных полюсов ДП.

Очевидно, что применение прибора контроля коммутации ПКК-2М со щеткой-датчиком и использование фактора искрения позволяет оценивать действительное состояние электродвигателей с учетом расчетных параметров, технологических отклонений при их изготовлении и ремонте, настройке магнитной системы ДП, а также эксплуатационных режимов.

Показания индикаторов можно перевести в баллы шкалы искрения по ГОСТ 183-74 (табл. 3).

Таблица 3

Соответствие показаний прибора ПКК-2М шкале ГОСТ 183-74

Показания индикатора, усл. ед.	Баллы по ГОСТ 183-74
0 – 150 –	1
150 – 600 (540)	1¼
600 – 2400 (1830)	1½
более 2400 –	2

Заключение

По результатам коммутационных испытаний необходимо сделать следующее заключение. Способ настройки коммутации по безыскровым зонам с применением прибора контроля коммутации ПКК-2М является наиболее точным, достоверным и практически приемлемым вариантом, так как на основе полученных значений токов подпитки-отпитки ДП либо до появления искрения, либо искрение доводят до уровня определенной балльности, при различных токах нагрузки строятся безыскровые зоны, позволяющие определить не только площадь безыскровой зоны или зоны той или иной балльности искрения, но и параметры регулировки магнитной системы ДП, что является наиболее достоверным показателем настройки коммутационной устойчивости электродвигателя.

Список литературы

1. Карасев, М. Ф. Оценка искрения и контроль качества коллекторов электрических машин [Текст]/ М. Ф. Карасев, В. П. Суворов/ Известия вузов, Электромеханика. – 1962. – № 7. – С. 21 – 25.

2. Авилов, В. Д. Оптимизация коммутационного процесса в коллекторных электрических машинах постоянного тока: монография / В. Д. Авилов; Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск: ООО «Издат. центр «Омский науч. вестн.», 2013. – 355 с.

4. Бублик, В. В. Конструкторско-техническая и технологическая документация. Разработка технологического процесса ремонта узлов и деталей ЭПС: учеб. Пособие. – М.: ФГБУ УМЦ, 2016. – 96 с.

УДК 621.313.2: 621.7.08

Д. И. Попов, Ю. В. Москалев, Р. В. Сергеев

ПОВЫШЕНИЕ КОММУТАЦИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ

В статье проведен анализ данных по эксплуатации тяговых электродвигателей карьерных самосвалов, выявлен высокий процент отказов, связанных с неудовлетворительным состоянием коммутации. Даны рекомендации по повышению коммутационной устойчивости электродвигателей карьерных самосвалов с учетом особенностей их эксплуатации.

Тяговые электродвигатели (ТЭД) постоянного тока используются в качестве привода ведущих колес карьерных автосамосвалов приводом переменного-постоянного тока, работающих на угольных карьерах. Данные двигатели работают в двигательном и в генераторном режиме (в режиме электрического торможения на тормозные резисторы) и являются реверсивными [1].

Тяжелые условия эксплуатации таких двигателей обуславливают проблемы с состоянием коммутации и как следствие вызывают повышенный износ поверхности коллектора и электрических щеток [2]. Эксплуатация показывает значительное снижение ресурса щеток по сравнению с существующими требованиями, а также неудовлетворительное состояние коммутации, которое приводит к почернению и повышенному износу каждой четвертой коллекторной пластины (эффект «зебры») [3-5].

По данным ряда эксплуатирующих организаций процентное соотношение отказов по причинам за период с 2012 по 2016 гг. приведено на рис.1.

Анализ данных по отказам ТЭД (рис. 1) позволяет сделать вывод о том, что причины 80 % отказов (повышенный износ щеток, радиальное биение коллектора, превышающего норму, повреждение щеткодержателей, перегрев или прогар изоляции якоря, а также прогар по бандажу со стороны коллектора) связаны с неудовлетворительной коммутацией [2-4, 6].

ТЭД карьерного самосвала работает в режиме двигателя с полным возбуждением и ослаблением поля, которое реализуется с использованием тиристорного преобразователя, шунтирующего обмотку возбуждения, а также в режиме электрического торможения

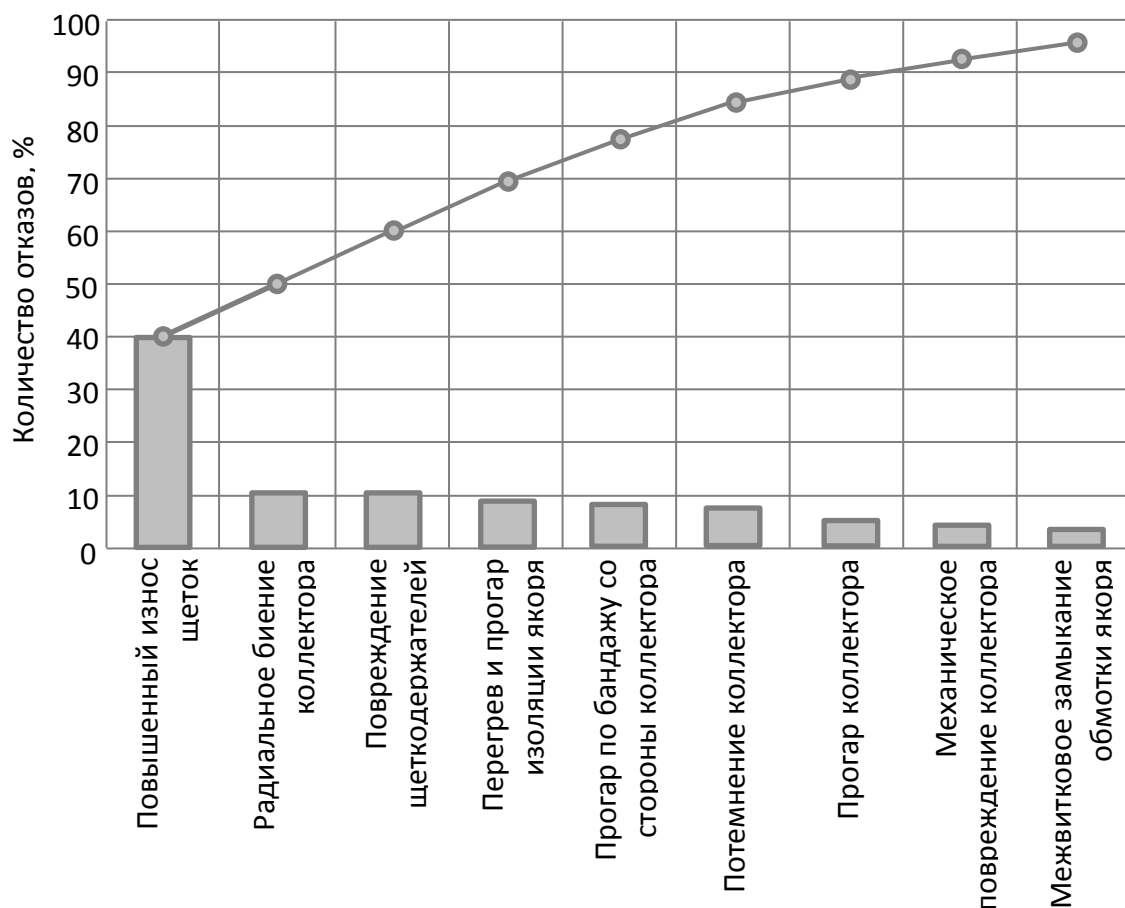


Рис. 1. Диаграмма Парето постепенных и внезапных отказов ТЭД

Следовательно, для установления причин неудовлетворительной коммутации необходимо анализировать работу ТЭД с учетом всех режимов работы и приближено к предельным токовым нагрузкам режимов.

В результате анализа данных бортовой системы мониторинга (рис. 2) установлено, что ТЭД самосвала 36% времени в рассматриваемом интервале работает с полным возбуждением, 56% – с ослаблением возбуждения, 8% – в режиме электрического торможения. Изменение коэффициента пульсации тока силовой цепи и тока возбуждения приведено на рис. 2 и 3.

При полном возбуждении коэффициент пульсации тока силовой цепи и тока возбуждения изменялся в диапазоне 0,05–0,4 (см. рис. 2 и 3), превышая этот диапазон кратковременно при переходе в режим ослабления поля или электрического торможения (до 0,8).

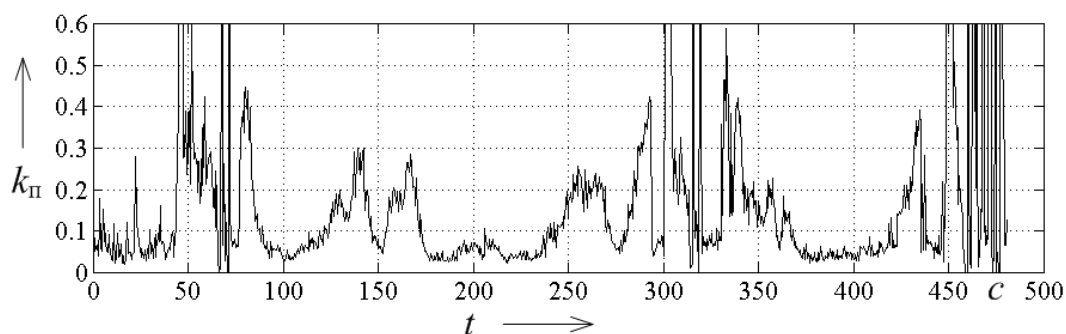


Рис. 2. Временная диаграмма коэффициента пульсации тока силовой цепи

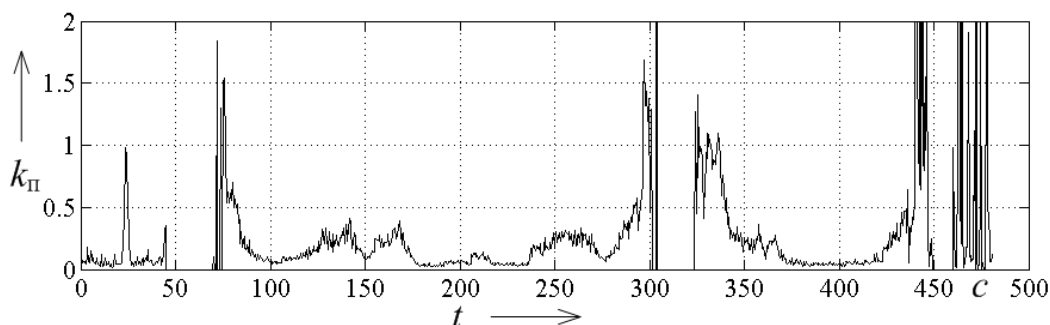


Рис. 3. Временная диаграмма коэффициента пульсации тока возбуждения

При ослаблении возбуждения коэффициент ослабления поля в среднем составил 0,75. При ослаблении поля значение коэффициента пульсации изменяется в диапазоне 0,3–1,0 (на некоторых кратковременных интервалах времени даже превышая значение 1,0), что является причиной пульсации основного магнитного потока и поля реакции якоря и оказывает негативное влияние на процесс коммутации [4, 7].

Причиной значительных пульсаций тока возбуждения при ослаблении поля является способ его реализации. Силовая часть схемы автоматического плавного регулирования тока возбуждения (рис. 4) представляет собой

трехфазный нулевой управляемый выпрямитель на тиристорах $VS1 - VS3$, образуя при включении тиристоров цепь, шунтирующую обмотки возбуждения $OB1$ и $OB2$ двигателей с обмотками якоря $OЯ1$ и $OЯ2$ соответственно. Силовая цепь двигателей питается от двух трехфазных мостовых схем выпрямления ($VD1 - VD6$ и $VD7 - VD12$), подключенных к обмоткам статора тягового генератора $G1$. Относительная продолжительность включенного состояния тиристоров определяет соотношение между значениями тока возбуждения ТЭД и тока якоря, т. е. коэффициент регулирования возбуждения. Изменение этого коэффициента производится посредством регулирования угла управления тиристоров.

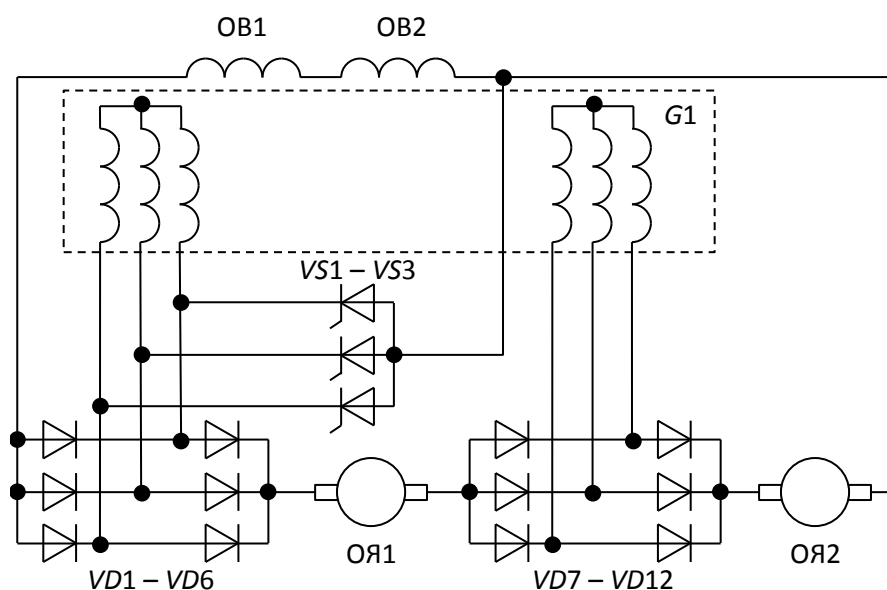


Рис. 4. Часть схемы автоматического плавного регулирования тока возбуждения ТЭД самосвала

С целью выявления возможных причин неудовлетворительной коммутации на испытательной станции, работающей по методу взаимной нагрузки [8], проведены испытания ТЭД в стационарном режиме методом взаимной нагрузки с подпиткой/отпиткой добавочных полюсов [5]. В качестве линейного генератора и вольтодобавочной машины использовались генераторы постоянного тока, что обуславливает низкий уровень пульсаций тока в обмотках испытуемых электродвигателей («гладкое» питание). Регистрация параметров искрения щеток и состояния поверхности коллектора ТЭД осуществлялась по сигналу с разнополярных щеток.

Характерный пример полученных в результате испытаний безыскровых зон для различных режимов работы (полное и ослабленное возбуждение) приведен на рис. 5, 6.

Как показывают результаты экспериментальных исследований, зона безыскровой работы испытуемых электродвигателей в режиме полного возбуждения смещена вверх, что свидетельствует о недокоммутации ТЭД, вызванной насыщением магнитной цепи добавочных полюсов (ДП).

При ослаблении поля зона безыскровой работы испытуемых электродвигателей смещается вниз, в связи с тем, что степень насыщения магнитной цепи добавочных полюсов уменьшается, и они в большей степени обеспечивают усиление комммутирующей ЭДС с ростом реактивной ЭДС.

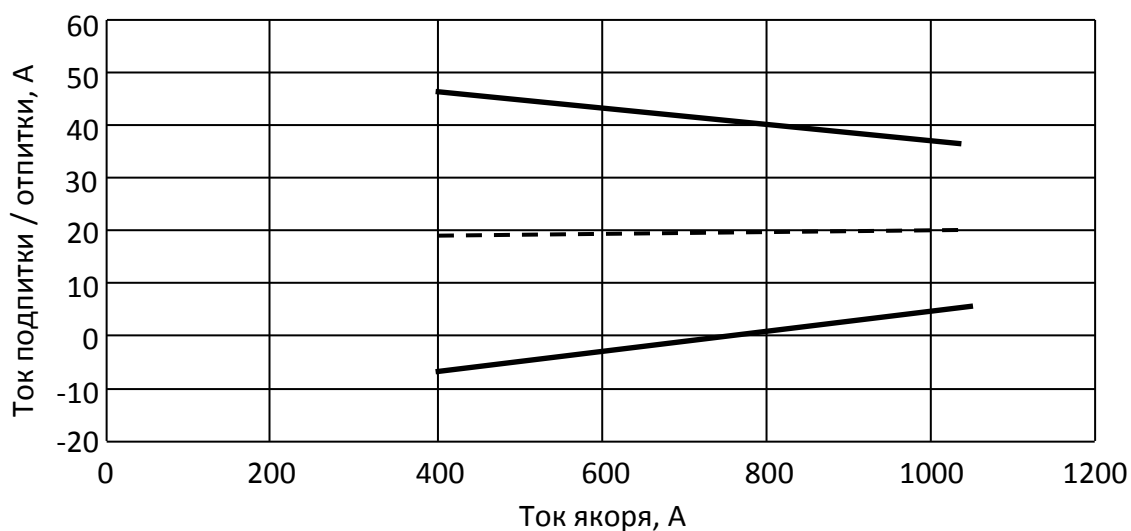


Рис. 5. Безыскровые зоны в режиме полного поля

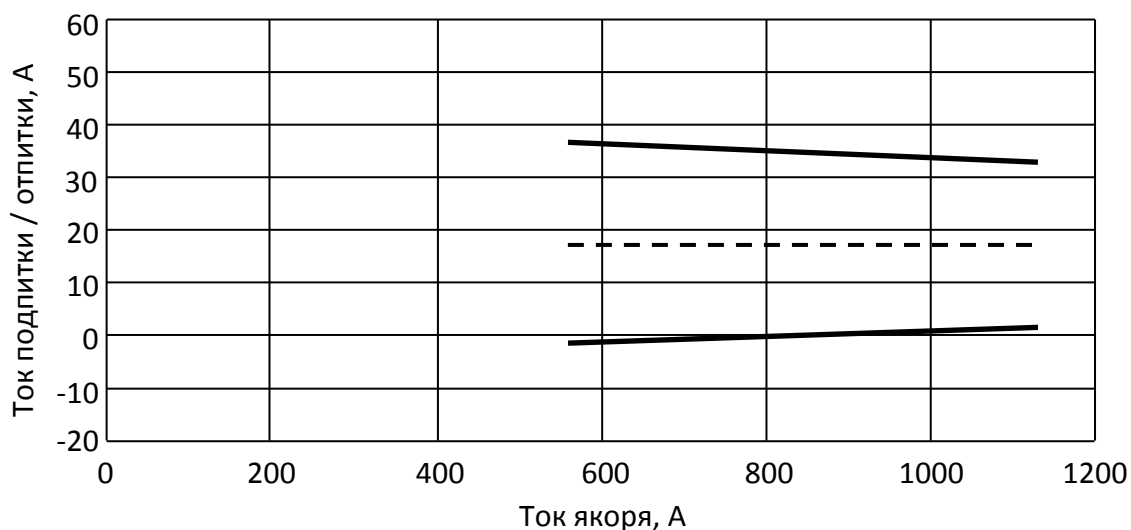


Рис. 6. Безыскровые зоны в режиме ослабленного поля

Как показал анализ результатов экспериментальных исследований, ТЭД имеют достаточно широкую зону безыскровой работы при «гладком» питании электродвигателя. Однако такие условия не соответствуют реальным условиям эксплуатации двигателя, работающего большую часть времени в переходных нестационарных режимах с пульсирующими токами якоря и возбуждения.

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно выделить два основных фактора ухудшающих коммутационную устойчивость электродвигателей рассматриваемого типа:

1) насыщение магнитной цепи, по которой замыкается поток ДП, что приводит к сложности настройки безыскровых зон для различных режимов работы электродвигателей, особенно соответствующих различной степени ослабления возбуждения (при полном возбуждении зона безыскровой работы «лежит» выше, чем при ослабленном, т. к. при ослаблении возбуждения машина меньше насыщена и увеличение потока ДП приводит к нарастанию разности коммутирующей и реактивной ЭДС, при полном возбуждении наоборот – поток ДП становится недостаточным);

2) при ослаблении возбуждения в машине наблюдается усиление пульсаций, как тока возбуждения, так и тока якоря, что приводит к значительному усилению вихревых токов в массивных элементах магнитопровода, и, как следствие, сдвигу фазы переменной составляющей потока ДП (которая оказывается не в противофазе к потоку реакции якоря), что, в свою очередь, ухудшает коммутационную устойчивость электродвигателей.

Для повышения коммутационной устойчивости электродвигателей данного типа предлагаются следующие мероприятия:

– проведение коммутационных испытаний с ослаблением возбуждения по схеме, реализующей пульсирующий характер ослабления возбуждения, аналогично схеме, применяемой на карьерных самосвалах;

– совершенствование методики настройки коммутации, которая должна учитывать значимость (относительную продолжительность работы) в условиях эксплуатации различных режимов (полное поле, ослабление поля, тормозной режим) и пульсирующее ослабление возбуждения. Необходимая величина корректировки МДС ДП и соответствующая ей толщина немагнитных прокладок должна рассчитываться с учетом относительной продолжительности работы в этих режимах [9-10].

В результате проведенного анализа данных по эксплуатации ТЭД карьерных самосвалов выявлен высокий процент отказов, связанных с неудовлетворительным состоянием коммутации.

Даны рекомендации по повышению коммутационной устойчивости ТЭД карьерных самосвалов с учетом особенностей их эксплуатации.

Список литературы

1. ГОСТ 2582-81. Машины электрические вращающиеся тяговые. Общие технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1981. – 37 с.
2. Харламов, В. В. Оценка влияния профиля коллектора машины постоянного тока на работу скользящего контакта [Текст] / В. В. Харламов, Д. И. Попов, М. Ф. Байсадыков // Омский научный вестник – Омск. – 2016. – № 4 (148). – С. 62 – 65.
3. Гемке, Р. Г. Неисправности электрических машин / Р. Г. Гемке. – Л.: Энергия, 1975. – 296 с.
4. Авилов, В. Д. Оптимизация коммутационного процесса в коллекторных электрических машинах постоянного тока: монография / В. Д. Авилов. – Омск: Омский гос. у-нт путей сообщения, 2013. – 356 с.
5. Харламов, В. В. Методы и средства диагностирования технического состояния коллекторно-щеточного узла тяговых электродвигателей и других коллекторных машин постоянного тока: монография / В. В. Харламов. – Омск: Омский гос. у-нт путей сообщения, 2002. – 233 с.
6. Вольдек, А. И. Электрические машины: Учебник для студентов вузов / А. И. Вольдек. – Л.: Энергия, 1978. – 832 с.
7. Повышение достоверности диагностирования коллекторно-щеточного узла электрических машин с учетом неидентичности коммутационных циклов [Текст] / В. В. Харламов, Д. И. Попов и др. // Омский научный вестник – Омск. – 2016. – № 4 (148). – С. 65 – 69.
8. Харламов, В. В. Универсальный энергоэффективный стенд для нагрузочных испытаний тяговых асинхронных двигателей и двигателей постоянного тока [Текст] / В. В. Харламов, Д. И. Попов, А. В. Литвинов // Известия Транссиба – Омск. – 2016. – №3 (27). – С. 58 – 66.

9. Курбасов, А. С. Проектирование тяговых электродвигателей: Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта / А. С. Курбасов, В. И. Седов, Л. Н. Сорин. – М.: Транспорт, 1987. – 536 с.

10. Проектирование тяговых электрических машин / М. Д. Находкин, Г. В. Василенко и др. – М.: Транспорт, 1976. – 624 с.

УДК 621.313

А. В. Скляр, Л. Е. Серкова

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПАЗОВЫХ ГАРМОНИК СПЕКТРА ТОКА СТАТОРА ТЯГОВОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

В статье описывается имитационная модель спектра тока статора тягового асинхронного двигателя, учитывающая питание от несинусоидального напряжения и возникновение пазовых гармоник. Предложенная модель может быть использована при изучении различных алгоритмов обработки спектральных компонент тока статора и при разработке комплексов спектр-токового диагностирования.

При питании асинхронного двигателя от трёхфазной сети переменного тока величина потребляемого тока в обмотках статора определяется режимом его работы, а форма в небольших пределах отличается от гармонического сигнала. В спектрах тока статора любой из фаз двигателя присутствует только основная составляющая с частотой питающего напряжения и ряд нечетных гармоник с частотами $(6n\pm 1)f_1$, $n=1, 2, 3, \dots$, определяемыми дискретностью фазовых обмоток статора, распределенных по пазам [1]. При включении в сеть питания импульсных потребителей энергии, в токе статора возможно наблюдать нечетные гармоники сети с частотами $(2n\pm 1)f_1$. На рис. 1 показан спектр тока статора асинхронного двигателя при питании его от сети с частотой напряжения 50 Гц.

Имитационная модель тока статора, учитывающая появление нечетных гармоник напряжения с частотами $(2n\pm 1)f_1$ показана на рис. 2. Блок «Saturation» выполняет ограничение синусоидального сигнала по амплитуде, тем самым вводятся нечетные гармоники с частотами $(2n\pm 1)f_1$.

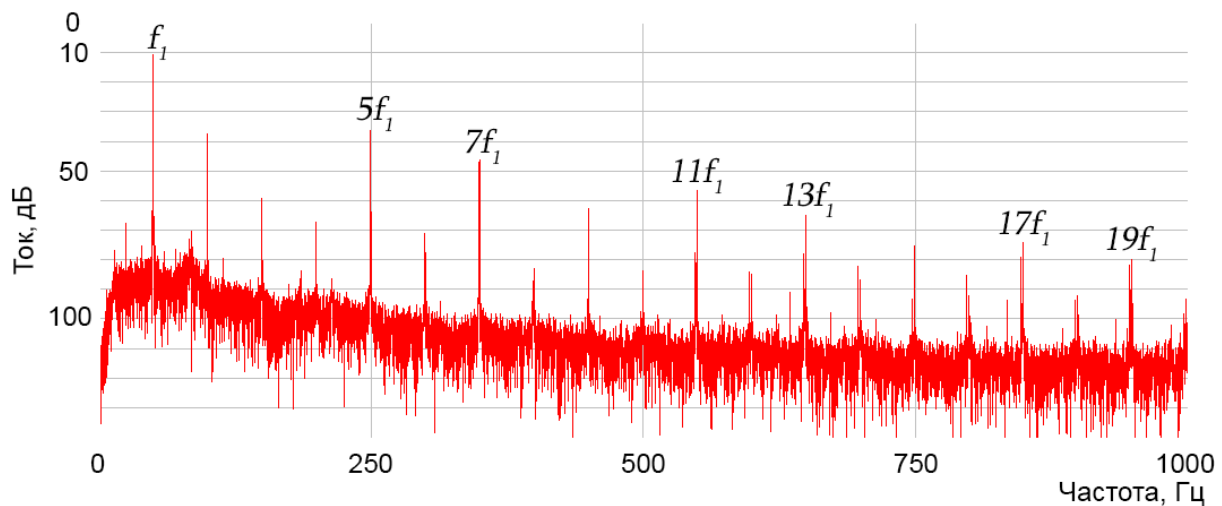


Рис. 1. Спектр тока статора бездефектного двигателя в одной из фаз

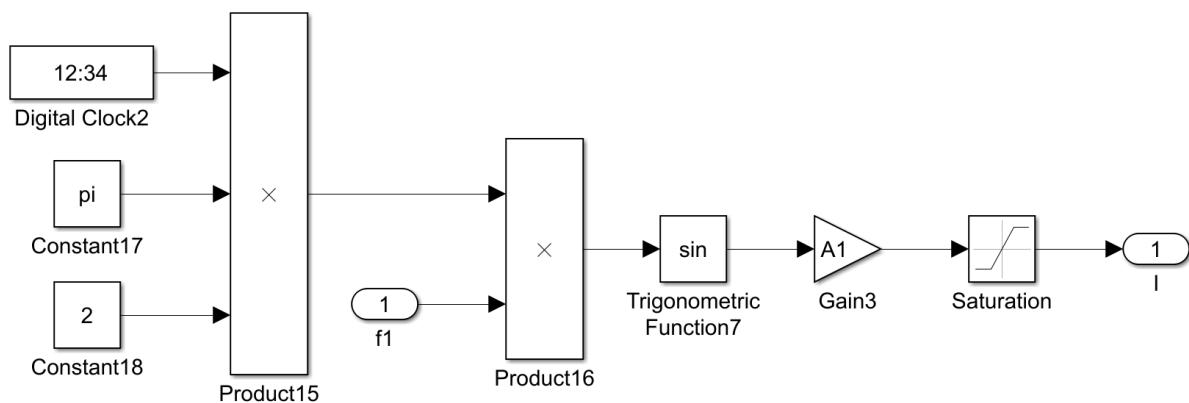


Рис. 2. Имитационная модель несинусоидального питающего тока

Модель учитывающая гармоники, определяемыми дискретностью фазовых обмоток статора, распределенным по пазам, показана на рис. 3.

Из-за взаимного влияния пазов магнитная индукция в зубцах меняется в зависимости от взаимного расположения зубцов ротора и статора. Так, например, если зубец статора находится над зубцом ротора, магнитная индукция в зазоре максимальна. В случае, когда зубец статора находится напротив паза ротора, магнитная индукция минимальна. Таким образом будет изменяться магнитная проводимость и магнитный поток при прохождении пазов ротора над пазами статора, что ведет к модуляции главной гармоники тока с частотой, зависящей от числа пазов ротора.

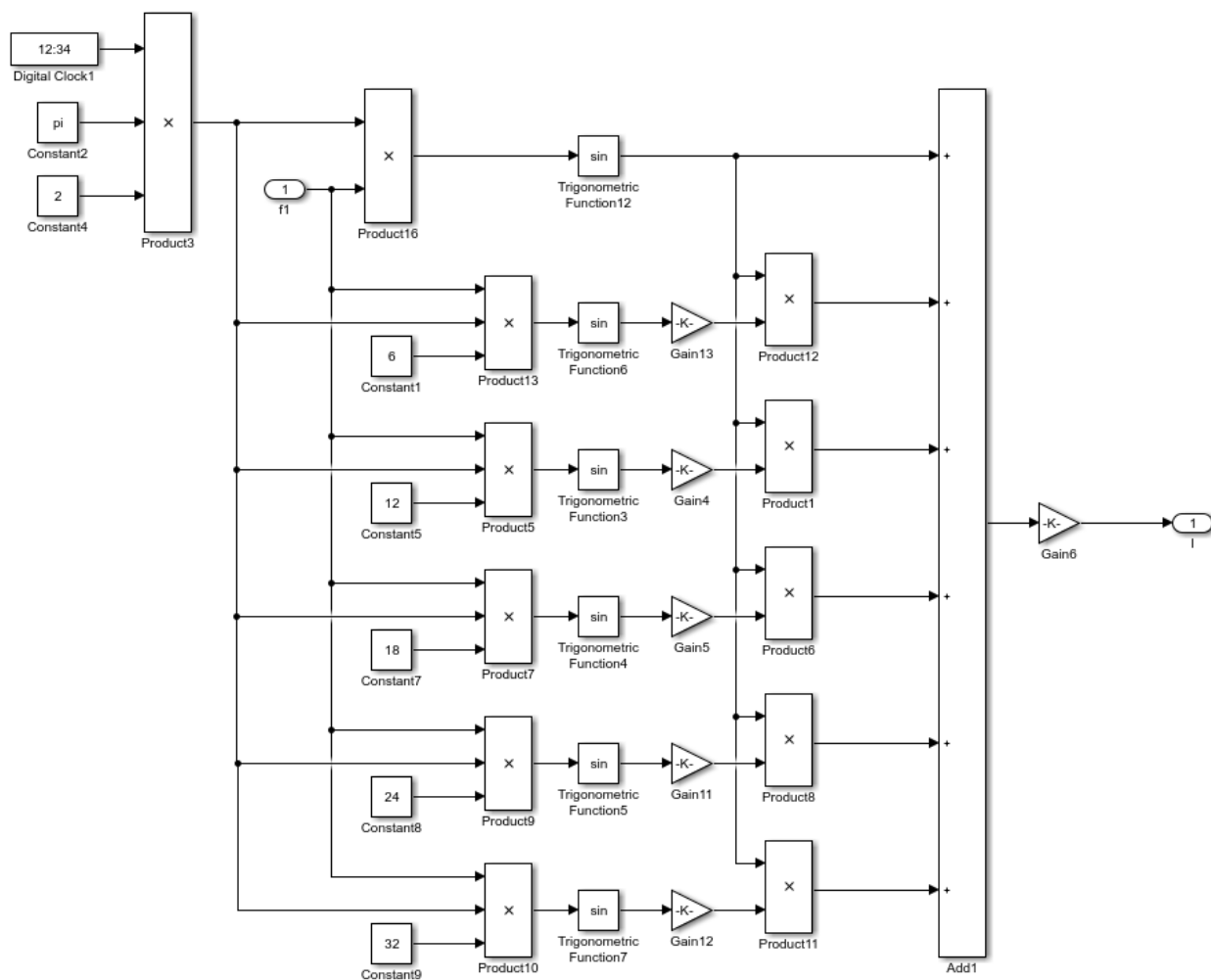


Рис. 3. Имитационная модель гармоник тока статора, определяемых дискретностью фазовых обмоток статора, распределенным по пазам

Частота изменения магнитного потока в зазоре статора связана с частотой вращения ротора следующим соотношением [2]:

$$f_s = R \frac{n_2}{60}, \quad (1)$$

где R – число пазов ротора, n_2 – частота вращения ротора, об/мин.

Частота вращения ротора выражается через синхронную частоту вращения:

$$n_2 = n_1 (1 - s), \quad (2)$$

где n_1 – синхронная частота вращения, s – скольжение. Тогда формула (1) примет вид:

$$f_s = R(1-s) \frac{n_1}{60}. \quad (3)$$

Синхронная частота вращения равна:

$$n_1 = \frac{60 f_1}{p}, \quad (4)$$

где f_1 – частота питающей сети, Гц, p – число пар полюсов асинхронного двигателя.

Таким образом, частота изменения магнитного потока в зазоре статора асинхронного двигателя, имеющего R пазов ротора и p пар полюсов, определяется по следующему выражению:

$$f_s = f_1 \frac{R}{p} (1-s). \quad (5)$$

Из-за изменения магнитной проводимости зазора происходит амплитудная модуляция тока статора, причем $I_1(t)$ – несущее колебание, являющееся током статора и вызванное питающей сетью, а $I_s(t)$ – модулируемый сигнал, полученный из-за влияния пазов ротора. Тогда, используя известное соотношение для амплитудно-модулированного сигнала, результирующий ток статора запишется как:

$$I(t) = I_1(t)(1 + mI_s(t)), \quad (6)$$

где m – глубина модуляции.

Допустим, что $I_1(t)$ и $I_s(t)$ – синусоидальные сигналы, имеющие одинаковую фазу, тогда справедливы выражения:

$$I_1(t) = A_1 \sin(\omega_1 t), \quad (7)$$

$$I_s(t) = A_s \sin(\omega_s t), \quad (8)$$

где A_1 – амплитуда тока статора, ω_1 – угловая частота тока статора, A_s – амплитуда компоненты тока, вызванного модуляцией магнитного потока в зазоре, ω_s – угловая частота компоненты тока, вызванного модуляцией магнитного потока в зазоре.

Используя известные соотношения между угловой частотой и частотой колебания, а также формулу (5) можно выразить ω_1 и ω_s как:

$$\omega_1 = 2\pi f_1, \quad (9)$$

$$\omega_s = 2\pi f_1 \frac{R}{p} (1-s). \quad (10)$$

Подставим (9) и (10) в (7) и (8) соответственно, тогда (6) примет вид:

$$I(t) = A_1 \sin(2\pi f_1 t) \left(1 + mA_3 \sin(2\pi f_1 \frac{R}{p}(1-s)t)\right). \quad (11)$$

Выражение (11) представляет собой амплитудно-модулированный сигнал тока статора, содержащий пазовые гармоники. С помощью преобразования Фурье можно получить спектр этого сигнала.

Спектр амплитудно-модулированного сигнала, в общем случае, выглядит, как показано на рис. 4 [3]. В спектре выделяется одна гармоника F_c , связанная с несущей частотой и две боковые полосы симметричные относительно несущей и связанные с модулируемым сигналом:

$$f_{нбп} = F_c - F_m, \quad (12)$$

$$f_{вбп} = F_c + F_m, \quad (13)$$

где F_c – несущая частота, F_m – частота модулируемого сигнала, $f_{нбп}$ – частота нижней боковой полосы, $f_{вбп}$ – частота верхней боковой полосы.

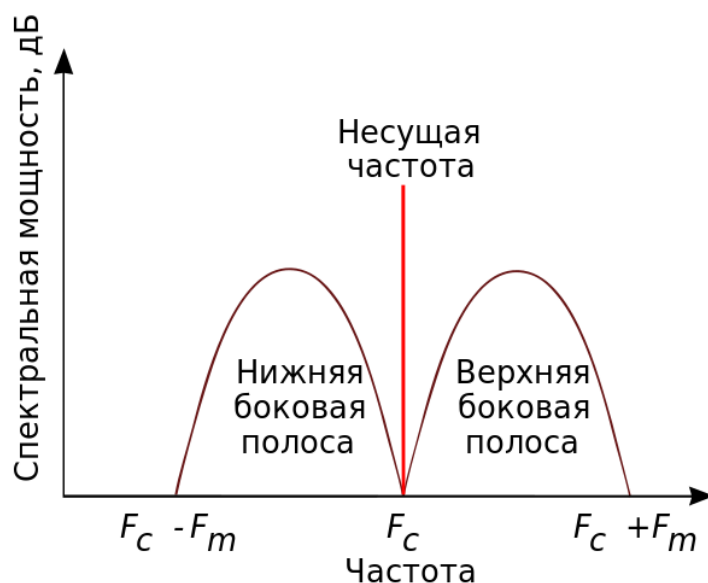


Рис.4. Характеристика спектральной мощности

Рис. 4. соответствует случаю, когда в качестве несущего используют колебание более высокой частоты, чем модулируемый сигнал.

В нашем случае частота модулируемого сигнала выше, чем несущего, это видно из формул (9)-(10) $\omega_1 < \omega_3$, поэтому спектр сигнала (11) будет иметь несколько иной вид, отличный от представленного на рис. 4. При таких условиях расчетная нижняя боковая полоса будет располагаться

несимметрично относительно f_1 . Математически это можно показать, применив тригонометрическое тождество к формуле (11):

$$\sin(\alpha)\sin(\beta) = \frac{\cos(\alpha - \beta) - \cos(\alpha + \beta)}{2}, \quad (14)$$

тогда (11) преобразуется к виду (15):

$$I(t) = A_1 \sin(2\pi f_1 t) + \frac{mA_1 A_2}{2} \left(\cos \left(2\pi f_1 t - 2\pi f_1 \frac{R}{p} (1-s)t \right) - \cos \left(2\pi f_1 t + 2\pi f_1 \frac{R}{p} (1-s)t \right) \right), \quad (16)$$

после упрощения формула (16) примет вид:

$$I(t) = A_1 \sin(2\pi f_1 t) + \frac{mA_1 A_2}{2} \left(\cos \left(2\pi f_1 t \left(1 - \frac{R}{p} (1-s) \right) \right) - \cos \left(2\pi f_1 t \left(1 + \frac{R}{p} (1-s) \right) \right) \right). \quad (17)$$

Таким образом, в спектре сигнала тока должны наблюдаться три компоненты: одна с частотой f_1 , и две боковые полосы с частотами равными:

$$f_{en} = f_1 \left(1 + R \frac{1-s}{p} \right), \quad (18)$$

$$f_{un} = f_1 \left(1 - R \frac{1-s}{p} \right). \quad (19)$$

Из формулы (19) видно, что частота нижней полосы положительна только при значениях скольжения

$$s > 1 - \frac{p}{R}. \quad (20)$$

Такое значение скольжения соответствует заторможенному ротору в обычно невозможно в номинальном режиме работы асинхронного двигателя, поэтому должны наблюдаться лишь отрицательные частоты нижней полосы сигнала, соответствующие вращению поля, вызывающего эту компоненту тока в спектре, в обратном направлении.

Из-за свойств дискретизации сигнала [3] нижняя боковая полоса будет появляться в положительной частотной оси, зеркально отраженной относительно нуля. В таком случае, частота нижней боковой полосы будет находиться по формуле:

$$f_{un} = \left| f_1 \left(1 - R \frac{1-s}{p} \right) \right|. \quad (21)$$

По правилу раскрытия модуля, учитывая формулу (2.36), и работу двигателя в номинальном режиме будем иметь:

$$f_{\text{н}} = f_1 \left(R \frac{1-s}{p} - 1 \right). \quad (22)$$

Таким образом, частота верхней боковой полосы пазовой гармоники вычисляется как

$$f_{\text{в}} = f_1 \left(R \frac{1-s}{p} + 1 \right), \quad (23)$$

а нижней

$$f_{\text{н}} = f_1 \left(R \frac{1-s}{p} - 1 \right). \quad (24)$$

В действительности, вследствие сложных процессов распространения электромагнитных полей в воздушном зазоре двигателя, будет наблюдаться серия пазовых гармоник с нечетными номерами:

$$f_{\text{н}} = f_1 \left(R \frac{1-s}{p} \pm k \right), \quad (25)$$

где k – порядок гармоники, целое 1,3,5...

Формулу 11 можно представить в виде имитационной модели Simulink и исследовать на ней некоторые важные свойства сигнала тока статора асинхронного двигателя, питающегося от несинусоидального напряжения. Схема модели показана на рис. 5. Блок «Spectrum Analyzer» выполняет вычисление спектра сигнала тока статора, а блок «Scope» показывает его форму.

В спектре реального сигнала тока статора, кроме пазовых гармоник также будут содержаться и другие гармоники, возникающие из-за несинусоидального питающего напряжения, различных технологических отклонений при изготовлении асинхронного двигателя, влиянии нагрузки и т. д.

В приведенной модели учитывается реальная форма сигнала тока статора, отличающегося содержанием в нём нечетных гармоник сети и равномерного шума. Данные особенности имитирует подсистема «Non sin current», сигнал с выхода которой модулируется равномерным белым шумом «Band-Limited White Noise». Спектр такого сигнала тока статора приведен на рис. 6.

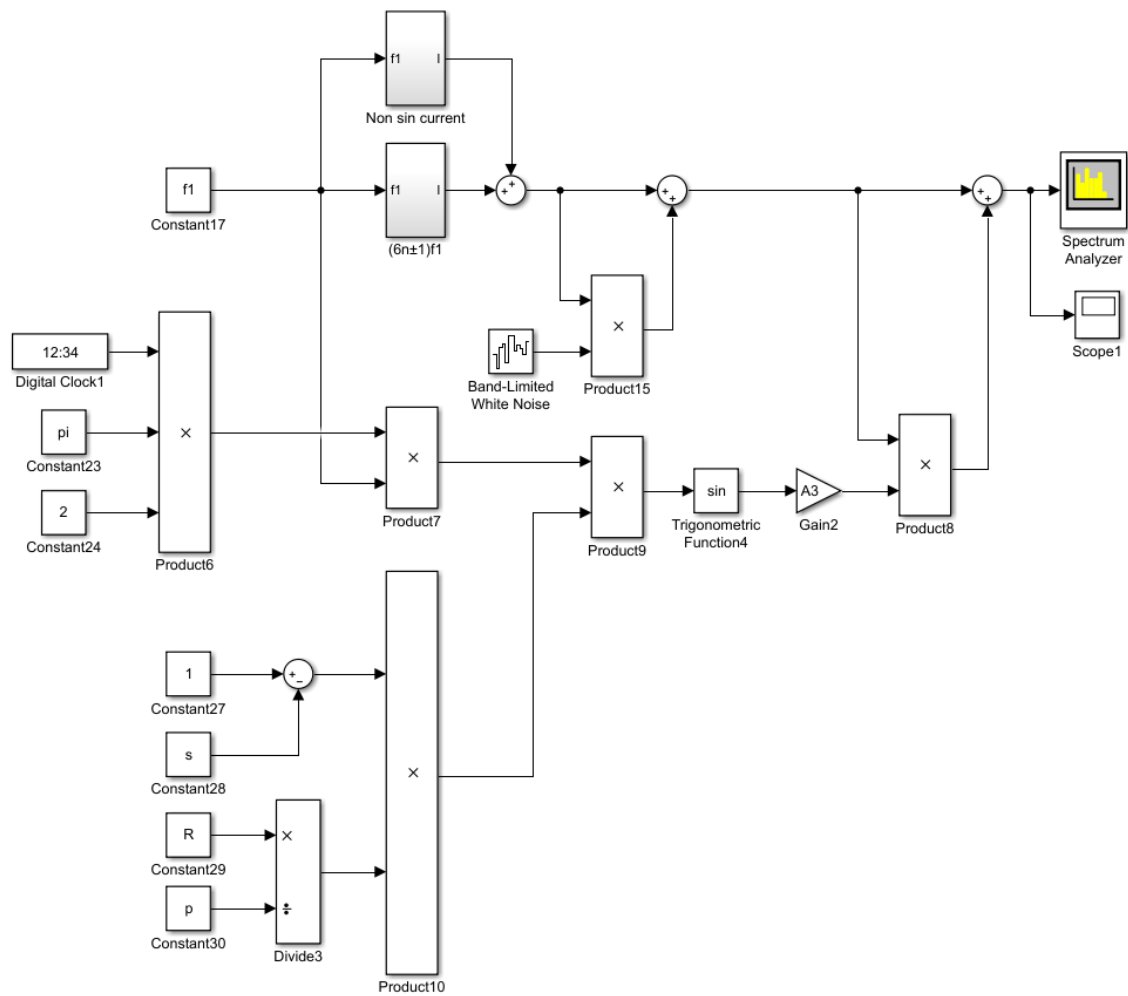


Рис. 5. Имитационная модель пазовых гармоник асинхронного двигателя

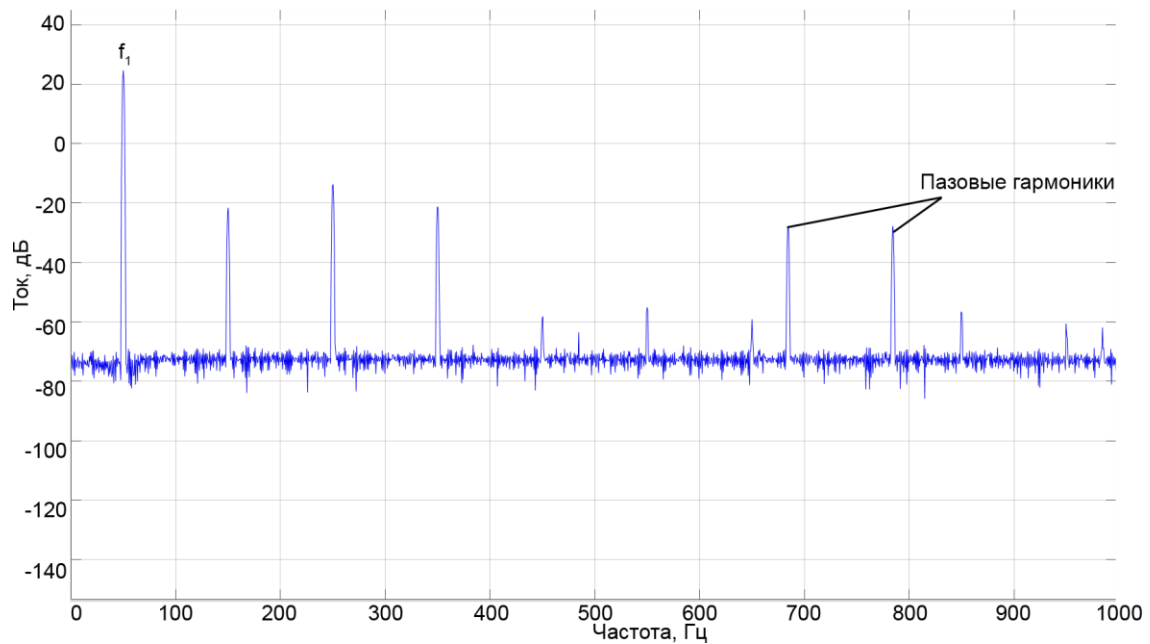


Рис. 6. Спектр тока двигателя, содержащего шум, пазовые гармоники и нечетные гармоники, вызванные несинусоидальностью питающего напряжения

В нижней части модели имитируется сигнал пазовых гармоник с заданными параметрами: $A_1=0.759$, $A_3=0.005$, $f_1=50$, $R=30$, $s=0.0207$, $p=2$, что соответствует реальным параметрам двигателя АИРМ63В4У3.

Блок «Digital Clock» моделирует дискретное модельное время, блок «Product8» и выходной сумматор моделируют процесс модуляции сигнала пазовых гармоник сигналом тока главной частоты с глубиной модуляции $m=1$.

Предложенная модель может быть использована при изучении различных алгоритмов обработки спектральных компонент тока статора и при разработке комплексов спектр-токового диагностирования. Например, на данной модели возможно исследование эффективности работы различных способов бездатчикового определения частоты вращения ротора при различных параметрах дискретизации сигнала тока статора.

Список литературы

1. Методика диагностирования механизмов с электроприводом по потребляемому току / А. В. Барков, Н. А. Баркова и др. – СПб.: Изд-во «Спектр», 2012. – 67 с.
2. Геллер, Б. Дополнительные поля, моменты и потери мощности в асинхронных машинах / Б. Геллер, В. Гамата. Пер. с англ. под ред. З. Г. Каганова. – М.-Л.: Энергия, 1964. - 264 с., ил.
3. Марпл, Стэнли Лоренс мл. Цифровой спектральный анализ и его приложения / С. Л. Марпл-мл.; Пер. с англ. О. И. Хабарова, Г. А. Сидоровой; Под ред. И. С. Рыжака, – М.: Мир, 1990. – 584 с., ил. 22 см.

УДК 621.313.333: 681.518.5

Е. Г. Абишов, В. А. Глухих

РАЗРАБОТКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОВОЗОВ С АСИНХРОННЫМ ПРИВОДОМ

В статье рассматриваются особенности измерительного комплекса тягово-энергетической лаборатории на локомотивах нового поколения с асинхронным приводом.

Приведены результаты измерений на автоматизированном комплексе с использованием программы LabView.

Современные тягово-энергетические лаборатории представляют собой вагон, оснащенный автоматизированной измерительной системой. Данная система регистрирует сигналы с датчиков частотой 10 Гц. При проведении испытаний по действующей методике необходимо производить регистрацию таких параметров как токи якорей тяговых электродвигателей (ТЭД), токи обмоток возбуждения ТЭД, суммарный ток локомотива, напряжение на якорях ТЭД, напряжение контактной сети, подача песка под колесные пары, линейная скорость каждой колесной пары, сила тяги на автосцепке. Однако из-за особенностей конструктивного исполнения скоростемеров систем управления и безопасности локомотивов, использующих в своем составе датчик пути и скорости (ДПС), установленный в буксы колесных пар, современным тягово-энергетическим лабораториям не представляется возможным получение данных о скорости вращения и проскальзывания всех колесных пар локомотивов как с асинхронными двигателями, так и с двигателями постоянного тока, имеющимися средствами (собственными, съемными ДПС), без вмешательства в работу упомянутых систем. Так же важной проблемой является низкая частота регистрации эксплуатируемых в настоящее время измерительно-вычислительных комплексов, что является препятствием в оценке качественных показателей эксплуатации локомотивов с асинхронным приводом. Нерешенной задачей, как следствие, является и определение температуры обмоток ТЭД.

Неполный анализ режимов работы современных локомотивов, таких как 2ЭС10, приводит к сезонной «валовой» остановке локомотивного парка на ремонт. Что становится лимитирующим фактором роста объема грузоперевозок.

Наиболее оптимальным решением поставленных задач является разработка универсального комплекса, позволяющего регистрировать скорости, токи и напряжения как асинхронных двигателей, так и двигателей постоянного тока без применения стандартных ДПС, а именно применение так называемого «бездатчикового» определения скорости вращения двигателя. Так же для определения температуры обмоток ТЭД необходимо и построение математической модели всех двигателей, участвующих в тяге.

В последние годы при разработке набирает популярность такой непараметрический метод как построение обучаемых искусственных нейронных сетей. Они не имеют априорного строгого математического описания для конкретного объекта исследования. Благодаря этому они позволяют с высокой точностью производить вычисление произвольной непрерывной функции, т.е. сколь угодно точно аппроксимировать функцию, произведенную любой непрерывной системой. Поэтому нейронные сети нашли широкое применение в качестве эмуляторов и наблюдателей для различных систем управления.

Предварительно метод тестируется на математической модели, построенной в программном обеспечении Matlab. На рис. 1 представлена иллюстрация модели инвертируемого асинхронного привода со ступенчатым изменением нагрузки на двигателе:

Рис. 1. Иллюстрация модели инвертируемого асинхронного привода со ступенчатым изменением нагрузки на двигателе

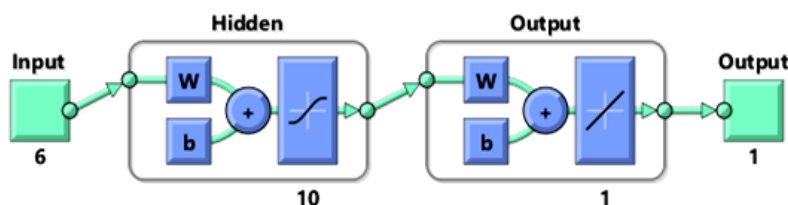


Рис. 2. Условное обозначение структуры искусственной нейронной сети с десятью скрытыми слоями

После проведения процедуры обучения, полученная нейронная сеть протестирована при различных условиях.

По результатам полученных данных определена целесообразность в применении данного метода определения скорости, а так же необходимость в дальнейшем усложнении алгоритма обучения с целью охватывания всех возможных режимов работы при вычислении скорости нейронной сетью с минимальной погрешностью.

Для проведения натурного эксперимента использован стенд частотно-регулируемого асинхронного привода. Стенд оснащен общепромышленными цифровыми электроизмерительными приборами установленные со стороны сети и в общей шине постоянного тока. Приборы, установленные со стороны сети, измеряют общие параметры потребляемой электрической энергии схемой, потребление электрической энергии первым частотным преобразователем и вторым частотным преобразователем в отдельности [3].

Наличие цифровых электроизмерительных приборов говорит о высокой точности снятия показаний испытаний. Для определения параметров цепи переменного тока в модели применены цифровые измерительные многофункциональные приборы ЩМ120 (рис. 4), которые позволяют фиксировать такие параметры трехфазной электрической цепи как ток, напряжение, мощность (активная, реактивная, полная), коэффициент мощности по фазам в отдельности, средние значения по фазам, суммарные показатели по трем фазам.

В физической модели применяются преобразователи частоты фирмы АВВ серии ACS 355 – 03E – 04A1 – 4 (рис.3). Преобразователь предназначен для питания трехфазных асинхронных двигателей, а также для управления высокомоментными двигателями с постоянными магнитами на роторе. Оснащен фильтром электромагнитной совместимости, предназначен для работы при

номинальном токе 4,1 А, напряжение питающей сети 380 – 480 В, номинальной мощности 1,5 кВт.

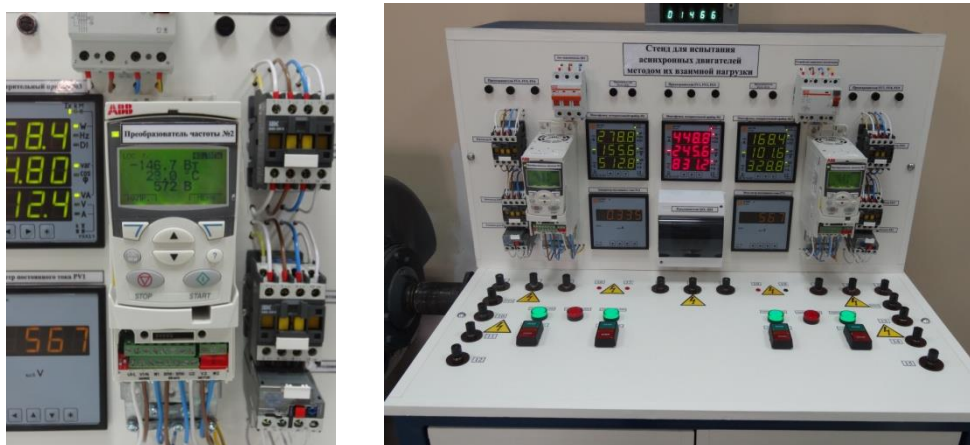


Рис. 3. Общий вид преобразователей частоты физической модели

Автоматизация стенда и его комплектация в соответствии с ГОСТ 7217-87 позволяет использовать полученные результаты при проектировании испытательной станции для двигателей подвижного состава с асинхронным тяговым приводом [4].

Для проведения измерений на стенде был использован комплекс NI Elvis, составлена программа в среде LabView (рис.4). Данные поступающие с датчиков отображались на мониторе и регистрировались на жестком диске компьютера с частотой 1000 - 5000 Гц.

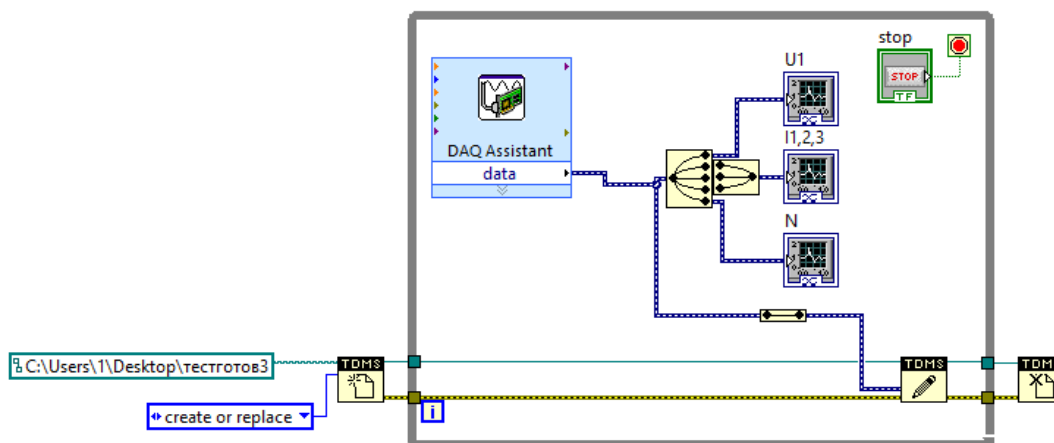


Рис. 4. Блок схема программы в среде LabView

При тестовых запусках системы стала очевидной необходимость адаптации используемого ДПС под частоту импульсов до 1500 Гц [2]. В момент

регистрации данных при низких скоростях и частоте питающего напряжения асинхронного двигателя 10 Гц на мониторе компьютера наблюдались прямоугольные импульсы. При повышении частоты вращения до номинального значения 1500 об/мин (что соответствует частоте импульсов при использованном диске энкодера 1500 Гц) наблюдался пропуск импульсов, а также изменение их формы, как показано на рис. 5.

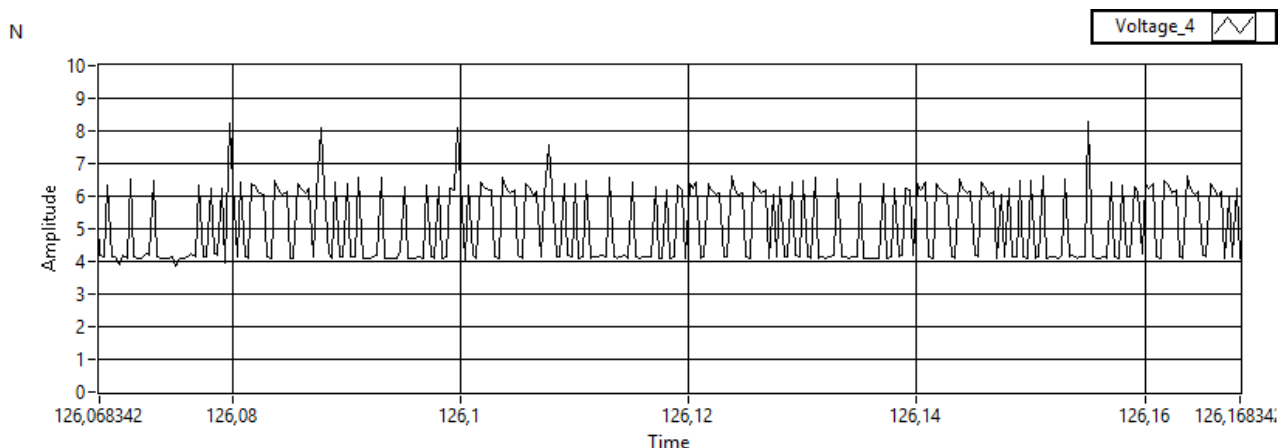


Рис. 5. Импульсы датчика пути и скорости

При этом напряжение и токи фаз регистрировались без замечаний (рис.6, 7).

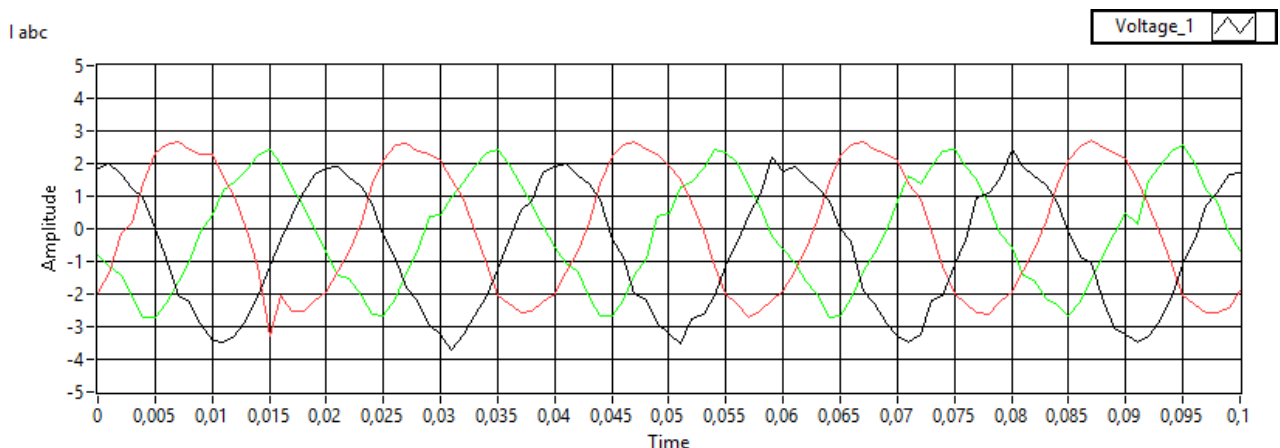


Рис. 6. Токи трехфазной системы питания двигателя

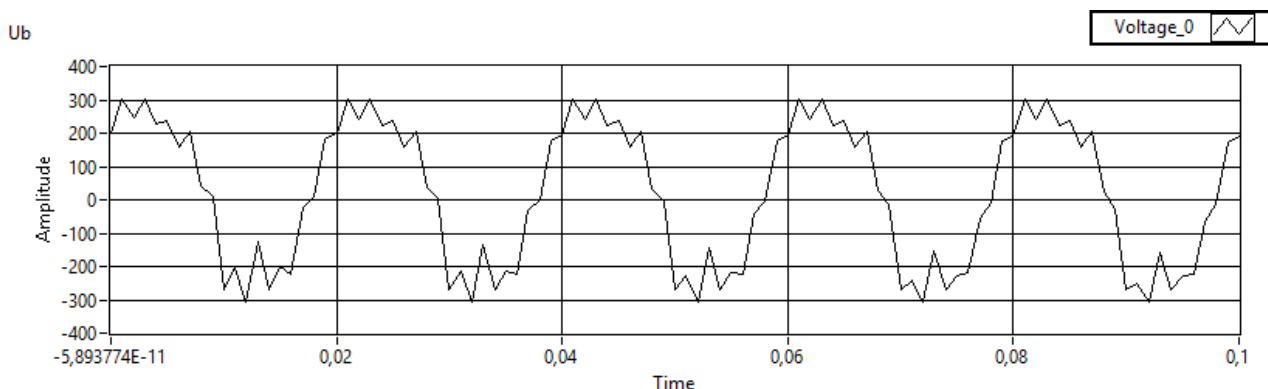


Рис. 7. Напряжение фазы В

По результатам проведенных испытаний выявлена необходимость усовершенствования схемы датчика скорости, а так же дальнейшего повышения частоты регистрации измеряемых параметров с обработкой данных в режиме реального времени.

В статье рассмотрены особенности тягово-энергетических измерений на локомотивов новых серий с асинхронным приводом, поступающих в эксплуатацию на Российские железные дороги; указаны отличия при создании измерительно вычислительных комплексов при использовании с частотно регулируемые приводами для изменения скорости движения; показаны пути реализации наблюдателей скорости, выполненных на основе анализа измеренных параметров тока и напряжения на асинхронном двигателе; приведенные технические решения позволят провести диагностирование энергетических параметров электроподвижного состава и системы тягового электроснабжения при организации тяжеловесного движения поездов.

Список литературы

1. Козлова, Л. Е. Применение методов искусственных нейронных сетей идентификации параметров и координат асинхронного Электродвигателя / Л. Е. Козлова, А. С. Глазырин // Электромеханические преобразователи энергии: материалы IV Международной научно-технической конференции / ТПУ. – Томск, 2009. – С. 298 – 300.
2. Нестеровский, А. В. Динамическая идентификация параметров ротора асинхронного электродвигателя с помощью искусственной нейронной сети /

А. В. Нестеровский, В. Г. Каширских // Вестник Кузбасского государственного технологического университета/ КузГТУ. – Кузбасс, 2004. – С. 50 – 51.

3. Харламов, В. В. Универсальный энергоэффективный стенд для нагрузочных испытаний тяговых асинхронных двигателей и двигателей постоянного тока / В. В. Харламов, Д. И. Попов, А. В. Литвинов. // Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск. – 2016. – № 3 (27). – С. 58 – 66.

4. Кузнецов, А. А. Измерение тягово-энергетических параметров локомотивов с асинхронным приводом / А. А. Кузнецов, А. А. Бакланов, В. А. Глухих // Известия Кыргызского гос. техн. ун-та им. М. Раззакова. 2017. – № 3 (43). – С. 112 – 118.

УДК 656.259.2:656.212.5

В. В. Дремин, А. В. Горлов, М. В. Ключников

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАБОТЫ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ

В статье приведен анализ статистических данных по работе сортировочной горки, предложен способ определения ходовых качеств отцепа с помощью систем диагностики.

В соответствии с концепцией развития ОАО «РЖД» с целью повышения конкурентоспособности на рынке грузоперевозок на сортировочных станциях необходимо обеспечить высокопроизводительную переработку вагонов, а также выполнение жестких требований по простоя вагонов. Выполнение данных условий невозможно без автоматизации и механизации сортировочных горок, поэтому в настоящее время крупные сортировочные станции оборудуются комплексной системой автоматизированного управления сортировочным процессом (КСАУ СП).

Важнейшей задачей при проведении роспуска составов является регулирование скорости скатывания отцепов. При превышении допустимой скорости возможен нагон отцепом впередиидущего отцепа и, как следствие, движение вагонов на неправильный путь. Также в случае превышения максимальной скорости соударения вагонов при сцепке в подгорочном парке

существует вероятность повреждения груза, а также автосцепного устройства. Необоснованное снижение скорости скатывания отцепа ведет к увеличению времени роспуска состава. Кроме того может возникнуть ситуация, при которой отцеп остановится раньше предполагаемой точки остановки, что влечет за собой необходимость осаживания состава с предварительной остановкой роспуска.

При регулировании скорости отцепов необходимо учитывать множество факторов: количество вагонов в отцепе, их масса, скорость и направление ветра, температуру воздуха и т.д. На современных сортировочных станциях обработка этих данных выполняется микропроцессорными системами, например, КГМ (комплекс горочный микропроцессорный), входящим в состав КСАУ СП. На основе имеющейся информации рассчитываются скорости, с которыми отцепы должны следовать по спускной части горы. Однако нередки случаи, когда данная система допускает ошибки в своей работе: отцепы движутся со скоростью выше или ниже расчетной.

Причиной переторможения отцепов являются факторы, определяющие ходовые качества вагонов, которые заранее не известны и определяются в процессе движения отцепов по спускной части горки. Одним из таких факторов может являться неисправность буксовых узлов: при движении по спускной части горки, на вагон не действует сила тяги локомотива, он движется лишь под действием собственной силы тяжести, при этом неисправные буксовые узлы оказывают дополнительное сопротивление движению, не учитываемое КГМ при предварительных расчетах. Также необходимо принять во внимание количество вагонов, находящихся в отцепе, так как при увеличении числа вагонов негативное влияние одного неисправного вагона уменьшается.

Для подтверждения данной гипотезы нами были проанализированы данные о работе замедлителей и скорости отцепов при роспуске составов. В архиве программы АРМ КГМ получена следующая информация о каждом составе: время начала и конца роспуска, номер поезда, количество вагонов в каждом отцепе, скорость на выходе с каждой тормозной позиции, отклонение от расчетной скорости и т.д. В качестве примера на рис. 1 приведена информация о роспуске поезда №2516. Для дальнейшей работы отбираются все отцепы, которые имеют отрицательное отклонение от расчетной скорости (так называемые «перетормозы», на рис. 1 показаны красным цветом в столбце «расх.»).

Начало роспуска	04.29.38 05.11.17	Номер поезда	2516
Конец роспуска	04.53.10 05.11.17	Индекс поезда	0300 765 8300
Роспуск	193398	Путь	3
☐ м/с	Печать		

Отцеп	КВ	ВК	1 ТП	Упр.	Вых.	Расх.	2 ТП	Упр.	Вых.	Расх.	3 ТП	Упр.	Вых.	Расх.
1	3	Л	002	А	21.8	0.0	021	А	16.2	0.0	212	А	7.9	0.0
2	1	Л	002	А	21.4	-1.8	021	А	20.9	1.4	211	А	9.1	0.0
3	1	Л	002	А	22.1	0.0	021	А	18.9	0.5	212	А	9.1	0.0
4	3	Л	002	А	21.8	0.0	021	А	20.6	4.0	207	А	7.0	0.0
5	3	Л	001	А	21.5	0.0	011	А	16.9	1.9	105	А	6.0	0.1
6	6	Л	001	АР	19.9	-0.2	011	РА	15.5	0.0	106	А	5.6	0.0
7	2	ЛС	002	А	22.2	0.3	031	РА	16.0	0.5	317	РА		Ост
8	5	Л	001	А	20.8	0.0	011	А	14.8	0.0	105	А	4.8	0.0
9	1	Л	002	А	20.9	-1.2	031	А	16.3	0.0	316	А	8.1	1.2
10	2	Л	002	А	21.5	-0.7	021	А	19.6	2.7	212	А	8.0	0.0
11	1	ЛС	001	А	22.7	0.0	011	А	15.8	0.0	106	А	6.4	0.0
12	2	ЛС	002	А	22.2	0.0	021	А	15.5	0.0	212	А	6.0	-0.5
13	2	ЛС	001	А	21.2	0.0	011	А	10.1	-2.8	106	А		Ост
14	7	ЛС	002	А	19.6	-0.6	021	А	14.0	0.0	212	А	5.2	0.0
15	1	ЛС	001	А	21.4	0.0	011	А	15.5	6.1	106		1.5	Ост
16	1	Л	002	А	21.8	0.0	021	А	16.4	0.0	212	А	8.7	0.7
17	1	Л	001	А	11.1	-1.4	011	РА	12.3	-6.3	104	РА	10.9	-1.9
18	1	ЛС	002	А	21.8	0.0	031	А	21.2	5.0	316	А	5.9	0.0
19	7	ЛС	002	РА	19.7	-0.5	031	РА	12.5	-0.6	316	РА		Ост
20	2	ЛС	001	А	21.5	0.0	011	А	18.4	0.0	104	А	10.3	0.0
21	11	Л	002	А	20.7	0.0	021	А	17.4	0.0	212	А	4.3	0.0
22	12	Л	001	А	19.1	0.0	011	А	12.7	0.0	105	А	3.6	0.0
23	13	Л	001	А	17.4	0.0	011	А	5.1	-4.8	105	А	2.0	-1.6
24	2	Л	001	А	20.9	0.0	011	А	18.9	0.5	104	А	10.1	0.2
25	11	ЛС	002	Р	11.8	-3.6	031	Р	11.5	-0.7	314	РА		

Рис. 1. Архивные данные по роспуску отцепов

На следующем этапе собрана информация о состоянии буксовых узлов вагонов, входящих в отобранные составы. Эту информацию можно отследить в централизации КТСМ, заранее зная инвентарный номер вагона. В архивных данных (см. рис. 2) можно найти информацию о случаях перегрева буксовых узлов определенного вагона. В частности отражается следующая информация: дата и время прохождения состава через установку КТСМ, название станции, номер поезда, число вагонов в поезде, инвентарный номер вагона, температура каждого буксового узла и т.д.

Дата	05.11.17			06.11.17			
Время	01:40	5:09	9:14	7:09	7:28	7:47	8:05
Станция	Карасук3_н	Черлак_н	Карбышево2_н	Петрушенко_н	Любинская_н	Новокиевск_н	Драгунская_н
КТСМ	КТСМ-02	КТСМ-02	КТСМ-02	КТСМ-02	КТСМ-02	КТСМ-02	КТСМ-02
	ПТО	повышенная скоростная	ПТО	повышенная скоростная	повышенная скоростная	повышенная скоростная	повышенная скоростная
Число ПЕ	2+75	2+75	2+75	2+75	2+75	2+75	2+75
№ Поезда	2431 840005- 360-830003	2741 840005- 360-830003	2415 840005- 360-830003	2281 830003- 720-790408	2281 830003- 720-790408	2281 830003- 720-790408	2281 830003- 720-790408
№ Вагона пп	43	43	43	46	46	46	46
Инв. номер	50470327	50470327	50470327	50470327	50470327	50470327	50470327
Мах Т	Л4	Л4	Л4	П1	П1	П1	П1
Л1	12	11	9	6	7	8	8
Л2	12	12	10	4	7	8	9
Л3	10	8	6	6	9	9	9
Л4	18	16	16	6	9	8	8
П1	10	13	7	18	22	25	27
П2	10	12	9	8	8	11	11
П3	12	13	10	4	5	6	6
П4	11	11	6	7	7	9	9

Рис. 2. Архивные данные о нагреве буксовых узлов

Далее все полученные данные заносились в сводную таблицу в программе MS Excel (часть данной таблицы приведена на рис. 3). На сегодняшний день собрана информация по 75 поездам, в которые входит 485 «переторможенных» отцепов, состоящих из 1060 вагонов.

С помощью встроенных функций MS Excel произведен предварительный расчет зависимостей влияния неисправных (с перегретыми буксами) вагонов. На рис. 4 показана зависимость процента переторможенных вагонов от процента перегретых, линия тренда описывается полиномом $y = -1756,8x^6 + 3823,8x^5 - 3210,4x^4 + 1286,7x^3 - 243,84x^2 + 18,028x + 0,0393$, коэффициент достоверности аппроксимации $R^2 = 0,3316$. На рис. 5 показана зависимость процента переторможенных вагонов от процента перегретых, линия тренда описывается полиномом $y = -2372,1x^6 + 4842,3x^5 - 3798,9x^4 + 1429,5x^3 - 259,4x^2 + 19,235x$, коэффициент достоверности аппроксимации $R^2 = 0,2904$. Стоит отметить, что в ходе работы мы не учитывали возможные неисправности вагонных замедлителей, которые в той или иной степени могли повлиять на процесс роспуска отцепов. В ходе дальнейшей работы мы учтем

этот фактор, и, соответственно, получим более качественные зависимости перегретых и переторможенных вагонов.

№ поезда		2802								
№ отцепы		5		20	23					
Кол-во вагонов		2		1	6					
Инв. номер		53891149	51216216	52065349	52875168	52798972	52932159	55703797	53170726	56809163
Температура буксовых узлов	1Л				5	6		7		11
	1П				6	7		7		14
	2Л				13	5		11		13
	2П				13	8		13		12
	3Л				10	8		5		5
	3П				7	15		6		8
	4Л				11	10		5		9
	4П				10	13		6		8
	Средняя				9,375	9		7,5		10
Общее количество вагонов в поезде		72								
Количество переторможенных вагонов		9								
% Перетормозов		13%								
Количество перегретых вагонов		27								
% Перегревов		38%								
% Перегретых из переторможенных		44%								
% Переторможенных из перегретых		15%								
Тревога 0		9								
Тревога 1		0								
Тревога 2		0								
Тревога 3		0								
Количество совпадений		4								
% Совпадений		6%								

Рис. 3. Фрагмент сводной таблицы

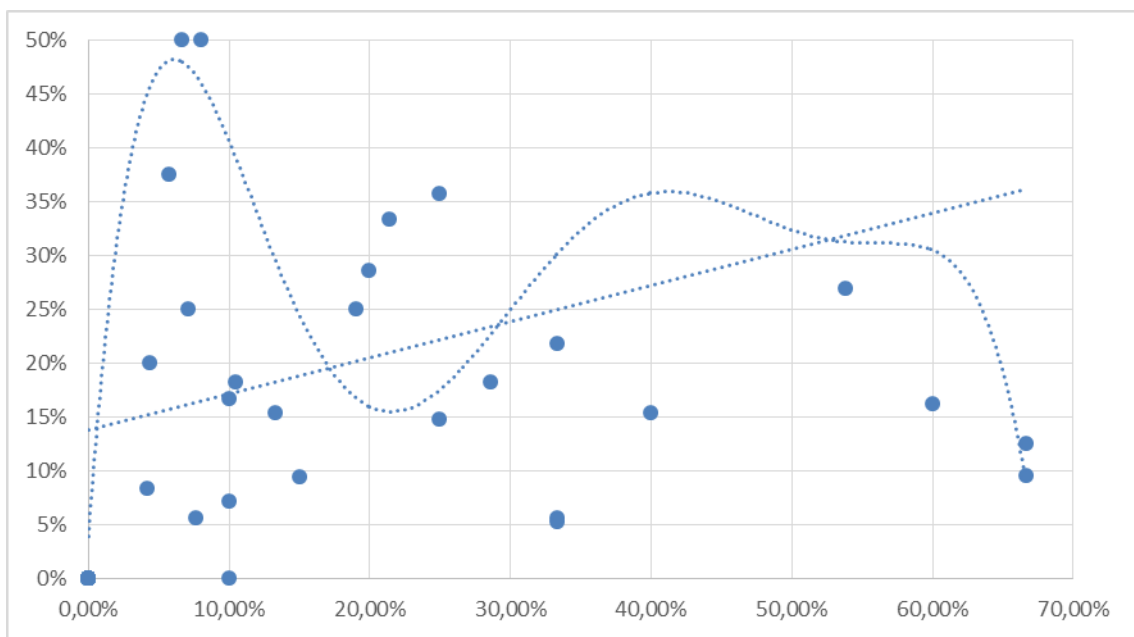


Рис. 4. Зависимость процента переторможенных вагонов от процента перегретых

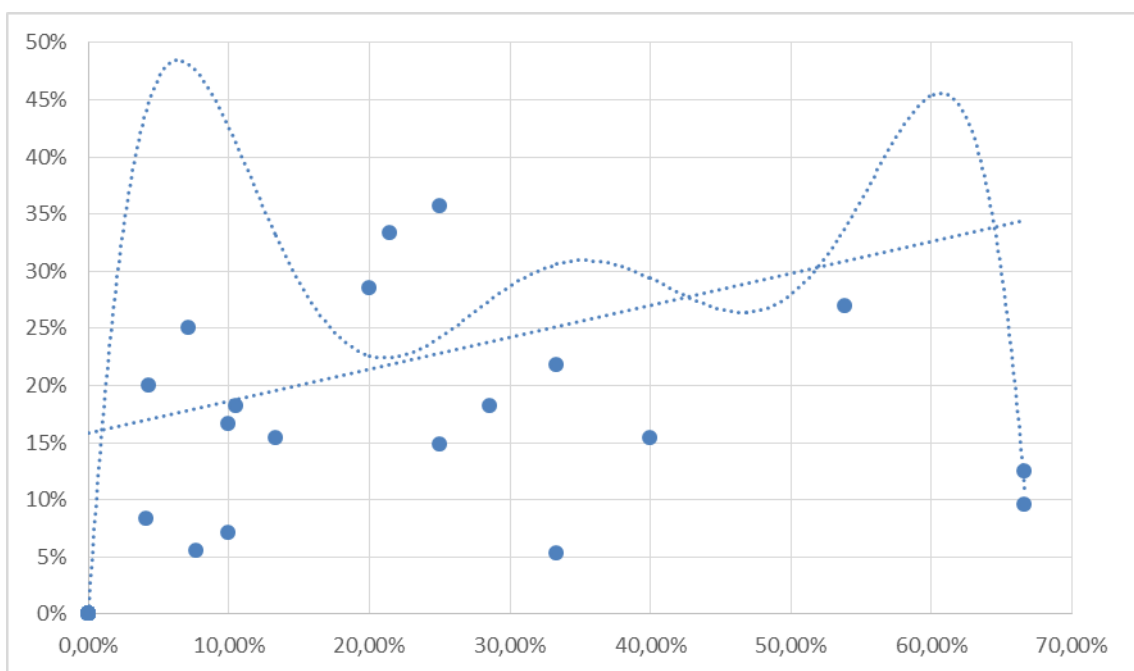


Рис. 5. Зависимость процента перегретых вагонов от процента переторможенных

Следующим этапом работы является анализ полученных данных с целью выявления математической зависимости между количеством вагонов в составе, числом вагонов с неисправным буксовым узлом, распределению отцепов по количеству вагонов и вероятностью «перетормоза» отцепа (наглядно эти

зависимости показаны на рис. 6) и тем самым подтвердить выдвинутую гипотезу.

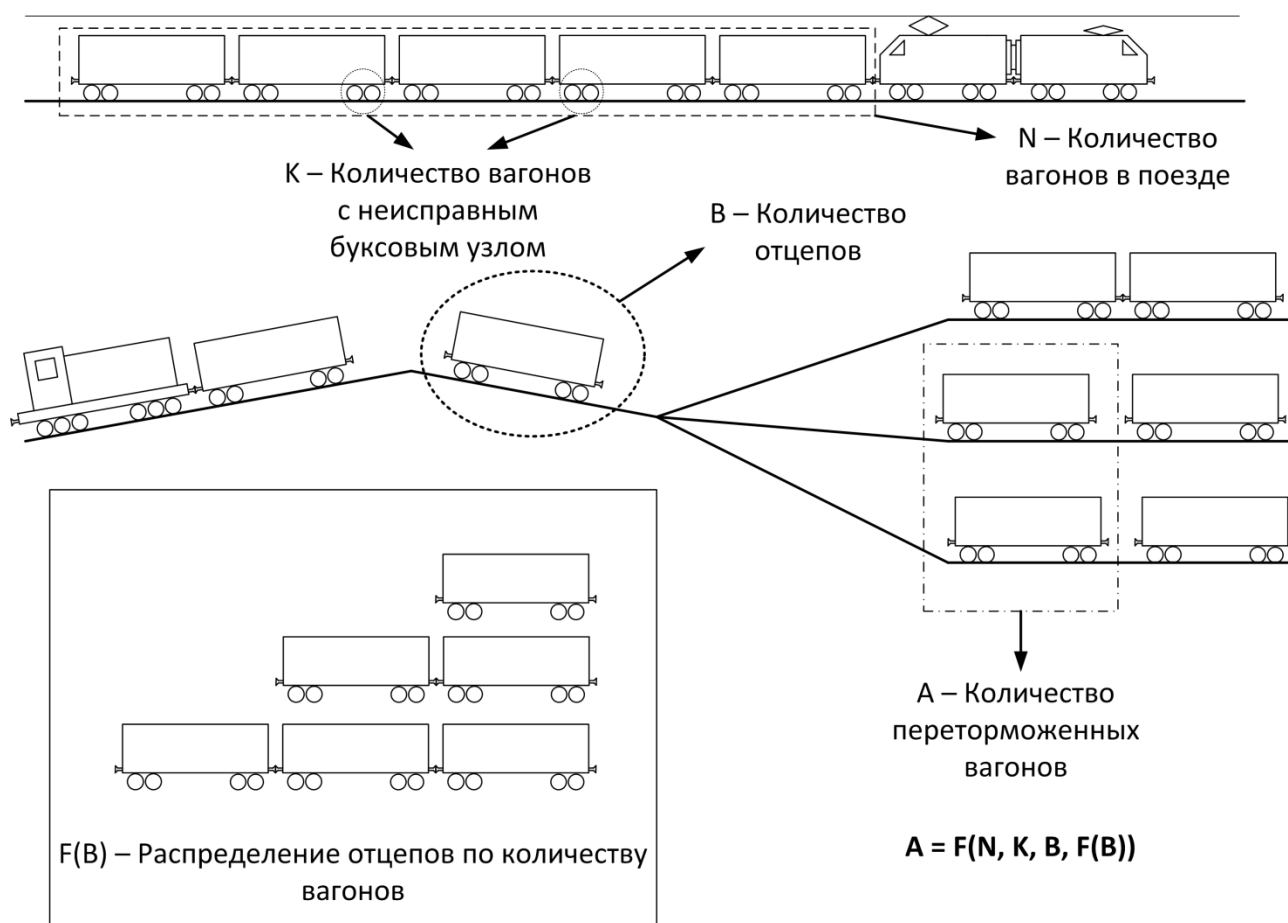


Рис. 6. Модель роспуска состава

Таким образом, результатом работы станет возможность анализа технического состояния вагонов и определение их ходовых качеств заранее, а не во время роспуска. Это позволит значительно снизить вероятность возникновения ситуации, при которой отцеп остановится раньше предполагаемой точки остановки и исключить связанные с этим издержки.

Список литературы

1. Эксплуатационные основы автоматики и телемеханики: Учебник / В. В. Сапожников [и др.]; ред. В. В. Сапожников. – М.: Маршрут, 2006. – 247 с.
2. Статистическая теория безопасности движения поездов: Учебник / В. М. Лисенков. – М.: ВИНТИ РАН, 1999. – 331 с.

3. Общий курс железных дорог: Учебник / В. Н. Соколов, В. Ф. Жуковский и др.; Ред. В. Н. Соколов. – 2002. – 295 с.

4. Шипулин, Н. П. Комплексная автоматизация и механизация станционных процессов / Н. П. Шипулин, А. Н. Шабельников // АСИ, 2017. – № 10.

5. Шабельников, А. Н. КСАУ СП – новое направление автоматизации сортировочных горок / А. Н. Шабельников, В. Н. Соколов // АСИ, 2017. – № 8.

6. Шабельников, А. Н. Методы повышения безопасности в КСАУ СП / А. Н. Шабельников, И. А. Ольгейзер // АСИ, 2017. – № 3.

УДК 656.259.2:656.212.5

Г. Г. Ахмедзянов, И. И. Лежнев, В. В. Поляков

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ

В статье рассмотрены существующие типы вагонных замедлителей сортировочной горки, проведено сравнение их параметров, предложено внедрение вагонные замедлители точечного типа.

Одними из главнейших устройств горочной электрической централизации являются вагонные замедлители. Они делятся на зажимающие колесные пары вагонов и не зажимающие. Зажимающие вагонные замедлители содержат механизм, действие которого основано на принципе захвата бандажей колес шинами (балками), выступающими над головкой рельсов с обеих его сторон. К незажимающим вагонным замедлителям относятся различного рода электромагнитные катушки, соленоиды, устройства с упругим тормозным элементом, гидравлические плунжеры и др. [1].

Рассмотрим вагонные замедлители точечного типа, определим их эффективность при работе на сортировочной горке. Рассмотрим преимущества и недостатки, а также проведем анализ и сравнение с вагонными замедлителями клещевидного типа.

Одна из проблем на сортировочных горках являются «недотормозы», которые приводят к загрязнению колесных пар путём попадания на них загрязняющих веществ, такие как буксовая смазка, дождевая вода, снег и. т. п.

Еще одна проблема заключается в том, что эксплуатируемые замедлители устарели и давно отработали свой срок, вследствие этого, нуждаются в замене.

Замедлители типа КВ-2 и КВ-3 (рис.1), установленные на горках Российской Федерации, в настоящее время практически выработали свой ресурс, морально устарели и более не выпускаются промышленностью. Замедлители большой мощности нажимного типа Т-50 и КНП, количество которых на горках Российской Федерации составляет около 570 устройств, также практически исчерпали свой ресурс, либо требуют капитального ремонта. Парковые замедлители типа РНЗ-2 (2275 шт.) из-за конструктивных недостатков в настоящее время заменяются на РНЗ-2М или однорельсовый вариант ПНЗ-1 [2].



Рис. 1. Вагонный замедлитель КВ-3

Большинство из эксплуатируемых замедлителей было разработано несколько десятилетий назад и к настоящему времени морально устарело. Кроме того, они отличаются повышенным энергопотреблением и значительной трудоемкостью в процессе обслуживания. Например, на одно торможение у замедлителей типа КВ-3, КНП-5 и Т-50 расходуется соответственно 1,7; 1,5 и 1,0 м³ нормального воздуха, а в целом по сети российских дорог на обеспечение их работы затрачивается около 100 млн. м³ нормального воздуха, стоимость производства которого ежегодно исчисляется десятками миллионов рублей.

Эксплуатационные и конструктивные недостатки замедлителей старых типов (в том числе сложность и громоздкость, чрезмерная удельная материалоемкость, большая инерционность и нестабильность тормозных характеристик) сделали их практически неконкурентоспособными с зарубежными аналогами, весьма усложнили работу, увеличили опасность

повреждения вагонов и перевозимых грузов в процессе расформирования составов [3].

Теперь рассмотрим вагонные замедлители точечного типа: замедлители TDJ-402 (рис. 2) не потребляют внешней энергии, им не требуется традиционная система ручного или автоматизированного управления, так как они работают в режиме «самонастройки». Замедлители настраиваются на определенную скорость, например для груженого вагона не выше 5 км/ч, порожнего вагона не выше 8 км/ч. Они тормозят все вагоны, имеющие более высокую скорость, свободно пропуская те, которые движутся со скоростью менее допустимой. При срабатывании замедлители воздействуют на колесо вагона с усилием 1,6 тс. В результате выборочного торможения происходит выравнивание скоростей движения хороших и плохих «бегунов» и равномерное и безопасное заполнение парковых путей.

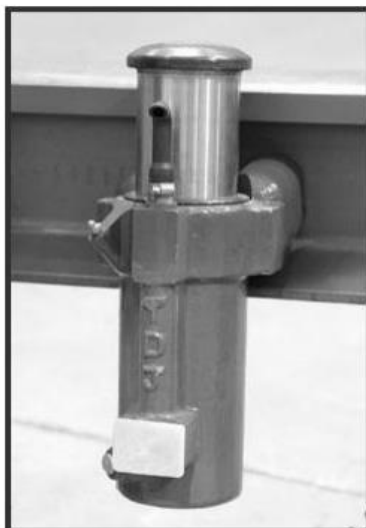
Диапазон регулирования скоростей	4,8 – 14,4 км/ч	
Работа торможения	1450 Дж	
Работа холостого хода	< 50 Дж	
Угол установки	13°	
Максимальная рабочая скорость	25 км/ч	
Уровень установки	61 мм	
Максимальный рабочий ход	100 мм	
Вес	18 кг	
Диапазон рабочих температур	от -50 до +50 °С	
Рабочее напряжение	40 В	
Потребляемая мощность	6 Ватт	
Время непрерывной работы	25 мин	
		Точечный замедлитель TDJ108U

Рис. 2. Точечный замедлитель TDJ108U

Все замедлители настраиваются на скорости в диапазоне 5–15 км/ч, т. е. во время роспуска вагонов входная скорость на первую группу замедлителей должна быть не более 15 км/ч. Торможение осуществляется за счет воздействия усилия поршня на набегающую часть колеса. Замедлители крепятся двумя болтами к шейкам рельсов. Число эксплуатируемых на парковых путях

домкратовидных замедлителей TDJ зависит от профиля и длины путей и определяется расчетом [4].

При уклонах и противоуклонах на сортировочных путях может устанавливаться еще один тип замедлителя в соответствии с проектом. Принцип действия стоп-замедлителя TDJ-801 иной. При наезде колеса вагона на скользящий цилиндр стоп-замедлителя он опускается вниз, чем создает давление азота и масла. Когда давление масла превышает давление открытия напорного клапана, последний открывается, и масло перетекает во внутреннюю полость блока поршня. Благодаря этому создается относительно большая тормозная сила, в результате скорость движения колеса вагона замедляется до полной его остановки.

Основные характеристики 801U

Диапазон регулирования скоростей	4,8 – 14,4 км/ч
Работа торможения	1450 Дж
Работа холостого хода	< 50 Дж
Угол установки	13°
Максимальная рабочая скорость	25 км/ч
Уровень установки	61 мм
Максимальный рабочий ход	100 мм
Вес	18 кг
Диапазон рабочих температур	от -50 до +50 °С

Точечный замедлитель TDJ801U

Рис. 3. Точечный замедлитель TDJ801U

К достоинствам точечных замедлителей можно отнести:

- уменьшается вероятность повреждения вагонов и перевозимых грузов в процессе роспуска за счет обеспечения движения вагонов по сортировочному пути с допустимой скоростью соударения – 5 км/ч;
- уменьшается вероятность образования разрывов между вагонами по длине сортировочных путей (т. н. "окон"), что исключает необходимость проведения маневровых операций по соединению отцепов, однако сохраняется необходимость осаживания первого отцепа для обеспечения полной вместимости сортировочных путей;

- не требуют контроля горочным оператором за ходом продвижения вагонов вдоль сортировочного парка, тем самым снижается нагрузка горочных операторов;

- обеспечивается стабильность торможения вагонов, не зависящие от состояния колесных пар вагонов (загрязнение мазутом, наличие краски на боковинах и др.).

Эти замедлители имеют ряд недостатков:

- снижение темпа и суточных объемов переработки вагонов по сравнению с использованием классических принципов интервально – прицельного торможения с использованием только нажимных вагонных замедлителей;

- необходимость установки новых замедлителей на спускной части горки и в начале сортировочных путей, создание компрессорной и пневмосети, что связано со значительными капиталовложениями;

- необходимость обеспечения ускоряющего уклона не менее 1,5 ‰ по всей длине сортировочного парка, который на существующих горках, как правило, отсутствует;

- невозможность производства механизированной очистки путей от снега с помощью существующей снегоуборочной техники.

Эффективность работы горки при оборудовании точечными замедлителями вместо клещевидных определяется рядом факторов.

Во-первых, главную роль играет цена. Стоимость нового клещевого замедлителя КЗ-5ПК составляет 4 752 тыс. руб. или КЗ-3ПК 3 247 тыс. руб. В эту стоимость не входит воздухосборник, а значит в комплекте будет еще дороже. И если учесть то, что необходимо будет оборудовать на горке от 3 до 5 замедлителей, то цена будет варьироваться от 7 до 15 млн. рублей. Точечные замедлители тоже требуют значительных затрат, но их стоимость меньше (около 6 млн. рублей).

Во-вторых, точечные замедлители доказали свою надежность: среднее количество срабатываний одного точечного замедлителя составляет: в месяц - 19 500 раз, в год – 234 000 раз. Ресурс замедлителей типа TDJ-402 рассчитан на 1,5-2 млн. срабатываний (срок службы 4 года), после чего требуется капитальный ремонт.

В-третьих, если клещевидный замедлитель выйдет из строя, то его

необходимо заменять полностью или частично с большими затратами.

Рассмотрев все вышеприведенные обоснования, можно сделать вывод, что внедрение точечных замедлителей не только поспособствовало повышению производительности сортировочной горки, но и значительно сократило бы затраты на обслуживание устройств горочной централизации.

Список литературы

1. Эксплуатационные основы автоматики и телемеханики: Учебник [Текст] / В. В. Сапожников и др. – М.: Маршрут, 2006. – 247 с.
2. Общий курс железных дорог: Учебник [Текст] / В. Н. Соколов, В. Ф. Жуковский и др.; под ред. В. Н. Соколова. М.: Маршрут – 2002. – 295 с.
3. Шипулин, Н. П. Комплексная автоматизация и механизация станционных процессов [Текст] / Н. П. Шипулин, А. Н. Шабельников // АСИ. – 2017. – № 10. – С. 45 – 48.
4. Теег, Г. Системы автоматики и телемеханики на железных дорогах мира: Учебное пособие для вузов железнодорожного транспорта [Текст] / Г. Теег, С. В. Власенко. – М.: Интекст, 2010. – 488 с.

УДК 681.518.5

В. В. Петров, К. С. Петров, Н. А. Тихонова

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ ИМИТАТОР ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ОТКЛОНЕНИЙ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

В статье рассмотрен один из вариантов реализации аппаратно-программного имитатора для тестирования и отладки микропроцессорной системы, обеспечивающей диагностирование технического состояния вагонных тележек движущегося состава. Имитатор позволяет совершенствовать информационное и технологическое обеспечение объектов железнодорожного транспорта на основе компьютерных технологий. Выполнен анализ точности формирования временных интервалов в системе и описан алгоритм вычисления длительности выходных импульсов, имитирующих сигналы датчиков осей

вагона (бесконтактных магнитных педалей). Сделаны выводы о достоинствах описанной системы, предложены пути повышения ее точности и расширения функциональности.

В настоящее время инновационные технологии диагностирования подвижного состава основаны на применении компьютерных и информационных технологий, а любая задача диагностирования неразрывно связана с проблемой распознавания образов (т. е. состояния объектов подвижного состава), которые могут быть решены на основе применения методов искусственного интеллекта [1]. Микропроцессорная система идентификации вагонов, которая может работать на основе оборудования, находящегося в пунктах обнаружения нагретых букс [2], позволяет не только определять тип подвижной единицы железнодорожного транспорта, но и диагностирование отклонения их кинематических параметров от номинальных значений.

Сопоставление диагностируемого объекта с наиболее подходящим по параметрам другим объектом из заданного набора моделей, является не простой математической задачей и требует реализации достаточно сложных алгоритмов. Решать такого рода интеллектуальные задачи в настоящее время необходимо и для автоматизации диагностирования состояния подвижных объектов железнодорожного транспорта. Математический аспект данной проблемы связан, прежде всего, с поиском оптимальных алгоритмов идентификации, которые с наибольшей точностью определяют для каждого входного образа его параметрический оригинал. Следует заметить, что ситуация существенно осложняется тем, что в реальных системах неизбежно присутствуют случайные помехи в результатах измерений информативных параметров, которые трудно поддаются устранению, так как обычно случайные ошибки локализуются путем многократных измерений и применением робастных оценок, но для диагностирования отклонений параметров конкретной вагонной тележки такой подход практически не реализуем. Поэтому возникает необходимость испытания и совершенствования алгоритмов идентификации и диагностирования исследуемой системы. Кроме того, при добавлении к тестовым сигналам случайных помех с заранее определенными параметрами, имеется возможность в лабораторных условиях принимать обоснованное решение о качестве функционирования

микропроцессорной диагностической системы в целом с минимальными затратами.

Основные проблемы практической реализации предложенной в [3] интегральной оценки состояния подвижных единиц заключается в обеспечении высокой точности измерения временных интервалов между прохождением осей вагона над бесконтактными магнитными педалями (напольного оборудования КТСМ). Разработанный аппаратно-программный имитатор сигналов датчиков осей (с заранее заданными параметрами модели) позволяет исследовать не только контроль точности измерительных процедур, но и эффективность предложенной интегральной оценки и используемых в микропроцессорной системе алгоритмов идентификации и диагностирования.

В качестве исходной (нормативной) модели подвижного состава используется содержимое текстового файла, который состоит из заголовка и основной части. Заголовок файла определяет число типов подвижных единиц, описанных в этом файле. Основная часть содержит строки, в которых последовательно указаны номер этой строки (фактически это шифр подвижной единицы), затем (через символы-разделители) число осей в конкретном типе подвижной единицы и все соответствующие нормативные межосевые расстояния. В конце строки находится цепочка символов, которая воспринимается как наименование типа подвижной единицы (например, вагона). Для удобства работы с такой структурой она создается при помощи обычного текстового редактора, а все числовые значения представляются в символьном виде. Такая организация списка не отличается высокой эффективностью, но обеспечивает наибольшую гибкость при работе с данными и менее требовательна к ресурсам персонального компьютера (ПК). Например, для того чтобы расширить список типов вагонов в структуре модели, достаточно увеличить число в заголовке файла и добавить в него строки с данными о новых типах вагонов.

Процедура тестирования и оценки диагностической микропроцессорной системы [3] в лабораторных условиях с помощью данного имитатора состоит из следующих этапов:

- предварительно создается список различных типов подвижных единиц в составе «образа» поезда, вводятся исходные данные, описывающие скорость движения и конструктивные отклонения параметров некоторых тележек от

нормативных значений, устанавливаются параметры рандомизации длительностей тестовых сигналов для имитации заданного уровня помех;

- запускается программа имитатора сигналов датчиков (бесконтактных магнитных педалей), которая формирует прямоугольные импульсы и интервалы между ними, имеющих определенные длительности согласно ранее заданным отклонениям конструктивных параметров тележек от «нормативной» модели;

- микропроцессорная диагностическая система получает сигналы от аппаратно-программного имитатора датчиков, измеряет длительности временных интервалов между фронтами импульсов, преобразует их в параллельный позиционный код и передает сформированный массив данных в персональный компьютер для идентификации и диагностирования параметров подвижных единиц;

- программа идентификации распознает тип каждой подвижной единицы в составе поезда, вычисляет доверительный интервал и оценивает вероятность ошибки идентификации, а система диагностирования выявляет заданные ранее отклонения кинематических параметров вагонных тележек от их нормативных значений.

Сравнивая результаты идентификации и диагностирования при различных значениях заданных отклонений кинематических параметров подвижных единиц, имеется возможность оценивания качества работы измерительных преобразователей и алгоритмов диагностирования, реализованных в системе, при различном уровне помех.

Программная часть имитатора разработана на языке С, который позволяет реализовать ассемблерные вставки для повышения эффективности работы системы в критических секциях программы.

Структурно программа имитатора состоит из следующих модулей:

- ввода и редактирования исходных данных «образа» состава и «нормативной» модели, необходимых для работы имитатора;

- расчета значений временных интервалов с учетом заданных параметров;

- формирования файла, содержащего массив целых чисел, определяющих результаты вычисления длительностей сигналов имитатора;

- вывод имитационных сигналов в определенные линии порта.

Исходные данные для работы программы имитатора берутся из двух текстовых файлов. Первый файл (obraz*.txt) содержит список последовательности подвижных единиц состава, который несет информацию в символьном виде о структуре имитируемого «образа» состава (шифр подвижной единицы, скорость его первой оси и определенные отклонения межосевых расстояний от номинала). Второй текстовый файл (vagon_list.txt) имитатора содержит «нормативную» модель, т. е. информацию в виде списка нормативных межосевых расстояний для всех типов подвижных единиц с точностью до миллиметра.

Данные, считанные из этих исходных файлов, временно хранятся в памяти персонального компьютера в виде двух массивов, после успешного создания которых, программа переходит к формированию выходного массива целых чисел, определяющих длительности импульсов, имитирующих сигналы датчиков осей. Полученный массив целых чисел содержит количество квантов (минимальных единиц времени, определяющих максимальную разрешающую способность имитатора). Так как точность длительности импульса, выводимого в порт, меньше точности расчета значений временных интервалов, то простое округление «с отбрасыванием остатка» может привести к накоплению ошибки, для исключения которой реализован алгоритм «симметричного округления». При этом ошибка вывода импульсного сигнала не превышает половины интервала дискретизации. Готовый выходной файл obraz*.lih содержит последовательность целых чисел, определяющих длительности импульсов, которые устанавливается в «1», имитируя передний фронт сигнала первого датчика, и сбрасывается в «0», имитируя передний фронт сигнала второго датчика (бесконтактных магнитных педалей). Таким образом, для работы программы имитатора используются следующие файлы: imitator.exe (исполняемый модуль); vagon_list.txt (список, содержащий нормативные данные о подвижных единицах); obraz*.txt (файл «образа» состава, где «*» модификатор имени для различных вариантов поездов). Имя промежуточного файла, созданного программой имитатора, имеет то же имя образа (obraz*.lih), но с другим расширением (по аналогии с JDK языка Java).

Для тестирования разработанного программного обеспечения в качестве аппаратной платформы, формирующей сигналы имитатора, использован LPT-порт персонального компьютера [4], имеющего в своем составе

соответствующий расширитель, обеспечивающий аппаратную поддержку параллельного порта (PCI-карту). Реализация требуемого периода дискретизации имитационных сигналов в реальном времени основано на использовании системного таймера персонального компьютера, который вырабатывает сигнал прерывания IRQ0 при установлении таймера-счетчика в ноль. Обычно обработчик прерывания вызывается 18,2 раза в секунду, что соответствует коэффициенту деления входной частоты равной 65536, а частота на входе таймера определяется схмотехническим решением ПК и равна 1,19318 МГц. Для достижения требуемой точности длительности выходных импульсов необходимо значительно увеличить частоту вызова обработчика прерывания, что осуществляется путем записи меньшего коэффициента деления, но при этом следует учитывать, что системные часы, которые обновляются этим же прерыванием, будут работать некорректно. Для исключения этого эффекта в измененной программе обработки прерывания IRQ0, необходимо реализовать программным способом счетчик, который декрементируется при каждом вызове этого прерывания, и при установлении его в ноль, следует вызывать старое прерывание, обслуживающее системные часы ПК.

Емкость программно-реализованного счетчика определяется значением нового коэффициента деления таймера. Если в новой программе обработки прерывания в данный момент нет необходимости вызывать старый обработчик (т. е. время обслуживания часов еще не настало), то в конце работы нового обработчика прерывания необходимо послать команду окончания аппаратного прерывания (EIO) в контроллер прерываний персонального компьютера. Таким образом, на основе системного таймера реализуется последовательность запросов прерывания, которые вызываются через достаточно короткие интервалы времени дискретизации. Для формирования сигналов, передаваемых в параллельный порт необходимо ввести в программу обработчика прерывания два независимых программно-реализованных счетчика, при переполнении которых соответствующая линия параллельного порта будет изменять свое состояние, имитируя сигналы датчиков. Для реализации требуемого периода дискретизации был выбран коэффициент деления входной частоты таймера равным 12, что примерно соответствует периоду 10 микросекунд.

При добавлении в командной строке соответствующего ключа после имени исполняемой программы, выводится информация о содержании всех исходных файлов, а также предлагается сохранить в текстовом формате файл с этой информацией для документирования результатов исследования диагностической системы. Тестирование имитатора осуществлялось практически в однозадачном режиме под управлением MS-DOS, т. е. фактически все основные ресурсы персонального компьютера были выделены для решения задачи имитатора в режиме жесткого реального времени [5]. Благодаря такому решению достигнута высокая точность формирования длительностей выходных импульсов и предсказуемость реакции системы на запросы прерываний. В операционной системе Windows доступ к ресурсам ПК реализован только через API (программный интерфейс пользователя), который исключает прямое обращение программы-приложения к системному таймеру и контроллеру прерываний ПК, поэтому реализация на такой основе мобильного (универсального) варианта имитатора требует совместного применения ПК и дополнительного микропроцессорного контроллера, имеющего достаточные ресурсы для решения поставленной задачи.

По результатам выполненной работы можно сделать выводы:

- реализован имитатор сигналов датчиков осей, задаваемого «образа» движущегося поезда, позволяющий исследовать точность и эффективность работы автоматической системы идентификации и диагностирования кинематических параметров подвижных единиц железнодорожного транспорта;
- погрешность формирования временных интервалов имитатора не превышает 10 мкс, которая может быть уменьшена путем модификации программы;
- для расширения функциональных возможностей имитатора можно применить универсальный микропроцессорный промышленный контроллер;
- для повышения точности формирования и имитации «образа» движущегося состава необходимо провести дополнительные исследования статистических характеристик сигналов, поступающих от датчиков осей в реальных условиях работы системы диагностирования;
- при формировании импульсных последовательностей на выходе имитатора, соответствующих «образу» движущегося состава, следует

учитывать не только статические параметры подвижных единиц, но и их динамические характеристики;

– предлагаемый программно-аппаратный имитатор может найти применение и для настройки блоков КТСМ в лабораторных условиях, что также способствует снижению затрат и повышению безопасности движения.

Список литературы

1. Гудков, А. А. Искусственный интеллект: перспективы практического использования в машиностроении [Текст] / А. А. Гудков, Н. В. Мищенко, М. В. Терехина // Новая наука: Современное состояние и пути развития / ООО «Агентство международных исследований». – Уфа, 2016. № 3. – С. 109 – 113.

2. Автоматизированная система сопровождения транзитных поездов. Автоматика, связь, информатика [Текст] / В. А. Кандаев, В. В. Петров и др. – 1999. № 7. – С. 11– 13.

3. Петров, В. В. Интегральная оценка для диагностирования отклонений кинематических параметров вагонной тележки и колесных пар движущегося состава [Текст] / В. В. Петров, К. С. Петров, С. А. Ступаков. // Технологическое обеспечение ремонта и повышение динамических качеств железнодорожного подвижного состава: Материалы IV всероссийской научно-технической конференции с международным участием / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2017. – С. 113 – 123.

4. Гуров, В. В. Архитектура и организация ЭВМ [Текст] / В. В. Гуров, В. О. Чуканов. М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 184 с. [Электронное издание]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429021> (дата обращения: 15.12.2017).

5. Гриценко, Ю. Б. Системы реального времени: Учебное пособие [Текст] / Ю. Б. Гриценко. Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2009. – 253 с. [Электронное издание] – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4961 (дата обращения: 17.12.2017).

В. Е. Митрохин, Н. Е. Агарков

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ

В статье проведен анализ измерения диэлектрической проницаемости направляющей системы в широком диапазоне частот конденсаторным методом известного материала (стеклотекстолита – FR-4), выполнено сравнение полученных значений с паспортными данными, показаны погрешности метода, выработана методика измерений с перекрытием частотных диапазонов, обозначена методика точного измерения площади пластин плоского конденсатора, определены методы повышения точности измерений на высоких частотах.

Параметры среды передачи направляющей системы являются основными характеристиками при разработке широкополосных радиотехнических и телекоммуникационных систем.

Актуальность темы определяется тем, что в настоящее время происходит резкое расширение спектра передаваемых частот в гигагерцовую область, а существующие ГОСТы и справочники по параметрам среды передачи [1,2,3] не приводят данные по параметрам направляющих систем (проводимость (σ), диэлектрическая проницаемость (ϵ), магнитная проницаемость (μ)) в широком диапазоне частот. В данной работе рассматривается величина диэлектрической проницаемости, которая напрямую влияет на затухание в направляющих системах (например, коаксиальные кабели).

Для нахождения данного параметра был выбран конденсаторный метод, как один из наиболее известных [4,7], точных (в низкочастотном диапазоне), а также простых в создании и проведении экспериментов. Конденсаторный метод основан на изменении ёмкости плоского конденсатора в ϵ раз при размещении между его пластинами исследуемого диэлектрика и сравнении этой ёмкости с ещё одним плоским конденсатором (называемым эталонным) того же размера, формы, и зазором между пластинами, что и первый. Так, в литературе [4,7] указывается, что данный метод применяется в частотном диапазоне 100 Гц – 1 МГц и неприменим для высоких частот (десятки мегагерц и выше) из-за всевозможных возникающих паразитных явлений [4].

В разработанной установке, принципиальная схема которой представлена на рис. 1, измерения проводились в диапазоне частот 100 Гц – 110 МГц, а в качестве эталонного конденсатора использовался резистор с заранее измеренным сопротивлением R_2 , а измеряемый конденсатор C представлял собой двухсторонний фольгированный стеклотекстолит $FR-4$ квадратной формы, который был вырезан из листа стеклотекстолита.

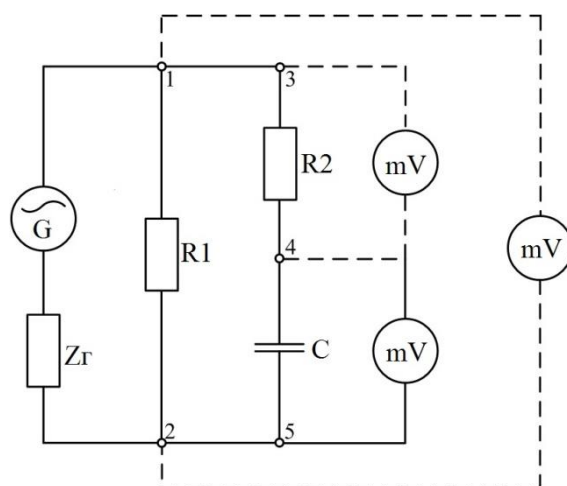


Рис. 1. Принципиальная схема для измерения диэлектрической проницаемости

На рис. 1 представлены следующие обозначения: G – генератор синусоидального сигнала (ГЗ-112, Г4-151); Z_r – выходное сопротивление генератора (50 Ом); 1-5 – приборные клеммы для подключения выводов генератора и щупов измерительных приборов; R_1 – согласующее сопротивление; C – плоский конденсатор, заполненный диэлектриком, R_2 – резистор с заранее известным сопротивлением; mV – милливольтметр для измерения падения напряжения на элементах цепи (в данной работе в качестве милливольтметра использовался осциллограф АКТАКОМ ADS-2061MV).

Клеммы 1 и 3, а также 2 и 5 (рис. 1) были физически объединены в одну.

Вычисление диэлектрической проницаемости вещества проводится в 3 этапа. Первый этап – измеряются падения напряжения на резисторе R_2 и конденсаторе C . Второй этап – рассчитывается ток в последовательной RC -цепи по известному сопротивлению резистора R_2 по закону Ома. По известному току и измеренному падению напряжения на конденсаторе рассчитывается его сопротивление на конкретной частоте. Третий этап – рассчитанное сопротивление приравнивается к формуле сопротивления конденсатора через

его ёмкость (1) (предварительно измеряется площадь пластин), откуда и находится искомое значение диэлектрической проницаемости (1,2,3) [1].

$$R_{C_2} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = R_{C_1}, \quad (1)$$

где R_{C_1} – вычисленное сопротивление конденсатора по закону Ома; R_{C_2} – сопротивление конденсатора, выраженное через его ёмкость и частоту; f – частота, на которой происходит измерение; C – ёмкость конденсатора.

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot R_{C_2}} = \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{S}{d}, \quad (2)$$

где ε – величина диэлектрической проницаемости вещества; ε_0 – электрическая постоянная; S – площадь пластин конденсатора; d – расстояние между пластинами конденсатора.

$$\varepsilon = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot R_{C_2} \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{S}{d}}. \quad (3)$$

Расчёт был выполнен в среде *MathCad*.

Так как конденсатор был вырезан из листа стеклотекстолита, встаёт вопрос о точном измерении площади его пластин. На рис. 2 показано влияние погрешности измерения сторон квадратных пластин конденсатора на итоговое значение диэлектрической проницаемости при фактическом размере пластин конденсатора 10 см (прямая 1); 7,5 см (прямая 2); 5 см (прямая 3).

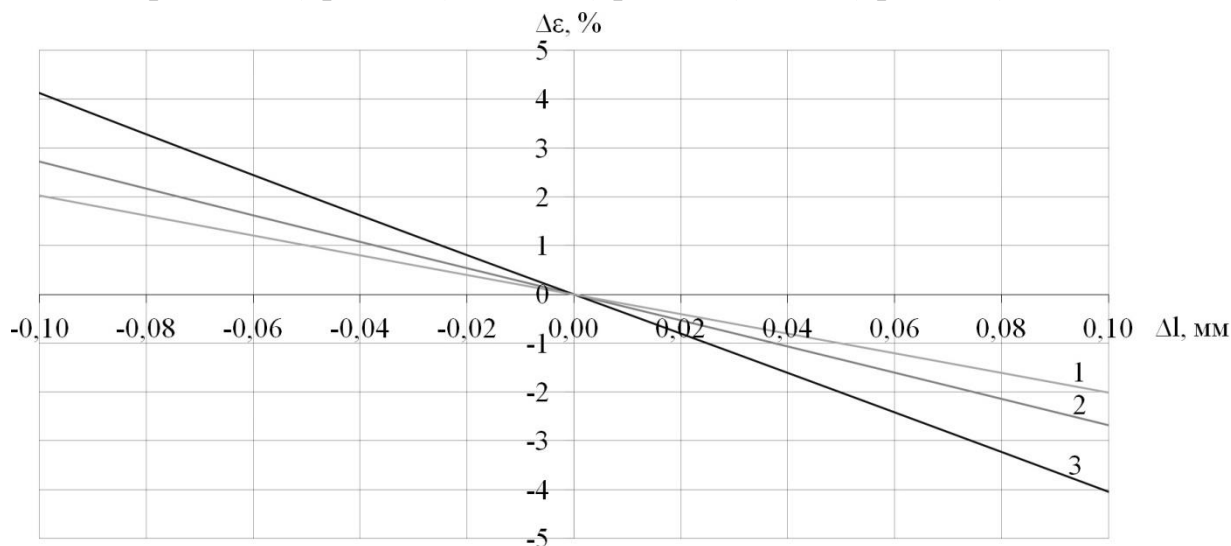


Рис. 2. Влияние погрешности измерения длин пластин на значение ε

Наиболее точно площадь пластин можно рассчитать по формуле (4) площади через стороны и противолежащие углы [5].

$$S = \sqrt{(p-a)(p-b)(p-c)(p-d) - abcd \cdot \cos^2\left(\frac{\alpha+\beta}{2}\right)}, \quad (4)$$

где S – площадь пластин конденсатора; p – полупериметр пластин конденсатора; a, b, c, d – стороны пластин конденсатора; α, β – значения противолежащих углов.

Формула (4) справедлива только для четырёхугольника, а не сложного многоугольника, которым является вырезанный конденсатор. Поэтому был взят допуск по рассчитанной площади в $\pm 1\%$. Большой процент необходимо брать, если есть резко выделяющиеся выпуклости или впадины на одной или нескольких сторонах пластин конденсатора, как показано на рис. 3.



Рис. 3. Вырезанные пластины конденсатора

Линейные размеры пластин измерялись штангенциркулем с точностью 0,02 мм, расстояние между пластинами – микрометром с точностью 0,01 мм, оно совпало со значением, указанным в ГОСТе [6].

Полученные значения диэлектрической проницаемости на нашей установке представлены на рис. 4.

В экспериментах использовался метод частотного перекрытия диапазонов. В схему (рис. 1) впаивался резистор $R2$ сопротивлением 100 кОм (линия 1 на рис. 4), на нём проводились измерения во всём возможном для него частотном диапазоне (от минимального точно регистрируемого падения напряжения на конденсаторе (самая низкая частота) до минимального точно регистрируемого падения напряжения на резисторе (самая высокая частота)), затем данный резистор перепайвался на следующий, сопротивлением 10 кОм (линия 2 на рис. 4), и процедура повторялась. Затем впаивался резистор 1 кОм (линия 3 на рис. 4), последним – 540 Ом (линия 4 на рис. 4).

В литературе [6] указывается, что диапазон значений диэлектрической проницаемости фольгированного двухстороннего стеклотекстолита *FR-4* составляет 4,5-5,4 на частоте 1 МГц.

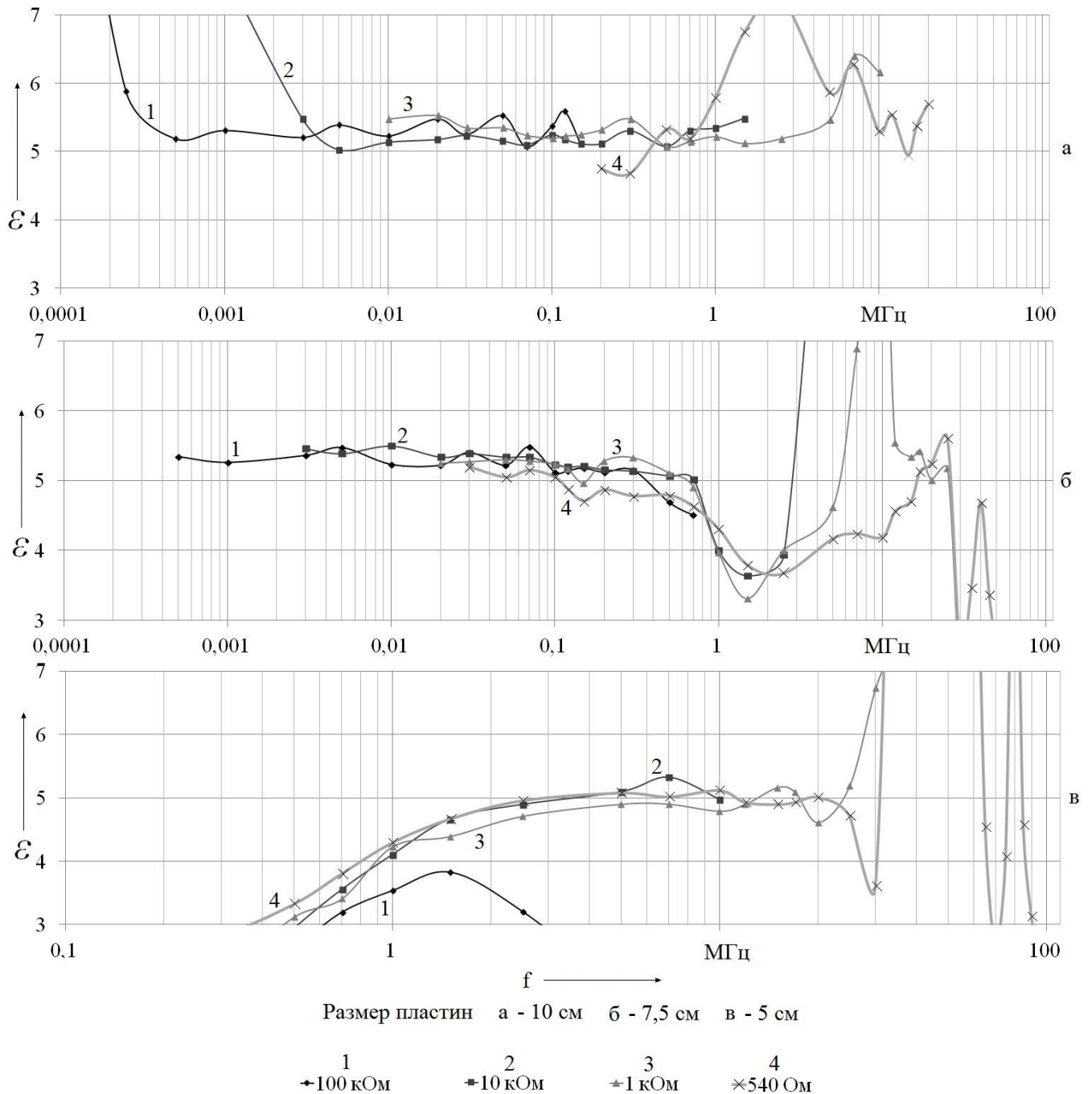


Рис. 4. Значения ϵ стеклотекстолита FR-4, полученные на нашей установке

Для проверки наших измерений на установке был использован измеритель ёмкости *Lutron LCR-9053*, с помощью которого были найдены значения диэлектрической проницаемости стеклотекстолита (2) на частоте измерителя 1 кГц при известной площади пластин. Данные сведены в табл. 1.

Таким образом, величина диэлектрической проницаемости с учётом допуска $\pm 1\%$ по площади и погрешности измерителя *LCR-9053* находится в пределах $5,24 \pm 0,07$ единиц для всех трёх конденсаторов.

Таблица 1

Площади, ёмкости, диэлектрические проницаемости стеклотекстолита конденсаторов различных размеров

Размер пластин, см	5		7,5	10
№ конденсатора	1	2	3	4
S пластины, см ²	24,57	24,24	56,57	98,54
Ёмкость, пФ	76	74	176	305
ϵ , ед.	5,24	5,18	5,27	5,24

Погрешность же осциллографа равна, по паспорту, $\pm 3\%$. Также необходимо учитывать погрешность считывания с экрана осциллографа ($\pm 1\%$). Кроме вышеперечисленных погрешностей есть и другие, обусловленные наводками на измерительную аппаратуру, изменением характеристик измеряемой цепи и другие, сложно учитываемые погрешности.

В применяемых конденсаторах минимизированы краевые эффекты, т. к. длина пластин от 33 до 67 раз больше расстояния между пластинами, а значение ϵ *FR-4* достаточно велико, по сравнению с воздухом.

По результатам экспериментов можно сделать следующие выводы: из всего диапазона проводимых измерений 100 Гц – 110 МГц, удалось с точностью $\pm 5\%$ измерить значение диэлектрической проницаемости *FR-4* в непрерывном диапазоне частот 500 Гц – 25 МГц благодаря методу частотного перекрытия диапазонов и использования 3-х конденсаторов различного размера.

Полученные данные (рис. 4) показывают, что чем больше ёмкость плоского конденсатора и его размеры, тем более точные измерения диэлектрической проницаемости можно получить с его помощью из-за малого отношения паразитной ёмкости щупа осциллографа к собственной ёмкости конденсатора. Но такой конденсатор неприменим на высоких частотах из-за невозможности точной регистрации слишком малых (единицы мВ и меньше) падений напряжения на нём, поэтому для этой области частот необходимо использовать конденсаторы с малой ёмкостью, которые, однако, позволяют

получить точные данные только в высокочастотной области из-за паразитных явлений.

Повышение точности возможно применением более совершенных приборов (высокочастотный милливольтметр, высокочастотный осциллограф с активным пробником с малой паразитной ёмкостью), а также применением специальных высокочастотных (до 10 ГГц) резисторов *P1-8* вместо плёночных МЛТ резисторов, частота использования которых ограничена 10-20 МГц, в лучшем случае, из-за паразитной индуктивности и ёмкости, а также нелинейного снижения своего сопротивления на высоких частотах. Измерения в высокочастотной области, таким образом, можно расширить до 300 МГц. Также, можно расширить низкочастотную область измерений до единиц Гц, применяя конденсаторы с размерами сторон, например, 20 см или более.

Список литературы

1. Физические величины. Справочник [Текст] / И. С. Григорьев, Е. З. Мейлихов и др. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 1232 с.
2. Справочник по электротехническим материалам. Т. 1 [Текст] / Под ред. Ю. В. Корицкого, В. В. Пасынкова и др. – М.: Энергия, 1974. – 367 с.
3. Электротехнический справочник. Т. 1. [Текст] / Под ред. В. Г. Герасимова, П. Г. Грудинского и др. – М.: Энергия, 1980. – 520 с.
4. Брандт, А. А. Исследование диэлектриков на сверхвысоких частотах [Текст] / А. А. Брандт. – М.: Физматгиз, 1963. – 406 с.
5. Выгодский, М. Я. Справочник по элементарной математике [Текст] / М. Я. Выгодский. – М.: АСТ, 2006. – 404 с.
6. ГОСТ 26246.5-89. Материал электроизоляционный фольгированный нормированной горючести для печатных плат на основе стеклоткани, пропитанной эпоксидным связующим. Технические условия.
7. Родионова, О. В. Метод измерения комплексной диэлектрической проницаемости почвогрунтов в широкой полосе частот. [Текст] / О. В. Родионова – Диссертация на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук. Омск, 2016. – 115 с.

Е. А. Алексеева

ПРИМЕНЕНИЕ РОЛЕВОЙ ИГРЫ ПРИ ЧТЕНИИ И СОСТАВЛЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОПОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ

В статье представлена методика проведения ролевых игр при чтении и составлении электрической схемы опорной подстанции.

Одним из направлений СП СПО «Омского техникума железнодорожного транспорта» в области качества является постоянное повышение уровня профессиональной подготовки выпускников за счет применения современных образовательных технологий. На предметной (цикловой) комиссии специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) для формирования у обучающихся в процессе учебы компетенций в деятельности технического обслуживания оборудования электрических подстанций и сетей в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) по междисциплинарному курсу «Устройство и техническое обслуживание электрических подстанций» разработана и внедрена методика проведения ролевой игры при освоении темы «Исследование схемы опорной подстанции».

Данный междисциплинарный курс изучается обучающимися в течение трёх семестров: на базе 11 классов – первый курс II семестр, второй курс III и IV семестры; на базе 9 классов – второй курс III семестр, второй курс V и VI семестры.

Тема практического занятия: Исследование схемы опорной подстанции.

Цель ролевой игры: повышение активности обучающихся на практических занятиях при формировании умений читать и составлять электрическую схему опорной подстанции.

Теоретическая подготовка: домашнее задание – подготовка к практическому занятию по теме «Исследование схемы опорной подстанции».

Информационное обеспечение обучения.

1. Кожунов, В. И. Устройство электрических подстанций [Текст]: учебное пособие для студентов техникумов и колледжей железнодорожного транспорта:

допущено Федеральным агентством железнодорожного транспорта / В. И. Кожунов; Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте. – М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2016. – 401 с.

2. Инструкция по оперативному обслуживанию тяговых подстанций электрифицированных железных дорог: ЦЭ-4874: утв. 18 ноября 1991 г. № ЦЭ-4874. – М., 2014. – 16 с.

Сценарий ролевой игры.

Организационный момент.

Продолжительность ролевой игры: два академических часа (90 мин). Дается время на обдумывание своей роли и взаимодействии с другими участниками игры. К участию в ролевой игре привлекается вся группа.

Распределение ролей.

1. Учебная группа разбивается на подгруппы по три человека, согласно списку в журнале учебных занятий первый выполняет роль «начальника подстанции», второй – «энергодиспетчера» и третий – «допускающего» (в случае, если последняя группа состоит из двух участников, то они распределяют обязанности: первый – «начальника подстанции», второй – «энергодиспетчера», если из одного, то предпоследняя и последняя группы состоят из двух человек, то они распределяют обязанности: первый – «начальника подстанции», второй – «энергодиспетчера»).

2. Каждая группа рассматривает схему опорной подстанции, состоящей из четырех вводов линии электропередачи (ЛЭП) (пример однолинейной схемы представлен на рис. 2), при нормальной схеме питания все вводы запитаны, под нагрузкой находится ввод трансформатора в соответствии с табл. 1, вывод в ремонт и (или) разбирает схему на выключателе, установленном во вводе ЛЭП согласно табл. 2. Дается время на обдумывание своих обязанностей и подготовку материала – 45 мин.

Таблица 1

Ввод трансформатора,
находящейся под нагрузкой

Номер группы	
четный	нечетный
первый	второй

Таблица 2

Вывод в ремонт ввода ЛЭП

Номер группы			
1,2	3,4	5,6	7, 8
первый	второй	третий	четвертый

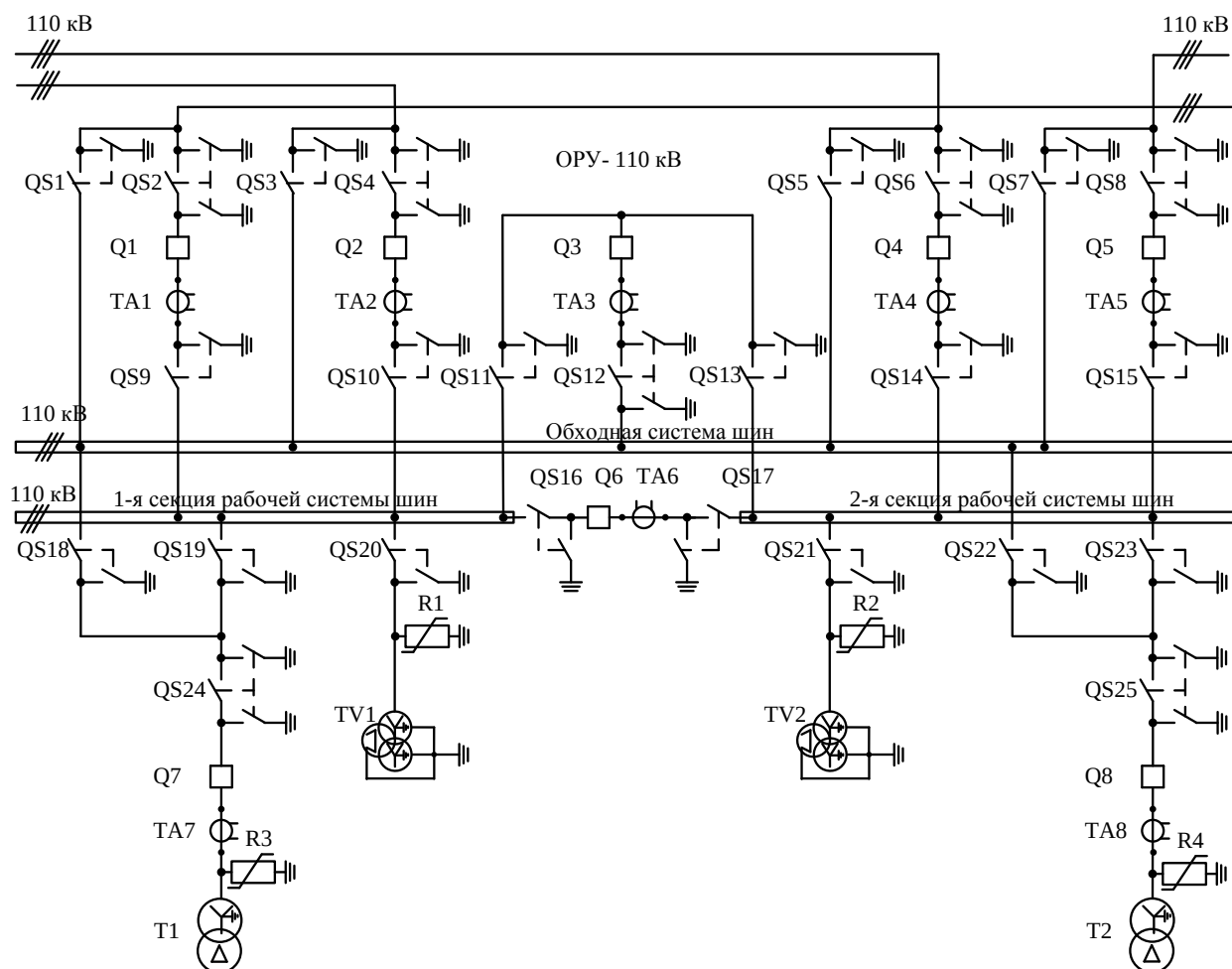


Рис. 2. Схема ОРУ-110кВ опорной подстанции

Схема игры.

1. Каждый участник группы обдумывает свои роли, подготавливает материал и определяет взаимосвязь с другими участниками:

- «начальник подстанции» разрабатывает оперативную схему подстанции;
- «энергодиспетчер» вычерчивает фрагменты схем автоматизированного рабочего места (АРМ) энергодиспетчера рассматриваемого открытого распределительного устройства (ОРУ): при нормальной и параллельной работах; в работе обходной выключатель;
- «допускающий» (если принимает участие в игре) рассматривает фрагменты разборки схемы: отключенные выключатель, разъединители и их заземляющие ножи; отключенные выключатель, разъединители и включенные заземляющие ножи разъединителей – и разрабатывает бланк переключения для вывода в ремонт оборудования.

3. «Начальник подстанции» читает оперативную схему подстанции ОРУ-110кВ и подает заявку энергодиспетчеру на вывод в ремонт выключателя, установленного в ЛЭП (согласно варианту номера группы).

4. «Энергодиспетчер» выводит в ремонт электрооборудование, т.е. читает фрагменты схем АРМ энергодиспетчера ОРУ-110кВ с бесперебойным переводом питания на резервное.

5. «Допускающий» (если принимает участие в игре) поясняет разбор схемы на ремонтируемом электрооборудовании согласно подготовленной документации.

Преподаватель контролирует весь процесс ролевой игры и вносит коррективы по ходу игры. По окончании учебного занятия проводит оценку выполнения задания, используя экспертный лист, в котором приведены критерии оценки (рис. 3)

Экспертный лист оценки по критериям
_____ Ф.И.О. студента

Критерии оценки участия в ролевой игре

Выполнение задания	Выполни л	Не выполни л
1 Набор элементов присоединения определен верно. 2 Соблюдена логическая последовательность построения элементов на схеме. 3 Чертеж оформлен в соответствии с ГОСТ 2.303-68 . 4 Начертание, размеры, буквенные обозначения выполнены согласно Условным графическим обозначениям элементов электрических схем. Подписи уровня напряжений и количества фаз на схеме.		
6-7 Электрическая схема прочтена с учетом: 1. входящих в схему по условным графическим обозначениям набора элементов присоединения; 2. уровня напряжений и количества фаз на схеме.		
Итого:	Σ Обязательных показателей - 17	

Каждый критерий оценивается по трехбалльной шкале: 3 балла – высокий уровень выполнения задания, 2 балла – средний, 1 – низкий

Шкала перевода набранных баллов в традиционную шкалу оценок

%	100 – 96	95 – 88	87 – 84	73 и менее
Количество баллов	<u>21-20</u> баллов	<u>19-18</u> баллов	<u>17</u> баллов	<u>16 и менее</u> баллов
оценка	отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно

Рис. 3. Экспертный лист оценки по критериям

В заключение хотелось бы сделать вывод, что проведение ролевой игры позволяет решить следующие задачи обучения: настраивает обучающихся работать в команде в плане решаемой проблемы и проявить свои коммуникативные качества при подготовке и презентации материала; позволяет прорабатывать вопросы тактики начальника, энергодиспетчера и допускающего в конкретной ситуации; выявляет пробелы в знаниях и умениях; нацеливает обучающихся на необходимость постоянного совершенствования умений, способствует усвоению умений в активной форме; вызывает неизменный интерес обучающихся к процессу обучения и к будущей профессии.

Список литературы

1 Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от «28» июля 2014 г. № 827.

2 Использование деловой игры в преподавании дисциплины «Детские болезни, эндокринология, общая физиотерапия» / Г. А. Глазырина, Д. К. Волосников и др. // Оптимизация высшего медицинского и фармацевтического образования: менеджмент качества и инновации: материалы II Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки / ЮУГМУ Челябинск, С. 38 – 40.

3 Реутова, Е. А. Применение активных и интерактивных методов обучения в образовательном процессе вуза (методические рекомендации для преподавателей Новосибирского ГАУ) / Е. А. Реутова. – Новосибирск: НГАУ, 2012. – 58 с.

УДК 004.932

Е. А. Альтман, Н. С. Афанасьева, Т. В. Васеева

РАСШИРЕНИЕ ГЛУБИНЫ РЕЗКОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРОГРАММНЫМ СПОСОБОМ

В работе рассмотрены методы повышения качества изображений программными средствами. Описаны основные этапы алгоритма расширения глубины резкости, даны

рекомендации по оптимизации работы библиотечных функций, реализующих данный алгоритм.

В связи с резким увеличением количества мобильных устройств фото- и видео фиксации вопросы вычислительной фотографии становятся более актуальными. Основной задачей этого направления является повышения качества изображений, как аппаратными, так и программными средствами. Причем качество полученных фотографий в большей степени зависит от программной обработки, чем от технических параметров камеры, так как камеры мобильных устройств имеют ограниченные технические характеристики. Развитие вычислительной фотографии происходит в разных направлениях, одним из которых можно назвать совмещение информации, находящейся в нескольких изображениях одной сцены. Цели и задачи такого совмещения могут быть разнообразными: повышение динамического диапазона изображения, увеличение разрешения, склейка панорамных снимков и др. [1].

Для постановки отдельной задачи в рамках вычислительной фотографии послужили ограничения, связанные с глубиной резкости изображений. С этим эффектом можно столкнуться при рассмотрении изображений, полученных в режиме макро- или портретной съемки, а так же в условиях низкой освещенности, когда уменьшение глубины резкости происходит при увеличении диафрагмы камеры. Увеличение глубины резкости изображения программным способом может происходить за счет совмещения нескольких областей частично сфокусированных изображений в одно полностью сфокусированное. Данный метод обработки изображений называется стекингом по фокусу.

Формирование полностью сфокусированного цифрового изображения, посредством стекирования нескольких исходных, возможно при решении целого ряда вопросов, среди которых можно выделить – поиск особых точек изображений при различных параметрах съемки; выравнивание исходных изображений друг относительно друга по особым точкам; исследование и реализация алгоритмов нахождения областей изображений, с наилучшей фокусировкой и сшивка итогового изображения.

1. Поиск особых точек на изображении.

В настоящее время известно множество подходов к поиску особых точек на изображении, причем применимость их зависит от поставленной задачи.

Произведенный анализ литературы позволил выбрать наиболее подходящие среди них детекторы для работы с изображениями с разной фокусировкой: *SIFT*, *PCA-SIFT*, *SURF* [1, 2, 3].

Вышеприведенные детекторы оценивались при таких деформациях, как размытие изображения, аффинные преобразования и поворот изображений.

Для оценки поиска особых точек при размытиях на исходное изображение накладывается гауссово размытие и затем реализуются детекторы. Самым стойким к размытиям в этом случае оказывается *SIFT*. *SURF* и *PCA-SIFT* демонстрируют невысокое число совпадений на исходном и размытом изображениях.

Исследование аффинных преобразований показало, что при небольшом изменении угла зрения *SIFT* и *SURF* показывают стабильно хорошие результаты, но когда угол зрения изменяется сильно - их результативность резко уменьшается, а *PCA-SIFT* наоборот показывает хорошие результаты. Для задачи получения готового изображения с мобильных устройств аффинные преобразования допускаются, но угол зрения при получении фотографий изменяется незначительно, следовательно, *SIFT* и *SURF* полностью удовлетворяют заданным условиям [4].

Для анализа влияние поворота изображений на результат поиска особых точек исходные изображения были повернуты на 0-10 градусов. В заданных условиях *SIFT* находит большинство совпадений, т.е. устойчив к повороту, *PCA-SIFT* работает не так хорошо, он находит меньше совпадений, чем *SIFT*. Наименьшее же число совпадений продемонстрировал *SURF* [5].

Наиболее стойким к исследуемым деформациям оказался детектор *SIFT*, хоть и немного уступает в быстродействии детекторам *SURF* и *PCA-SIFT*.

2. Выравнивание изображений.

Этот шаг имеет решающее значение для правильного слияния изображений. Для оценки относительной гомографии между изображениями предлагается использовать метод *RANSAC*, являющийся итеративным и строящий некоторую модель на каждой итерации, и проверяющий удовлетворение полученной модели исходным точкам [6]. Задача поиска гомографии довольно подробно описана в документации к *Open CV* [7]. Для получения устойчивого решения рекомендуется использовать 4 пары точек для построения модели, с использованием нормализованного алгоритма Хартли.

3. Слияние готового изображения

Для создания полностью сфокусированного изображения необходимо выбрать из исходных изображений области с максимальной фокусировкой. Для этого каждое исходное изображение подвергается гауссову размытию. Размытие по Гауссу — это характерный фильтр размытия изображения, который использует нормальное распределение (также называемое Гауссовым распределением) для вычисления преобразования, применяемого к каждому пикселю изображения. Гауссово размытие меняет каждый пиксель текущего слоя, делая его значение равным среднему значению всех пикселей в определённом радиусе от рассматриваемой точки.

Затем вычисляется Лапласиан размытого изображения, который определяется как сумма вторых производных и вычисляется как сумма перепадов на соседях центрального пикселя. Эти действия позволяют получить нам карту градиентов.

Затем исходные изображения накладываются друг на друга и происходит анализ каждого пикселя изображений. Пиксели с максимальными градиентами с каждого из уровней становятся пикселем итогового изображения. То есть в результате этих манипуляций из каждого исходного изображения выбираются максимально сфокусированные области.

Реализация описанного алгоритма с применением детектора *SIFT* и метода *RANSAC* возможно с использованием уже готовых библиотечных функций, реализованных в библиотеке *OpenCV*. Интерпретация же универсальных алгоритмов под конкретную задачу позволит улучшить быстродействие системы. Для этого при вычислении детектора *SIFT* можно отказаться от дополнительной проверки особых точек с помощью матрицы Гессе, так как *SIFT* уже на этапе первой проверки обеспечивает достаточное количество особых точек и даже появление нескольких ложных точек не является критичным для системы в целом. Так же при нахождении ориентации особых точек учитывается радиус размытия, который может быть изменен, для наилучших результатов при работе с размытыми изображениями. Такие изменения радиуса размытия повлекут за собой снижение инвариантности детектора к смещению, поворотам, изменению масштаба изображения. Но при условиях съемки с камер мобильных устройств, все эти преобразования являются незначительными, по сравнению с уменьшением глубины резкости

изображения. При использовании *RANSAC* для построения модели количество пар точек можно снизить с 4 до 2. Это приведет к незначительному уменьшению устойчивости решения, но позволит сэкономить вычислительную мощность.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что в современных условиях задача расширения глубины резкости изображения приобретает особенную актуальность при получении таких изображений с камер мобильных устройств. Для её решения можно произвести оптимизацию уже известных универсальных алгоритмов, за счет чего получить повышение производительности системы.

Список литературы

1. Lowe David G. Object Recognition from Local Scale-Invariant Features / Proceedings of the International Conference on Computer Vision-Volume 2, pp. 1150-1158 - Режим доступа: <http://cs.ubc.ca/~lowe/papers/iccv99.pdf>.

2. Yan Ke , Rahul Sukthankar, PCA-SIFT: a more distinctive representation for local image descriptors, Proceedings of the 2004 IEEE computer society conference on Computer vision and pattern recognition, June 27-July 02, 2004, Washington, D.C., USA - Режим доступа: <http://www.cs.cmu.edu/~rahuls/pub/cvpr2004-keypoint-rahuls.pdf>.

3. Bay Herbert, Tuytelaars Tinne, Gool Luc Van, SURF: speeded up robust features, Proceedings of the 9th European conference on Computer Vision, May 07-13, 2006, Graz, Austria - Режим доступа: http://www.vision.ee.ethz.ch/en/publications/papers/articles/eth_biwi_00517.pdf.

4. Альтман, Е. А. Детекторы локальных особенностей в системах компьютерного зрения, применяемых на железнодорожном транспорте / Е. А. Альтман, Н. С. Дикаревич, Т. В. Васеева // Инновационные проекты и технологии в образовании, промышленности и на транспорте / Омский гос. ун-т путей сообщения. – 2016. – С. 272 – 280.

5. Luo Juan, Oubong Gwun, “A Comparison of SIFT, PCA-SIFT and SURF”, International Journal of Image Processing (IJIP), Vol. 3, Issue 4, pp. 143 – 152.

6. Fischler Martin A., Bolles Robert C. Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated

Cartography // Communications of the ACM. Vol. 24, No 6, pp. 381-395 - Режим доступа: <https://www.sri.com/sites/default/files/publications/ransac-publication.pdf>.

7. Camera calibration and 3D reconstruction [Эл. ресурс] / Режим доступа: http://docs.opencv.org/2.4/modules/calib3d/doc/camera_calibration_and_3d_reconstruction.html?highlight=findhomography.

УДК 621.37

Е. А. Альтман, А. В. Александров, Н. Г. Ананьева

ПОВЫШЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСЧЕТА КОРРЕЛЯЦИИ ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ АЛГОРИТМА РАБОТЫ С ПАМЯТЬЮ

В статье приведен сравнительный анализ математических методов вычисления свертки дискретных сигналов и произведена оценка временных затрат на их работу. Представлен алгоритм программы, позволяющий ускорить расчет свертки сигналов за счет уменьшения количества обращений к памяти.

Тяговое электроснабжение является основополагающей статьей затрат на топливно-энергетические ресурсы холдинга «Российские железные дороги». Необходимо уделять большее внимание вопросам, связанным с более эффективным использованием электрической энергии за счет внедрения различных автоматизированных систем. Одной из таких систем является автоматизированная система мониторинга и учета электроэнергии на фидерах контактной сети (АСМУЭ ФКС) [1].

АСМУЭ ФКС предназначена для проведения контроля параметров электрической энергии. За счет измерения электрического тока и напряжения на электроснабжающем оборудовании, система позволяет анализировать эффективность затрат на тяговые нужды, определять объем потерь энергии, величины перетоков и небаланса на подстанциях. При работе комплекса получаемые значения параметров из сети далеки от эталонных. Прежде чем использовать полученные данные необходимо привести их к виду, который позволит учесть их в правильной форме. Для этого производится предварительная обработка поступающих данных с помощью фильтрации.

Фильтры выделяют полезный сигнал и убирают искажающие паразитные факторы, которые оказывают влияние на передаваемые сигналы.

Все дальнейшие действия производятся в центральном устройстве системы, которое представляет собой одноплатный компьютер. Существенные ограничения на габаритные показатели определяют аппаратные ресурсы системы. В связи с этим возникает необходимость оптимизировать не только использование ресурсов памяти, но и повышать скорость обработки и вычислений программных функций. Использование существующих методов фильтрации сигналов ограничивает возможности системы в реальном времени получать достаточный набор данных необходимых для расчета актуальных значений.

Основной алгоритм обработки входных сигналов построен на использовании цифровой фильтрации входных воздействий. В качестве фильтра используется фильтр с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтр). В общем случае математическая запись такого фильтра имеет вид:

$$\begin{aligned} y(n) &= h(0)x(n) + h(1)x(n-1) + \dots + h(p)x(n-p) \\ &= \sum_{m=0}^p h(m)x(n-m), \end{aligned} \quad (1)$$

где p – порядок фильтра; $x(n)$ – входной сигнал; $h(p)$ – коэффициенты фильтра.

Представленное разностное уравнение фильтра позволяет считать процесс фильтрации цифрового сигнала операцией свертки (англ. convolution) с той лишь разницей, что при свертке второй сигнал является произвольной последовательностью, а не коэффициентами КИХ-фильтра. По определению [2] свёртка – это математическая операция, примененная к двум функциям x и h , порождающая третью функцию, которая иногда может рассматриваться как модифицированная версия одной из первоначальных. В математическом виде выражение свёртки для цифрового фильтра или двух дискретных сигналов с количеством отсчетов $N = 0..N-1$ и $M = 0..M-1$ соответственно можно представить как результирующий сигнал вида:

$$s(t) = x * h = \sum_{m=0}^n x(m) \cdot h(n-m), \quad n = 0..N+M-2, \quad (2)$$

где $s(t)$ – сигнал на выходе; $x(m)$ – входной сигнал, $M = 0..M - 1$; $h(n)$ – входной сигнал $N = 0..N - 1$.

Как видно из выражения, результирующий сигнал получается путем суммирования значений, получаемых путем перемножения сдвинутых сигналов друг относительно друга поэлементно.

Иллюстрация математических действий свертки двух сигналов приведена на рис. 1.

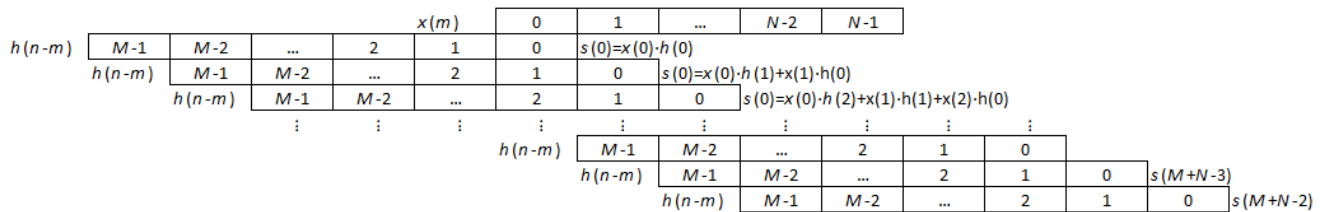


Рис. 1. Схема процесса свертки сигналов

Можно оценить количество математических операций при выполнении свертки двух дискретных сигналов прямым способом как произведение количества дискретных отсчетов каждого сигнала $N \cdot M$. Если размерности сигналов примерно одинаковые, то мы получаем величину сопоставимую с квадратом большей размерности $\approx N^2$. При работе с сигналами с числом отсчетов в несколько десятков тысяч мы получаем огромное число умножений, что приводит к большим временным затратам.

При увеличении количества отсчетов сигналов математическая сложность свертки растет лавинообразно, что приводит к существенным временным затратам при работе программы. Для решения этой проблемы были разработаны алгоритмы, позволяющие сократить количество математических операций. Основными подходами в этих алгоритмах являются два: использование быстрого преобразования Фурье и применение методов разделения исходного сигнала.

При использовании методов получения свертки с помощью БПФ необходимо предварительно расширить набор отсчетов в каждом сигнале до двойного значения нулями. Формула расчета предполагает два вычисления прямого преобразования Фурье над последовательностями и обратное преобразование Фурье полученного результата. Обобщенная формула для подсчета количества операций умножения при быстрой свертке имеет вид:

$$N_* = C \cdot N \cdot \log_2 N, \quad (3)$$

при этом коэффициент C , в случае, когда количество отсчетов является числом степени двойки, равен 12.

Согласно приведенным формулам арифметическая сложность сокращается, начиная с некоторого порогового значения точек дискретизации сигналов.

При использовании методов разделения исходных данных на более мелкие составляющие мы получаем несколько отсчетов меньшей длины. Например, при разбиении сигнала, состоящего из N отсчетов на две равные части по $N/2$ мы получим вычислительную сложность порядка $2 \left(\frac{N}{2}\right)^2 = \frac{N^2}{2}$ умножений. Как можно заметить, количество операций умножения сократилось в два раза. При этом, затраты на разбиение входных сигналов и объединение полученных данных не занимают значительных временных и аппаратных ресурсов.

С точки зрения программного алгоритма вычисления быстрой свертки процесс вычисления результата основывается на работе с тремя различными свертками, имеющими длину в два раза меньшую, чем исходные. При этом, имея сокращение в количестве необходимых арифметических операций, мы получаем увеличение аппаратных затрат связанных с необходимостью хранения дополнительных данных на каждом шаге разбиения свертки. Увеличение объема обрабатываемых данных приводит к тому, что соответственно увеличивается количество необходимых операций для передачи данных в памяти при работе алгоритма [3].

Быстрый алгоритм вычисления свертки сводится к вычислению 3 сверток половинной длины. Как было показано выше, количество требуемых операций для вычисления свертки сокращается примерно на $\frac{3}{4}$ при каждом таком разбиении.

В тоже время, три массива половинной длины увеличивают количество требуемой памяти в 1,5 раза. Увеличение требуемого объема памяти происходит на каждом шаге разбиения свертки.

Увеличения объема требуемой алгоритму памяти очевидным образом ведет к увеличению команд пересылки данных. Часть этих операций может быть скрыта за счет их параллельного выполнения с вычислительными операциями. В

зависимости от архитектуры процессора и уровня оптимизации программы может быть спрятана та или иная часть команд пересылки, но не все [4].

В результате дополнительные команды, требующиеся для обмена данными между выполняемой программой и памятью устройства, снижают эффект от уменьшения количества арифметических операций свертки. В определенных случаях использование быстрых алгоритмов вычисления имеет обратный эффект – количество затрачиваемого времени увеличивается, так как малое количество отсчетов сигнала (менее 10) не дает никакого выигрыша от деления исходных массивов на несколько частей [5].

Для дальнейшего развития данного метода и еще большего сокращения времени обработки и расчета результата можно предложить модификацию алгоритма. При этом исходные сигналы также будут разбиваться на более короткие. В случае минимального количества отсчетов не будет требоваться дополнительное пространство в памяти устройства для хранения промежуточных результатов и при этом количество арифметических операций будет минимально, а количество итераций по обмену данными будет значительно ниже, чем в случае быстрых алгоритмов расчета свертки сигналов.

Суть предлагаемого алгоритма заключается в разбиении исходного сигнала на три части. Две свертки будут рассчитываться обычными вариантами быстрой свертки. Полученные значения будут сохраняться в массивах, расположенных в памяти устройства. Свертки для четных и нечетных отсчетов сигналов после расчета сохраняются в новый массив с соответствующим сдвигом. Новый массив необходим с той целью, чтобы при дальнейшей работе алгоритма необходимые значения не пересылались из других мест, а непосредственно брались из нового хранилища, что позволяет существенно сократить количество команд пересылки данных.

Оставшаяся третья часть свертываемых данных, представляющая собой результат суммирования четных и нечетных отсчетов, рассчитывается в реальном времени при работе программы. Полученные данные не сохраняются в памяти. Каждый рассчитанный отсчет третьей свертки по формуле разбиения на 3 свертки половинной длины складывается с соответствующими отсчетами первых двух сверток.

Однако, при всех возможных преимуществах предлагаемого алгоритма, существует ограничение, связанное с тем, что при вычислении значений

свертки «на лету» невозможно использовать быстрые алгоритмы вычислений, например, дальнейшего рекурсивного разбиения на свертки меньшей длины. Как итог, имея уменьшенное количество операций с обменом данными, мы получаем увеличение количества арифметических операций по сравнению с быстрыми алгоритмами.

Несмотря на описанные ограничения, уменьшение количества операций с данными в памяти позволяет получать более быстрые программы для расчета сверток сигналов, имеющих определенные значения отсчетов. Определение этого количества точек зависит в основном от архитектуры устройства на котором производится расчет.

При работе со свертками, имеющими достаточно большое количество отсчетов предлагаемый алгоритм также позволяет получить выигрыш во временных затратах за счет использования процедуры рекурсивного разбиения исходных данных на более короткие свертки.

Для подтверждения описанных результатов была произведена программная реализация трех описанных алгоритмов расчета свертки дискретных сигналов. В ходе работы программы подсчитывалось общее время выполнения операции свертки. Измерение времени проводилось несколько раз для получения более объективных результатов. Результат работы программы представлен на рис. 2.

При сравнении с результатами прямого вычисления свертки, видно, что при увеличении количества точек, выигрыш в вычислительных затратах может быть на порядок меньше, а учитывая, что операция умножения в большинстве микроконтроллеров занимает несколько машинных тактов мы получим существенное сокращение времени вычисления требуемого результата. Для примера была рассчитана свертка двух дискретных сигналов. Временные затраты на расчет каждой итерации приведены на рисунке. Экономия времени каждого из методов по сравнению с прямым вариантом вычисления составляет: для метода с использованием разделения порядка 8-10 процентов, для предлагаемого метода 18-20 процентов.

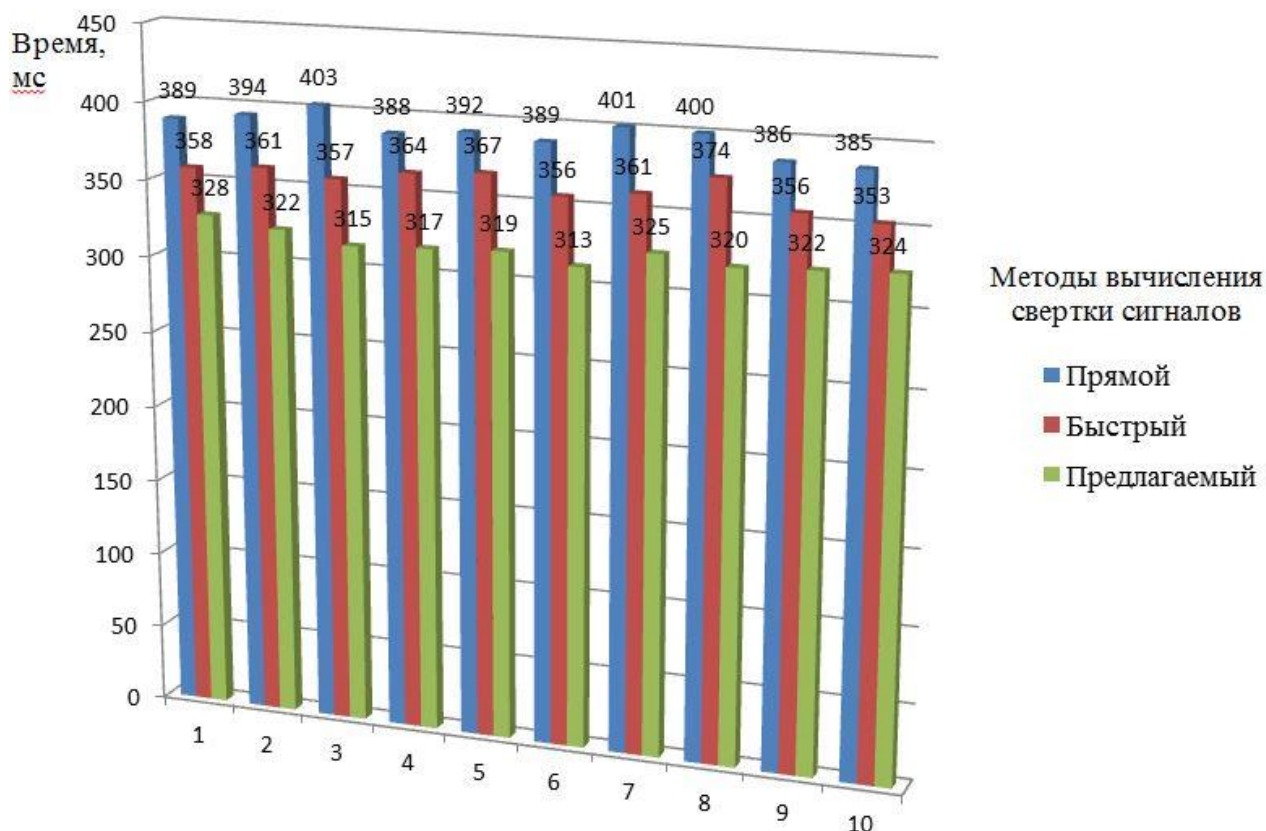


Рис. 2. Сравнение временных затрат на вычисление свертки дискретных отсчетов

Список литературы

1. Алгоритмы и структурные решения для построения автоматизированной системы мониторинга и учета электроэнергии на фидерах контактной сети [Текст] / А. А. Лаврухин, А. Г. Малютин и др. // Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск. – 2016. – №4(28). – С. 124 – 134.
2. Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов: уч. пособие [Текст] / А. Б. Сергиенко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 768 с.
3. Айфичер, Э. С. Цифровая обработка сигналов: практический подход [Текст] / Э. С. Айфичер, Б. У. Джервис; под ред. А. В. Назаренко. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2008. – 992 с.
4. Альтман, Е. А. Повышение эффективности метода перекрытия с накоплением для вычисления дискретной свертки [Текст] / Е. А. Альтман, С. С. Грицутенко // Вопросы радиоэлектроники / Центральный научно-

исследовательский институт экономики, систем управления и информации «Электроника». – М. – 2010. № 3. – С. 88 – 96.

5. Захаренко, Е. И. Быстрый алгоритм вычисления двумерной корреляции / Е. И. Захаренко // Современные проблемы радиоэлектроники. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2017. – С. 111 – 115.

УДК 004.738.2

Д. В. Беленков

АЛГОРИТМЫ САМООРГАНИЗАЦИИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ В ПРОЦЕССЕ МАРШРУТИЗАЦИИ

Приводится обзор протоколов маршрутизации в сенсорных сетях. Рассмотрены алгоритмы: алгоритм направленной диффузии, протокол передачи информации по средствам переговоров, маршрутизация на основе градиентов, энергетически эффективный алгоритм порогового срабатывания сенсорной сети, алгоритм пересылки, основанный на минимальной стоимости маршрута, Greedy Perimeter Stateless Routing, алгоритм кластеризации на основе иерархии адаптивного низкого энергопотребления беспроводных сенсорных сетях.

В данный момент под понятием “беспроводная сенсорная сеть” подразумевают распределённую, самоорганизующуюся, устойчивую к отказам отдельных элементов сеть миниатюрных электронных устройств. Обмен информации между элементами (узлами) сети происходит по средствам беспроводной связи. Каждый узел сенсорной сети в отдельности являются автономными.

Использование беспроводных сенсорных сетей применимо во многих сферах деятельности общества:

Системы безопасности и военные приложения; промышленный мониторинг; автоматизация строений; логистика; экология и чрезвычайные ситуации; медицина.

Основные особенности беспроводных сенсорных сетей: ограниченные энергетические, вычислительные и коммуникационные ресурсы узлов сети; малые габариты и вес узлов; автономное энергоснабжение узлов; низкая

стоимость отдельных узлов сети; не требуется обслуживание сети и её узлов; большие масштабы (до сотен тысяч узлов) и масштабируемость сетей; высокая надёжность и отказоустойчивость сетей; устойчивость сетей к изменению топологии и изменению условий распространения радиоволн; работа с беспроводной сенсорной сетью извне происходит как с единым целым.

Беспроводные сенсорные сети относятся к сетям класса *WPAN (Wireless Personal Access Network)* – беспроводные персональные вычислительные сети, [3]) и представляют собой сеть с дальностью связи между узлами обычно не превышающей 100 м.

Основной особенностью этих сетей по сравнению с аналогами является самоорганизация. Под самоорганизацией понимается процесс упорядочивания элементов открытой системы, находящейся в состоянии далеком от равновесия.

Функция самоорганизации в беспроводных сенсорных сетях выполняется за счет протоколов маршрутизации, обзор которых приведен ниже.

Алгоритм направленной диффузии (*Directed Diffusion*)

Основные характеристики метода направленной диффузии: этот алгоритм ориентирован на централизованную модель сбора данных с доставкой по запросу; взаимодействие узлов локальное; использует высокоуровневые средства именования данных [2]. Централизованная модель основывается на присутствии в сети центрального узла осуществляющего функции сбора данных и, как следствие, маршрутизацию от множества узлов получающих данные к одному приемнику. Начальным этапом процесса маршрутизации является рассылка центральным узлом сообщений запроса. Так как данные в узле собираются и хранятся в виде пар «атрибут-значение», то запрос указывает на интересующие центральный узел параметры и их возможные значения или их диапазон. Каждый узел локально хранит историю активных запросов в виде кэша. Для каждого запроса в кэше хранятся параметры, такие как временная метка получения запроса; градиенты на каждый соседний узел с указанием скорости обмена, длительности существования по таймеру и времени жизни запроса. Градиент фактически указывает возможное направление дальнейшей маршрутизации данных и может иметь свой вес. На основе структуры кэша базируется поиск оптимального маршрута трафика. Кэш всегда должен быть в актуальном состоянии в процессе обработки получаемых запросов за это отвечают определенные правила. Запросы от центрального узла периодически

повторяются с целью обеспечения надежности доставки и поддержании работоспособности по средствам изменения маршрута (самоорганизация) в случаях, когда из существующей топологии выпадают узлы.

Когда сенсор получает данные удовлетворяющие запросу центрального узла, начинается процесс обратной маршрутизации сообщений с запрошенными данными, которые могут поступать с определенной частотой в центр в течение всего времени существования запроса. Для передачи данных используются сведения об уже установленных градиентах, показывающие для каждого конкретного узла оптимальное направление передачи. В итоге для передачи сообщений выбирается наиболее (подходящий с точки зрения заданных критериев маршрутизации путь, примером таких критериев может быть кратчайший маршрут, маршрут с минимизацией энергопотребления) и режим трансляции.

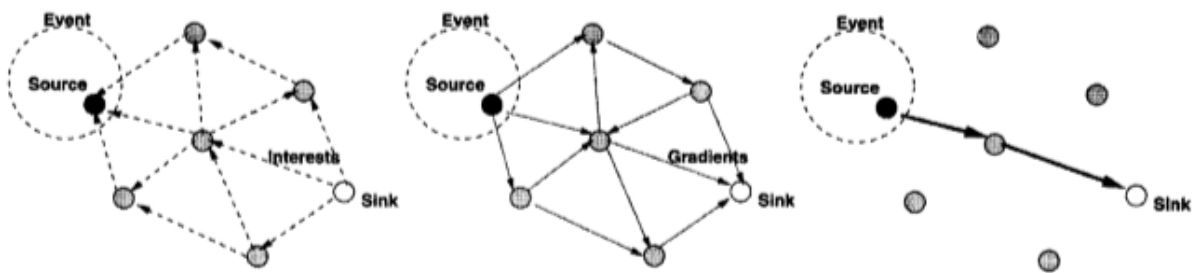


Рис. 1. Графическое представление процесса передачи

Маршрутизация на основе градиентов (*Gradient-based routing*)

Еще один вариант алгоритма направленной диффузии [4]. Основные отличия представлены в следующем. В процессе распространения запроса из центра по всей сети учитывается количество ретрансляций или хопов от узла к узлу. В каждом узле вычисляется параметр, названный стоимостью узла, который указывает на минимально возможное число хопов в цепочке маршрута от данного узла к центральному. Градиентом для каждого из соседних направлений в узле обозначается разность между стоимостью исходного узла и стоимостью его соседа. Для передачи сообщений выбирается направление с наибольшим значением градиента. Если градиенты для разных направлений равны, выбор осуществляется случайным образом. Данная схема может модифицироваться за счет правил, обеспечивающими учет экономии энергии. Так, при падении текущего уровня запаса энергии в узле ниже порогового значения узел может самостоятельно увеличить свою «стоимость» с целью

уменьшения нагрузки со стороны других узлов. Соседние узлы «видят», что использовать для передачи сообщений данный узел становится все более невыгодно, и обходят его направление, выбирая более оптимальные направления. Такой механизм обеспечивает хорошую адаптивность алгоритма в плане балансировки энергонагрузки.

Протокол передачи информации по средствам переговоров (*Sensor Protocols for Information via Negotiation*)

Sensor Protocols for Information via Negotiation – группа протоколов, обеспечивающее доставку данных на основе процедуры «переговоров» между узлами [1]. Относится к протоколам маршрутизации в одноранговой сети без гарантированной доставки пакетов. Отличительной особенностью является возможность учет расхода энергии узлов. Хорошо подходит для беспроводных сенсорных сетей с динамической топологией как пример с мобильными узлами. Используется адаптивный вариант простой техники лавинного распространения («*flooding*»). Пакет от каждого узла распространяется по всей сети, таким образом, все данные можно считать с любого узла сети. Механизм передачи пакетов базируется на трех типах сообщений: сообщение типа *ADV* – информирует о наличии новых данных в узле, содержит описание данных в виде так называемых «метаданных»; *REQ* – служит для запроса данных от узла; сообщения типа *DATA* – используются для пересылки самих данных.

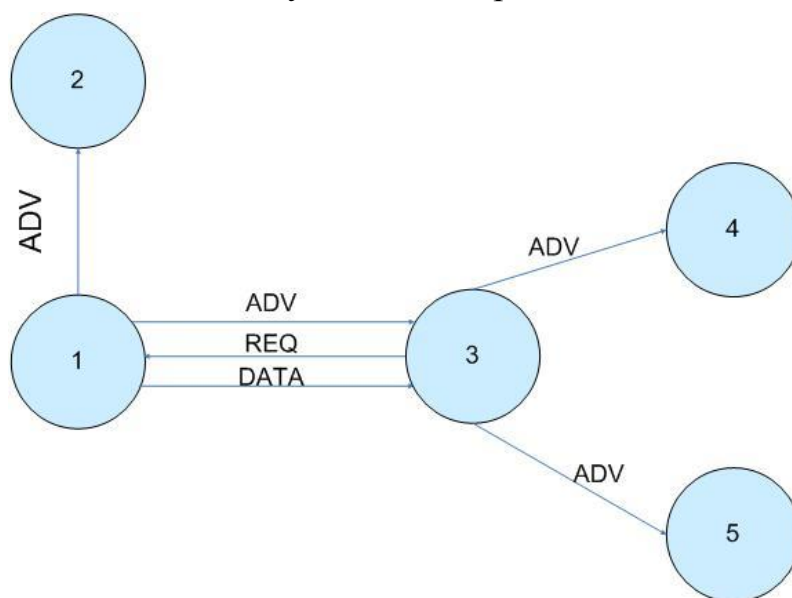


Рис. 2. Пример работы протокола *SPIN*

Суть алгоритма заключается в следующем. При получении новых данных узел «объявляет» об этом соседним узлам, посылая сообщение *ADV* и ожидая от них ответа *REQ*. Получив запрос на передачу (сообщение *REQ*), узел транслирует реальные данные. Узел получивший новые данные, аналогичным образом ведет переговоры уже со своими соседями и рассылает эти данные тем из них, которые в этих данных заинтересованы, т.е. те кто еще их не получили. Метаданные используются как уникальный идентификатор реальных данных, основываясь на метаданных, узел имеет возможность избежать повторной передачи одних и тех же данных, например, предложение принять данные которые он сам и распространял. Избыточность сетевого трафика уменьшается, как и бесполезный расход энергии по сравнению с классическим методом лавинного распространения данных. В семейство входят основные протоколы *SPIN-1*, *SPIN-2*, а также ряд других протоколов: *SPIN-BC* – используемый для широковещательных рассылок, *SPIN-PP* для взаимодействия типа *point-to-point*, *SPIN-EC* – протокол основывающийся на контроле энергозатрат узлов и т.д.

Greedy Perimeter Stateless Routing

Greedy Perimeter Stateless Routing относится к классу алгоритмов, использующих топологическую информацию о местоположении узла в пространстве [5]. Каждый узел знает о расположении самого себя и ближайших соседей. Пересылка сообщения осуществляется узлом тому соседу, который находится ближе всего к адресату. Для обхода зон отсутствия связи, так называемые черные дыры, образовавшиеся, вследствие отказа узлов, применяется маршрутизация по периметру, когда выбираются по правилу «правой руки» узлы, находящиеся дальше от узла-адресата, чем исходный узел. Данный алгоритм не учитывает энергозатраты.

Алгоритм кластеризации на основе иерархии адаптивного низкого энергопотребления (*Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy*)

Алгоритм кластеризации на основе иерархии адаптивного низкого энергопотребления относится к классу иерархических методов маршрутизации с балансировкой энергетической нагрузки [7]. Узлы взаимодействуют по следующим принципам. Близлежащие, находящиеся в одной зоне радиодоступа узлы, объединяются в кластер - отдельную коммуникационную группу. Кластер состоит из обычных узлов низшего ранга (*Cluster Members – CM*) и одного узла высшего ранга (*Cluster Head – CH*) и он в свою очередь выполняет функции

маршрутизации для всех остальных узлов кластера. Главные узлы являются коммуникационной инфраструктурой сети. Данные в кластере передаются от члена кластера главе, далее передача между кластерами происходит за счет обмена сообщениями между главами. Глава кластера выбирается случайным образом и периодически сменяется, это необходимо для того, чтобы равномерно распределить энергетическую нагрузку по всем узлам кластера, поскольку функции маршрутизации, возложенные на главу кластера, являются причиной интенсивного расхода им энергии на ретрансляцию сообщений от всех узлов кластера.

Алгоритм пересылки основанный на минимальной стоимости маршрута (*Minimum Cost Forwarding*)

Алгоритм пересылки основанный на минимальной стоимости маршрута [6] основывается на том, что маршруты, например, от узла-источника к центральному узлу сбора данных, всегда известны. Поэтому нет необходимости использовать для маршрутизации адресную схему с уникальной идентификацией каждого узла. Вместо идентификатора узел хранит параметр наименьшей цены направления, который оценивает минимальное расстояние от данного узла до центрального в заданной метрике. Цена доставки может быть различной – основываться на энергопотреблении, количестве ретрансляций или же хопов, единиц линейного расстояния и т.д. При получении пакета каждый узел осуществляет его передачу только в случае, если этот узел расположен на маршруте с минимальной ценой. Таким образом, маршрут включает все те промежуточные узлы от источника к центру, в которых выполняется условие: сумма накопленной уже расходуемой цены для доставки сообщения в узел с наименьшей ценой узла должна быть эквивалентна наименьшей цене источника. Перед непосредственной маршрутизацией в каждом узле происходит процесс проведения предварительного вычисления параметра наименьшей цены. Первоначально центральный узел определяется свой параметр как ноль, для всех остальных узлов – «бесконечность». Затем центральный узел передает значение параметра всем узлам по соседству. Каждый из этих узлов получает значение и изменяет его с учетом возросшей цены доставки для данного направления (в случае если параметр обозначает число хопов, то значение увеличивается на единицу) и сравнивает со своим хранящимся параметром. Значение обновляется, но только в случае если оно меньше старого. Повторная

ретрансляция полученного сообщения соседним узлам выполняется только тогда, когда происходит обновление параметра.

Энергетически эффективный алгоритм порогового срабатывания сенсорной сети (*Threshold sensitive Energy Efficient Sensor Network*)

Энергетически эффективный алгоритм порогового срабатывания сенсорной сети на методике кластеризации и имеет иерархическую структуру[8]. Алгоритм основывается на параметре порог измеряемых значений. Сенсорные узлы не занимаются постоянным сбором данных и отправкой их в центральный узел. Вместо этого они контролируют изменение измеряемой величины. В том случае, когда она выходит за пределы пороговых значений, направляется соответствующее сообщение об этом в центральный узел. Такой подход значительно снижает коммуникационную нагрузку на сеть, энергетические затраты и обеспечивает более гибкую обработку информации. Модифицированная версия данного протокола, *Adaptive Periodic Threshold sensitive Energy Efficient Sensor Network*, является еще более гибкой и позволяет передавать данные не только при выходе измеряемых величин за пределы порогов, но также с определенной периодичностью через заданные промежутки времени.

Заключение

Особенностью сенсорных сетей является энергозависимость, поэтому актуальным становится анализ эффективности вышеизложенных протоколов в зависимости от постоянно изменяющихся внешних факторов воздействия на сеть. Рассмотренные методы маршрутизации показывают разнообразие способов применяемых для построения маршрута в беспроводных сенсорных сетях, а так же основополагающие параметры на которых базируются эти протоколы. Нет единого универсального подхода к маршрутизации, каждый метод имеет определенные особенности, при которых его использование является более выгодным, чем другие алгоритмы.

Список литературы

1. Survey on Sensor Protocol for Information via Negotiation (SPIN) protocol Vadhi S. Patel, Prof. Chandresh R. Parekh.

2. Directed Diffusion for Wireless Sensor Networking. Chalermek Intanagonwiwat, Ramesh Govindan, Deborah Estfin, John Heidemann, Member, IEEE, and Fabio Silva.

3. Дядюнов, А. Н. Моделирование беспроводных сенсорных сетей / А. Н. Дядюнов, К.Н. Кузнецов // Научный вестник МГТУ ГА.

4. Gradient-Based Routing in Sensor Networks. Javed Faruque, Ahmed Helmy.

5. GPSR: Greedy Perimeter Stateless Routing for Wireless Networks. Brad Karp, H. T. Kung.

6. The Minimum Cost Forwarding Using MAC Protocol for Wireless Sensor Networks. M.Chithik Raja.

7. Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy in Wireless Sensor Network. Lalita Yadav, Ch. Sunitha.

8. Adaptive Threshold Sensitive Energy Efficient Sensor Network, Anshul Garg.

УДК 621.396.49

Д. С. Лузан, Е. Д. Бычков

КОГНИТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В БЕСПРОВОДНЫХ ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ

Рассматривается обзор применения когнитивной технологии в современных беспроводных локальных сетях. В частности, концепция когнитивного радио, в котором используется искусственный интеллект для эффективного управления радиочастотным спектром и состояниями узлов коммутации беспроводной локальной сети в постоянно меняющейся ситуационной обстановке.

Концепция когнитивного радио была впервые предложена в 1998 году Джозефом Митолой III в Королевском технологическом институте, в Стокгольме [4]. Сам термин - «Когнитивное радио» был официально представлен Митолой и Магуайром в 1999 году [5]. Когнитивное радио - это технология, в которой не лицензируемый пользователь может использовать пустой канал в полосе спектра лицензированного пользователя [5]. В ноябре

2002 года Федеральная комиссия по связи (FCC) опубликовала отчет, подготовленный группой исследователей, в которую входили многопрофильные специалисты из бюро и офисов комиссии. По окончании работы комиссии был сделан вывод - «во многих диапазонах доступ к спектру является более значительной проблемой, чем физическая нехватка спектра, в значительной степени из-за устаревшего управления командованием и контролем, которое ограничивает способность потенциальных пользователей спектра получать такой доступ» [4].

Сейчас в сегменте радиопромышленности быстро развиваются системы беспроводной связи. Стремительно растет интенсивность использования спектра, что приводит к увеличению спроса на него. В этих условиях начали проявляться ряд противоречий, наиболее острыми из которых являются:

- противоречие между увеличивающимся спросом на предоставляемые услуги систем беспроводной связи и ограниченным радиочастотным спектром;
- противоречие между расширением радиочастотного спектра предоставляемых системами беспроводной связи и не возможностью использования этого спектра каждым отдельным радио прибором на 100% [6, 10].

На данный момент практически весь частотный диапазон распределен и лицензирован. Но при этом спектр, как драгоценный природный ресурс, используется недостаточно эффективно. Использование и внедрение новых сервисов становится затруднительным. Если для функционирования сервиса требуется наличие свободного радиоканала, то это существенно усложняет задачу, а в некоторых случаях делает внедрение сервиса и вовсе невозможным. Одним из возможных путей решения указанной проблемы является переход к новой технологии, названной когнитивное радио [6,7].

Значительным образом повысить эффективность использования спектра позволяет механизм динамического управления спектром. Это значит, что вторичным пользователям (не закрепленным за данным частотным диапазоном) предоставляется возможность использовать диапазоны первичных пользователей (закрепленных за данным диапазоном) на время, пока этот диапазон не используется первичным пользователем [6, 9].

Технология когнитивного радио (КР) предназначена для вторичного использования радиочастоты спектра абонентами, которые не закреплены за

данным частотным диапазоном. Устройства в сети автоматически перенастраиваются на свободные частоты. Устройства абонентов когнитивного радио изменяют свои параметры на основе получения информации об электромагнитной и географической обстановке, распознают образы сигналов всех первичных радиоэлектронных средств (РЭС) и используют частоты, когда первичные РЭС не используют радиоканал. При необходимости они автоматически перенастраиваются на свободные диапазоны, поддерживая устойчивое соединение [6].

Первичные пользователи имеют более высокий приоритет для использования лицензируемой полосы частот. Вторичный пользователь не закреплен за данным частотным диапазоном. Вторичный пользователь может использовать лицензируемую полосу частот, пока этот диапазон не используется первичными пользователями. Это максимизирует эффективность лицензируемого использования спектра [2].

Что бы эффективно использовать радиочастотный спектр когнитивные радиостанции могут изменять параметры передачи сигнала, такие как частота, методы модуляции, методы кодирования и мощность в соответствии с условиями окружающей среды. Что бы не нарушать процесс передачи информации первичных пользователей сети, механизм когнитивного радио выполняет задачи обнаружения, анализа и изучения сигналов, находящихся в эфире. И если будет необходимо, то произвести реконфигурирование оборудования. Учитывая информацию о радио пространстве, когнитивное радио сможет переключаться на наиболее подходящую технологию и частоту для предоставления требуемой услуги [1]. Анализ и мониторинг радиочастотного спектра – одна из важнейших задач системы когнитивного радио. Эффективность процесса мониторинга в значительной степени определяет то, насколько эффективно используется частотный спектр [2].

Когнитивное радио можно организовать с помощью централизованной базы данных, содержащей информацию об использовании окружающего радио пространства разными устройствами и с использованием контрольного канала (Cognitive Pilot Channel, CPC) [1].

Технология работы когнитивного радио с использованием базы данных может применяться для работы в «белых пятнах». Белые пятна являются незанятыми или частично занятыми полосами частот. В базе данных храниться

информация обо всех лицензируемых пользователях полос радиочастот. Для того, чтобы начать процесс передачи информации устройству, работающему в «белых пятнах», необходимо определить свое местоположение при помощи GPS или ГЛОНАСС. После этого необходимо связаться с базой данных и передать информацию о своем местоположении. Ответом от базы данных будет список доступных каналов, которые могут быть использованы для передачи информации без создания помех оборудованию, работающему в первом приоритете. Используя информацию об использовании эфира, когнитивное радио сможет менять технологию радиодоступа и частоту передачи на наиболее подходящую для предоставления необходимой услуги [1].

Технология с использования контрольного канала СРС основана на доставке необходимой информации с помощью общего контрольного канала. Без наличия информации об использовании технологиями радиодоступа частот в пределах рассматриваемой полосы, доступной для использования мобильным устройством, необходимо просканировать всю полосу частот для получения информации о загруженности спектра. Для этого потребуется длительное время. Чтобы сократить это время в контрольном канале необходимо передать достаточное количество информации на мобильный терминал. Это необходимо для начала сеанса связи, оптимизированного по времени, ситуации и местоположению терминала. В контрольном канале требуется передать соответствующую информацию, касающуюся полос частот, технологий радиодоступа, служб и состояния загруженности спектра в местоположении терминала [1].

Процесс работы терминала с контрольным каналом состоит из двух фаз: фаза запуска и фаза продолжения. В первой фазе терминалу по контрольному каналу передаются данные, позволяющие выбрать сеть в эфире, где доступны к подключению и использованию несколько технологий различных операторов связи. В фазе продолжения терминалу передается более подробная информация об окружающей среде. Это необходимо для формирования терминалом принципов управления реконfigurацией [1].

Однако сложность сетевой обстановки требует иных методов принятия решений, влияющих на дальнейшее развитие ситуации, а значит и на принятие решений в будущем. Такая же ситуация в когнитивной радиосвязи. Проблема состоит в том, что принять такое решение крайне сложно из-за практически

абсолютной «непрозрачности» ситуации в большинстве случаев. Большое количество факторов влияет на процесс передачи информации. Эти факторы также меняют свои параметры во времени. Одним из распространенных средств анализа процессов управления являются когнитивные карты, которые применяются с целью поддержки принятия того или иного решения [8].

Нечеткость или «непрозрачность» ситуации, в которой необходимо принимать решение, заключается в слабой структурированности ситуации. Это зависит от того, что не все факторы, влияющие на развитие ситуации в дальнейшем заранее известны, связи между факторами могут быть заранее неизвестны и проявляются только при развитии ситуации. Некоторое количество факторов и связей между ними могут быть описаны не количественно, а качественно. Это может быть количество лицензируемых и не лицензируемых абонентов, рельеф местности, уровень сигнала передатчика, количество базовых станций и большое количество других факторы [8].

Дадим определение когнитивной карты. Когнитивная карта – ориентированный граф, ребрам и вершинам которого в соответствие поставлены веса. Задана матрица смежности $W = [w_{i,j}]_{n \times n}$, где n – число вершин графа, $w_{i,j}$ – вес ребра между вершинами j и i . Вершина когнитивной карты – фактор, влияющий на развитие ситуации, при этом ребра графа отображают причинно-следственные связи между данными факторами. Факторы могут по-разному влиять друг на друга. Влияние может быть положительным (знак «+»), усиливающим фактор-следствие при усилении фактора-причины. Влияние может быть отрицательным (знак «-»), когда усиление фактора-причины ведет к ослаблению фактора-следствия). Сила влияния одного фактора на другой определяется весом соответствующего ребра, соединяющего эти два фактора. Если вес ребра $w_{i,j} = 0$, то считается, что факторы j и i никак не связаны между собой и не оказывают влияния друг на друга [8].

В связи с вышеизложенным предлагается модель когнитивной карты для анализа беспроводной сети. Модель представлена в виде графа и изображена на рис. 1.

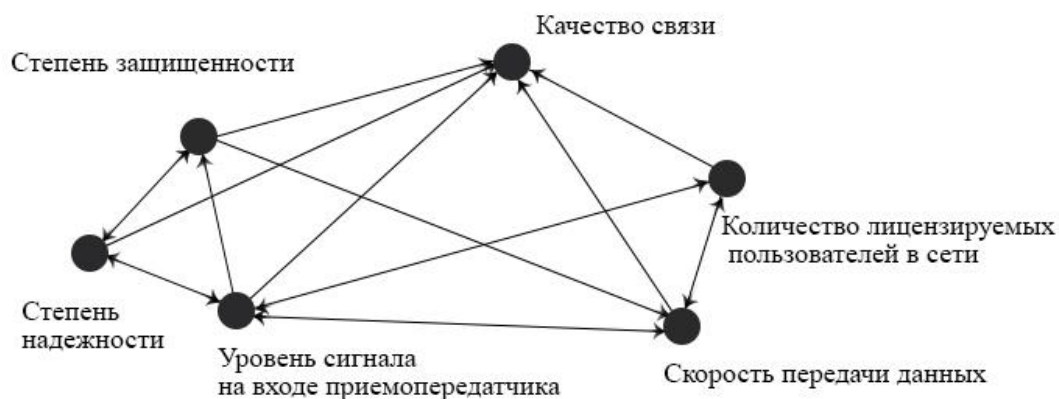


Рис. 1. Когнитивная карта

Таким образом для анализа свойств и состояний беспроводной сети для не лицензируемых пользователей в постоянно меняющейся сетевой ситуационной обстановке локальной сети предлагается использовать метод когнитивных карт. Процесс подключения к сети не лицензируемых абонентов зависит от большого количества факторов. На рисунке 1 показана модель графа. В реальных условиях количество факторов в разы больше. Эти факторы оказывают влияние друг на друга и на процесс подключения не лицензируемых абонентов в целом. Чтобы структурировать этот процесс предлагается использовать технологию графов и когнитивных карт.

Список литературы

1. Панов, И. В. Возможности когнитивного радио и когнитивных сетей по оптимизации использования радиочастотного спектра / И. В. Панов, Т. А. Сутько, Р. И. Шувалов // Евразийский научный журнал. – 2015. – № 12. – С. 417 – 419.
2. Сопронюк, И. И. Метод мониторинга спектра в когнитивных радиосетях на основе БПФ / И. И. Сопронюк, В. П. Лысечко // Вестник Нац. техн. ун-та «ХПИ» : сб. науч. тр. Темат. вып. : Техника и электрофизика высоких напряжений. – Харьков : НТУ «ХПИ». – 2011. – № 16. – С. 173 – 180.
3. Cognitive Radio Platforms: Wireless Open-Access Research Platform for Networks [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://pdfs.semanticscholar.org/bc4a/c5ff28941832af21bf531694d49c4adf155c.pdf>.

– Cognitive Radio Platforms: Wireless Open-Access Research Platform for Networks. – (Дата обращения 29.01.2018)

4. Mukherjee T. Cognitive Radio-Trends, Scope and Challenges in Radio Network Technology / Triparna Mukherjee, Dr. Asoke Nath // International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies. – 2015. – Vol. 3(6). – P. 87 – 108.

5. Anubhuti K. Attacks & Preventions of Cognitive Radio Network-A Survey / Dr. Anubhuti Khare, Manish Saxena, Roshan Singh Thakur, Khyati Chourasia // International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET). – 2013. – Vol. 2(3). – P. 1002 – 1006.

6. Китчер Э. Методы и алгоритмы принятия решения для технологии «когнитивного радио»: автореф. дис ... канд. техн. наук: 05.13.01 / Эммануэль Китчер. – М., 2013. – С. 20.

7. Дворкович, А. Умное радио / А. Дворкович, О. Слюсар // Радиочастотный спектр. – 2009. – № 4. – С. 26 – 29.

8. Гамазов, И. Н. Анализ задач, возникающих при создании нечетких когнитивных карт / И. Н. Гамазов, В. И. Терехов // Проблемы науки. – 2016. – № 6. – С. 5.

9. Ozgur B. Akan Cognitive Radio Sensor Networks / Ozgur B. Akan, Osman B. Karli, Ozgur Ergul // Next generation Wireless Communications Laboratory (NWCL) Department of Electrical and Electronics Engineering. – 2009. – Vol. 23(4). – P 14.

10. Beibei Wang, Game theory for cognitive radio networks: An overview / Beibei Wang, Yongle Wu, K.J. Ray Liu // Computer Networks, Department of Electrical and Computer Engineering. – 2017. – Vol. 2(5). – P 18.

УДК 621.332.23:625.14

С. А. Лунев, С. С. Сероштанов, А. Г. Ходкевич

КАНАЛИЗАЦИЯ ОБРАТНОГО ТЯГОВОГО ТОКА В УСЛОВИЯХ ПРОПУСКА ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ ПОЕЗДОВ

В статье рассмотрены вопросы, связанные с оценкой готовности инфраструктуры, а именно обратной тяговой сети к организации тяжеловесного движения для участка с

электротягой постоянного тока. Проведенные аналитические исследования и расчеты показали целесообразность предварительной проверки элементов инфраструктуры на термическую устойчивость схем канализации обратного тягового тока, при организации тяжеловесного движения на исследуемом участке.

В соответствии со стратегией развития холдинга «РЖД» на период до 2030 года одним из приоритетных направлений является создание условий устойчивого, безопасного и эффективного функционирования железнодорожного транспорта, как организующего элемента транспортной системы страны. В связи с этим, возникает задача развития инфраструктуры железнодорожного транспорта с целью перехода на тяжеловесное движение с весовыми нормами поездов 9 тысяч тонн и более [1]. Для этого необходимо решение актуальной задачи оценки готовности инфраструктуры обратной тяговой сети (ОТС) к пропуску тяжеловесных поездов, а именно: устойчивости ОТС к увеличенным токовым нагрузкам, в том числе обеспечение условий канализации подведенной к локомотиву электрической энергии.

Воздействие системы тягового электроснабжения на аппаратуру и элементы рельсовой сети может быть представлено следующими видами влияния (рис. 1).

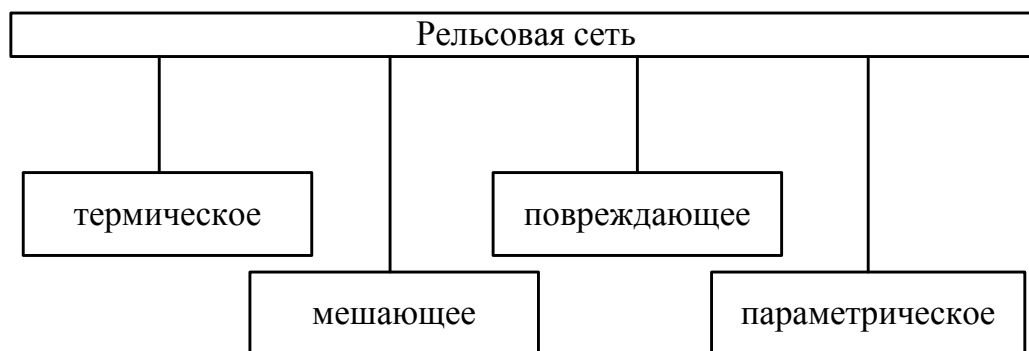


Рис. 1. Виды влияния системы тягового электроснабжения на рельсовую сеть

Следует отметить, что при электротяге постоянного тока обратный тяговый ток при протекании по рельсам канализируется по ним без значительных потерь, в то время как при использовании электротяги переменного тока характерно появление в электрических цепях ОТС токов утечки, протекающих через землю. Это обстоятельство затрудняет процесс

анализа текущего состояния элементов ОТС на предмет их готовности к пропуску поездов повышенной массы и длины [2, 3].

В данной работе приводятся результаты оценки готовности элементов ОТС к пропуску тяжеловесных поездов при электротяге постоянного тока на предмет термического воздействия на примере участка Московка – Сыропятское Омского региона Западно-Сибирской железной дороги с помощью аппаратно-программного комплекса «Автоматизированная система для расчета тяговых токов в обратной тяговой сети при электротяге постоянного и переменного токов» (АПК-РОТТ), разработанного на кафедре «Автоматика и телемеханика» ОмГУПС.

Назначением программы АПК-РОТТ является:

а) реализации математической модели расчета тяговых токов в обратной тяговой сети;

б) обоснованная оценка готовности технических средств инфраструктуры обратной тяговой сети к пропуску поездов массой от 1 000 до 18 000 тонн.

В общем случае программа АПК-РОТТ реализована с помощью 6 подсистем ввода, вывода и обработки данных, а именно:

а) подсистема управления;

б) подсистема ввода информации о параметрах участка;

в) подсистема ввода данных о параметрах элементов ОТС;

г) подсистема визуализации введенной информации;

д) подсистема ввода параметров тяжеловесного движения;

е) подсистема расчета и вывода информации.

В качестве исходных данных учитывались общие характеристики участка, по которым производился расчёт:

а) ординаты расположения тяговых подстанций 2730137 м и 2741631 м (для оценки правильности ввода ординат программа автоматически выполняет расчет длины межподстанционной зоны (11,5 км));

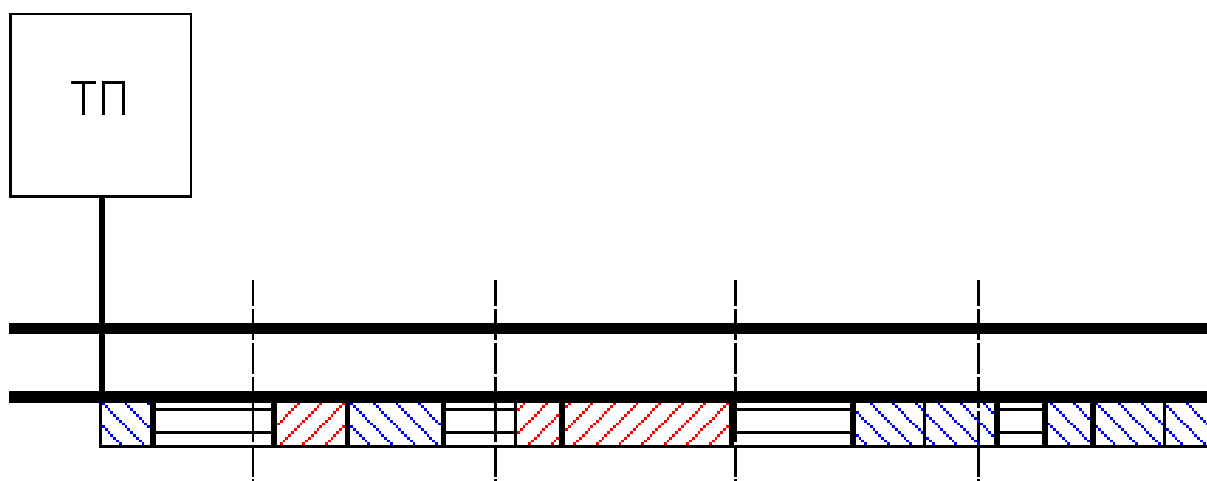
б) выбор системы электротяги (постоянный ток);

в) количество путей на участке (двухпутный);

г) тип балласта (новый балласт геотекстиль + пеноплекс).

Подсистема ввода информации о параметрах участка выполняет ввод границ и уклонов участков пути, а также автоматический расчёт длины участка пути по введенным координатам. Ввод данных осуществляется

последовательно, длина введенного участка рассчитывается автоматически. При этом знак минус перед величиной уклона говорит о том, что вводимый участок является спуском, а отсутствие знака или наличие знака плюс – подъемом.



Подсистема ввода данных о параметрах элементов ОТС предназначена для реализации следующих функциональных задач: создание, редактирование, публикация и удаление нового элемента инфраструктуры ОТС (дроссель-трансформатор, дроссельная перемычка, междупутная перемычка, отсос обратного тягового тока и др.), а также выбора параметров указанного элемента инфраструктуры из выпадающего списка. Пример введенных параметров ОТС представлен на рис. 3.

Ордината, м	Путь	Тип	Параметр
2730137	-	Перемиčky междупутные	Сталемедные 2х95мм2
2730137	2	Дроссель-трансформатор	ДТ-0,6-1000
2730137	1	Дроссель-трансформатор	ДТ-0,6-1000
2730137	1	Отсасывающий фидер	Ах150
2730137	1	Отсасывающий фидер	Ах150
2731312	1	Дроссель-трансформатор	ДТ-0,6-1000
2731312	2	Дроссель-трансформатор	ДТ-0,6-1000
2733311	1	Дроссель-трансформатор	ДТ-0,6-1000
2733311	2	Дроссель-трансформатор	ДТ-0,6-1000
2735110	1	Дроссель-трансформатор	ДТ-0,6-1000
2735110	2	Дроссель-трансформатор	ДТ-0,6-1000
2736885	-	Перемиčky междупутные	Сталемедные 2х95мм2

Рис. 3. Параметры обратной тяговой сети для первого пути участка
Московка – Сыропятское

Подсистема визуализации введенной информации предназначена для ее наглядного графического отображения. Включает в себя: отображение расчетной фидерной зоны с тяговыми подстанциями, условное отображение установленных элементов ОТС (дроссель-трансформаторов, с указанием его типа и координаты) на соответствующих путях участка, отображения знака угла уклона участка пути (цветом или наклонной линией). Примеры фрагмента визуализации первого и второго пути перегона Московка – Сыропятское представлены на рис. 4.

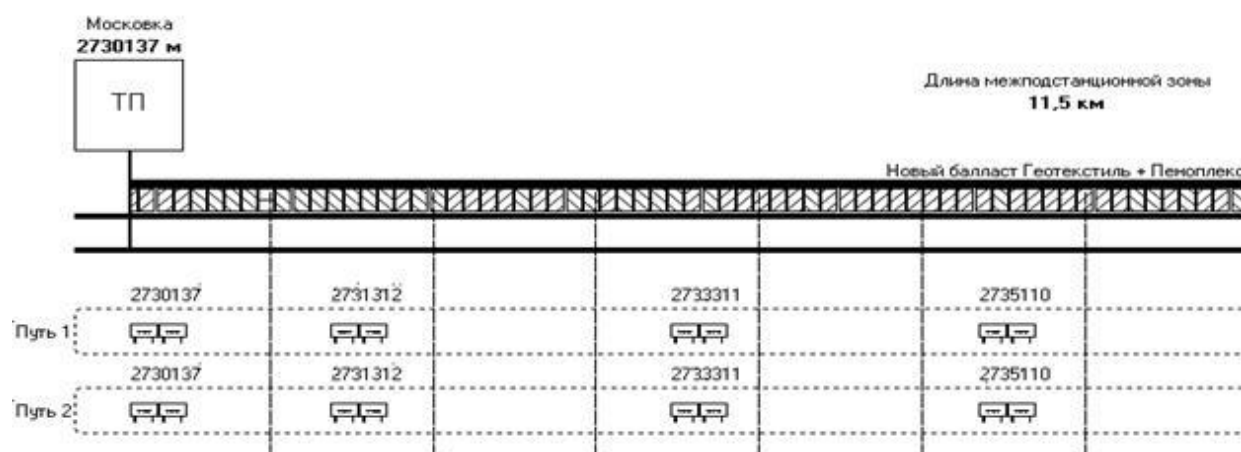


Рис. 4. Фрагмент визуализации введенной информации для первого и второго
пути участка Московка-Сыропятское

Подсистема ввода параметров тяжеловесного движения предназначена для ввода следующих параметров: тип локомотива, применяемого в тяжеловесном движении, межпоездной интервал, масса самого тяжелого

поезда. Пример отображения диалогового окна ввода параметров тяжеловесного движения представлен на рис.5.

Серия	Ток, А	Используется
ВЛ10	0	-
ВЛ10П		Используется
ВЛ10К		Используется
ВЛ11	0	-
ВЛ11К	0	Используется
ВЛ10У	0	-
ВЛ10УК	0	-

Параметры тяжеловесного движения

Масса самого тяжелого поезда тыс. т Межпоездной интервал мин

Рис.5. Диалоговое окно ввода параметров тяжеловесного движения

Подсистема расчета и вывода информации предназначена для:

- а) расчета значения тягового тока, протекающего через каждый элемент инфраструктуры ОТС;
- б) вывода рассчитанных значений на экран;
- в) распечатки отчета по результатам произведенного расчета.

Для первого пути участка Московка – Сыропятское была произведена оценка готовности элементов ОТС к пропуску обратного тягового тока в условиях тяжеловесного движения для поездов массой 6 тыс. т ÷ 18 тыс. т. с различными интервалами движения поездов $J=6 \div 24$ мин., (рис. 6). Были выявлены отказы элементов ОТС в зависимости от массы поезда и межпоездного интервала.

Анализ инфраструктуры участка показал ее пригодность к реализации тяжеловесного движения при следующих характеристиках:

- масса 7000 тонн при интервалах попутного следования от 8 мин включительно;
- масса 8000 тонн при интервалах попутного следования от 12 мин включительно;
- масса 9000 тонн при интервалах попутного следования от 14 мин включительно;

- масса 10 000 тонн при интервалах попутного следования от 16 мин включительно.

Вес, т	Интервал движения поездов, мин																		
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
7	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	2	2	2	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	2	2	2	2	2	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
12	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
13	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
15	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
16	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
17	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
18	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

1 – термический отказ междупутной перемычки в зоне I на ординатах 2730137 м и 2741600 м; 2 – термический отказ отсасывающего фидера на первом и втором пути и термический отказ междупутных перемычек на ординатах 2730137 м и 2741600 м; 3 – термический отказ отсасывающих фидеров на первом и втором пути и термический отказ междупутных перемычек на ординатах 2730137 м и 2741600 м, а также термический отказ междупутной перемычки на ординате 2736885 м; 4 – термический отказ отсасывающих фидеров на первом и втором пути и термический отказ междупутных перемычек на ординатах 2730137 м и 2741600 м, термический отказ междупутной перемычки на ординате 2736885 м термический отказ дроссель-трансформаторов ДТ-0,6-1000; 5 – термический отказ всех элементы ОТС.

Рис. 6. Результаты анализа термической надёжности элементов обратной тяговой сети в зависимости от веса и интервала движения поезда для первого пути участка Московка-Сыропятское

Для остальных параметров тяжеловесного движения выполнен аналитический анализ результатов произведенных расчётов эффективных токов, который показал необходимость проведения следующих мероприятий по усилению термической устойчивости элементов ОТС к пропуску тяжеловесных поездов:

1) увеличить площадь сечения отсасывающих фидеров до сечения 150 мм² на ординатах 2730137 м и 2741600 м, увеличить количество параллельно соединенных проводов до четырех ($n=4$) на каждом пути;

2) междупутные перемычки в зоне I на ординатах 2730137 м и 2741631 м заменить на 4×95 мм²;

3) междупутные перемычки в зоне II (2736885 м) следует заменить на медные сечением 4×120 мм².

Таким образом, проведение предварительной оценки готовности инфраструктуры к термическому воздействию от тяжеловесных поездов позволяет:

- на этапе проектирования выполнить теоретический расчет при различных параметрах тяжеловесного движения (масса поездов, интервал попутного следования) и наглядно показать узкие места ОТС;

- на этапе эксплуатации обеспечить возможность оперативного изменения исходных данных (замена элементов инфраструктуры, с возможностью изменения их параметров; выбор параметров тяжеловесного движения, в том числе с возможностью добавления новых локомотивов) и оценить готовность инфраструктуры под текущие нужды.

Список литературы

1. Лунев, С. А. В рамках организации тяжеловесного движения / С. А. Лунев, А. Г. Ходкевич, С. С. Сероштанов // Железнодорожный транспорт. – 2015. – № 11. – С. 62 – 63.

2. Лунев, С. А. Непрерывная оценка состояния обратной тяговой рельсовой сети в условиях организации тяжеловесного движения / С. А. Лунев, С. С. Сероштанов, А. Г. Ходкевич // Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск. – 2017. – № 1 (29). – С. 2 – 9.

3. Лунев, С. А. Мониторинг динамических параметров рельсовых цепей – основное условие повышения пропускной способности участков железных дорог / С. А. Лунев, С. С. Сероштанов, И. В. Присухина // Инновационный транспорт: специализация железных дорог / Материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург : УрГУПС, 2016. – № 8(227). – С.172 – 180.

О. А. Сидоров, А. А. Орлов, А. И. Слатин

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗНАШИВАНИЯ КОНТАКТНЫХ ПАР УСТРОЙСТВ ТОКОСЪЕМА

В статье приведены результаты модернизации специализированных установок и экспериментальных исследований электромеханического изнашивания контактных пар устройств токосъема монорельсового транспорта на модернизированном стенде. По полученным результатам построены U-образные кривые: для механической и электрической составляющих процесса изнашивания. Модернизированный стенд позволяет учитывать влияние на процесс изнашивания факторов, характерных для реальных условий эксплуатации токоприемника и токопровода.

В настоящее время системы контактного токосъема с жестким токопроводом нашли широкое применение в качестве устройств передачи электроэнергии на борт подвижного состава метрополитена и электрических монорельсовых транспортных систем (навесных, подвесных, с колесным и электромагнитным опиранием и линейными тяговыми двигателями). Контактные подвески с жестким токопроводом используются для подвижного состава магистральных электрических железных дорог и передвижных кранов, применяемых на контейнерных терминалах для грузовых операций с вагонами-контейнеровозами магистральных железных дорог.

Для каждой из указанных сфер применения систем токосъема с жестким токопроводом в настоящее время характерны увеличение скоростей движения, значительный рост токовых нагрузок, появление новых типов электроподвижного состава (ЭПС), условия работы которого требуют совершенствования существующих и создания новых устройств, обеспечивающих надежную, экономичную и экологичную передачу электроэнергии на борт транспортных средств.

Передача электроэнергии на электроподвижной состав осуществляется через скользящий контакт, вследствие чего элементы контактной пары функционируют в условиях непрерывного электромеханического изнашивания.

В свете этой проблемы согласно положениям «Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 г.» одним из основных направлений научно-технической политики является повышение надежности, экономичности работы и увеличение эксплуатационного ресурса устройств электроснабжения электрических железных дорог. Снижение износа и повышение ресурса элементов устройств токосъема может быть обеспечено различными способами, в том числе путем выбора таких материалов контактной пары, которые наиболее полно отвечают требованиям качества токосъема.

Выбор рационального сочетания материалов трибопар осуществляется на основе физического и математического моделирования с последующими испытаниями на специализированных стендах.

В ОмГУПСе разработана методика исследования износа контактных пар устройств токосъема, реализуемая лабораторным комплексом, включающим в себя следующие специализированные установки: возвратно-поступательного, вращательного, ударного типов, аэродинамическую установку, установку для моделирования динамических и температурных процессов, нагрузочную установку (токовая нагрузка) и др. Комплекс позволяет осуществлять износоусталостные испытания устройств токосъема магистрального и монорельсового электрического транспорта в соответствии с требованиями межгосударственного стандарта при изменении в широком диапазоне изгибной и контактной нагрузок с учетом протекания электрического тока в контакте.

К недостаткам одного из известных устройств комплекса [1] можно отнести невозможность изменения жесткости токопровода по длине пролета для создания более реальных условий его взаимодействия с токоприемником, что не позволяет учитывать прогибы и отклонения токопровода в точках его крепления к эстакаде или опорам под действием силы нажатия или под действием ударных воздействий на него со стороны токоприемника в зонах стыковых соединений в случае разрегулировки по высоте соседних секций токопровода (наличие так называемой «ступеньки»).

Устранение недостатков данного устройства [1] достигается тем, что известное устройство для исследования скользящего контакта между токоприемником и токопроводом дополнено упругими элементами, установленными между рамой и станиной [2].

На рис.1 представлена схема модернизированной стендовой установки.

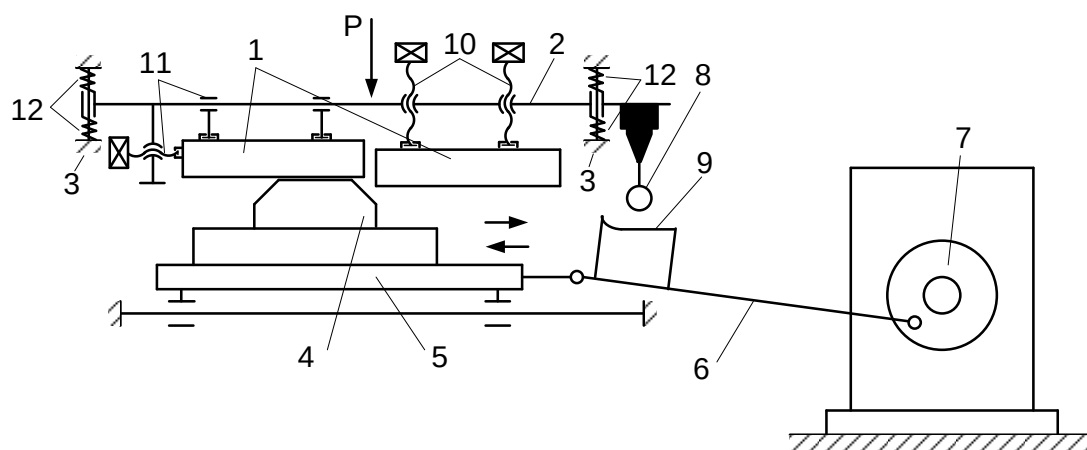


Рис. 1. Схема модернизированной стендовой установки для исследования скользящего контакта между токопроводом и токоприемником в лабораторных условиях

Устройство для исследования скользящего контакта между токоприёмником и токопроводом, содержит токопровод 1, установленный на раме 2 с возможностью вертикального перемещения относительно станины 3 и введенный в контакт с токоприемником 4, установленным на подвижном основании 5, соединенном через тягу 6 с приводом возвратно-поступательного перемещения 7 и оснащенный роликом 8 и копиром 9, при этом упомянутый токопровод 1 выполнен в виде двух состыкованных в продольном направлении секций, одна из которых снабжена устройством регулирования ее высотного положения 10, а вторая – устройством регулирования зазора между секциями 11. Между рамой 2 и станиной 3 установлены упругие элементы 12.

Использование предлагаемого устройства позволит расширить его функциональные возможности за счет создания более реальных условий взаимодействия токопровода и токоприемника, учесть прогибы и отклонения токопровода в точках его крепления к эстакаде или опорам под действием силы нажатия или под действием ударных воздействий на него со стороны токоприемника, а также обеспечить повышение достоверности экспериментальной оценки параметров стыковой зоны токопровода, что позволит осуществить выбор рациональных характеристик токоприемника и токопровода для обеспечения надежного и экономичного токосъема.

К недостаткам второго из известных устройств комплекса [3] можно отнести невозможность оценки текущего значения коэффициента трения скольжения между токопроводом и токоприемником, так как контролируется только продольная сила трения скольжения в контакте, что снижает достоверность полученных данных.

Устранение недостатков данного устройства достигается тем, что известное устройство [3] для исследования скользящего контакта между токоприемником и токопроводом дополнено установленным между токоприемником и подвижным основанием датчиком нажатия, выход которого через аналогово-цифровой преобразователь соединен с входом компьютера [4].

На рис. 2 представлена схема модернизированной стендовой установки.

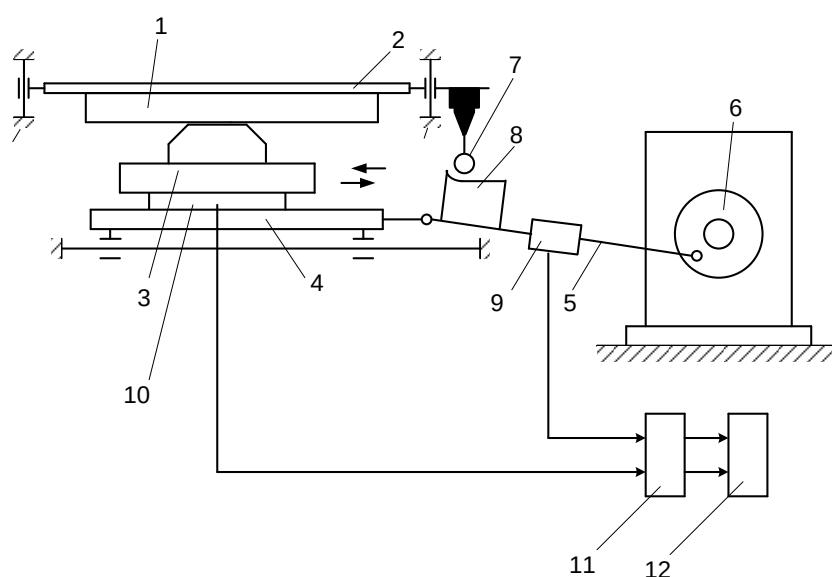


Рис. 2. Схема стендовой установки для исследования скользящего контакта между токопроводом и токоприемником в лабораторных условиях

Устройство для исследования скользящего контакта, содержит токопровод 1, установленный на раме 2, допускающей возможность вертикального перемещения, с которым введен в контакт токоприемник 3, установленный на подвижном основании 4, соединенном через тягу 5 с приводом горизонтального возвратно-поступательного перемещения 6, ролика 7 и копира 8, обеспечивающим взаимодействие контактных пар в одностороннем направлении. На тягу 5 установлен датчик 9 продольной силы трения скольжения. Между токоприемником 3 и подвижным основанием 4 установлен датчик нажатия 10 токоприемника 3 на токопровод 1. Выходы

датчика 9 продольной силы и датчика нажатия 10 через аналогово-цифровой преобразователь 11 соединены с входом компьютера 12.

Объектом испытаний являлась контактная вставка для монорельсового транспорта, выполненная из меднографитового композита.



а



б

Рис. 3. Крепление контактной вставки:

а – до модернизации; б – после модернизации

Определение износа контактной вставки производилось методом отпечатков [5]. Результаты испытаний приведены на рис. 4.

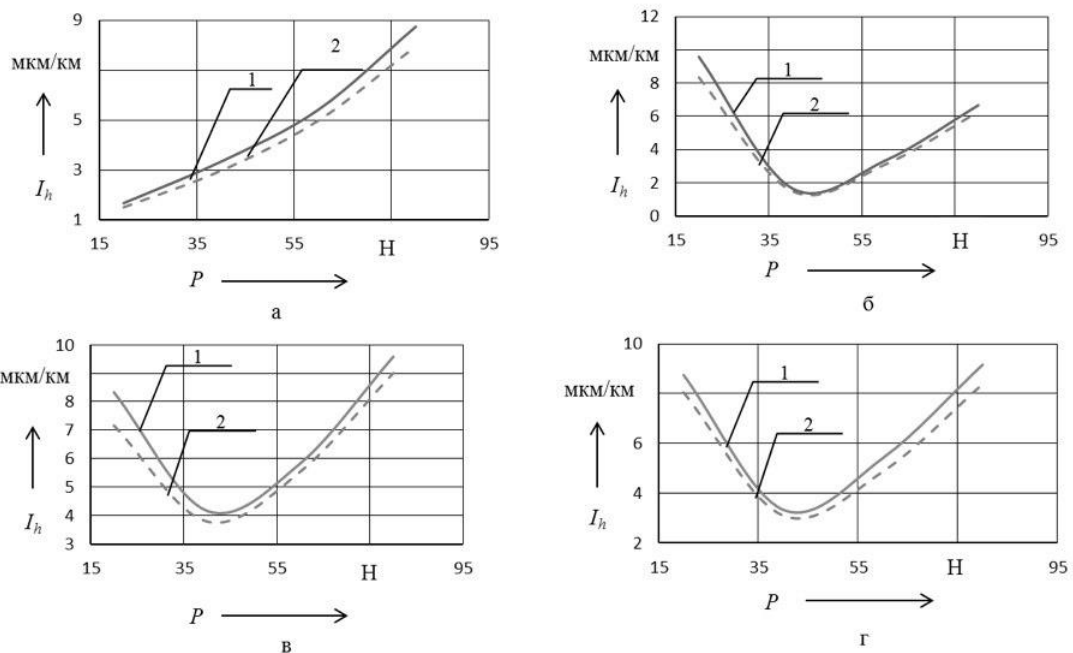


Рис. 4. Результаты исследований износа контактного элемента:

а – без токовой нагрузки; б – с токовой нагрузкой 50 А;

в – с токовой нагрузкой 100 А; г – с токовой нагрузкой 150 А;

1 – до модернизации стенда; 2 – после модернизации стенда.

Испытания проводились на модернизированном стенде [2], который был усовершенствован путем крепления контактной вставки в держателе с возможностью угловых смещений, с целью самоустановки рабочих граней вставки на рабочих гранях токопровода (рис. 3, б).

Анализ U-образных кривых свидетельствует том, что модернизация стенда позволяет повысить достоверность экспериментальных исследований и уменьшить время на проведение лабораторных испытаний образцов контактных элементов токоприемников за счет учета факторов, характерных для реальных условий эксплуатации токоприемника и токопровода.

Список литературы

1. Устройство для исследования скользящего контакта между токоприемником и жестким токопроводом [Текст]: пат. 82639 Рос. Федерация, МКИ В 60 L 3/12. /Сидоров О. А., Ступаков С. А., Чертков И. Е., Кутькин А. Н., Филиппов В. М.; заявитель и патентообладатель Омский гос. ун-т путей сообщения. - № 2008149399/22; заявл. 15.12.2008; опубл. 10.05.2009, Бюл. № 13.

2. Устройство для исследования скользящего контакта между токоприемником и токопроводом [Текст]: пат. 164254 Рос. Федерация, МПК В 60 L 3/12. / О. А. Сидоров, С. А. Ступаков, В. М. Филиппов, А. А. Орлов.; заявитель и патентообладатель Омский гос. ун-т путей сообщения. – № 2016103105/11, заявл. 29.01.2016; опубл. 20.08.2016, бюл. № 23.

3. Устройство для исследования скользящего контакта между токоприемником и токопроводом [Текст]: пат. 87965 Рос. Федерация, МКИ В 60 L 3/12. / Сидоров О. А., Ступаков С. А., Филиппов В. М., Емельянов М. В. – № 2009127023/22, заявл. 14.07.2009; опубл. 27.10.2009, бюл. № 30.

4. Устройство для исследования скользящего контакта между токоприемником и токопроводом [Текст]: пат. 164576 Рос. Федерация, МПК В 60 L 3/12. / О. А. Сидоров, А. В. Тарасенко, И. Е. Чертков, В. М. Филиппов, А. А. Орлов // – № 2016103096/11, заявл. 29.01.2016; опубл. 10.09.2016, бюл. № 25.

5. Сидоров, О. А. Методы исследования износа контактных пар устройств токосъема монорельсового электрического транспорта [Текст] / О. А. Сидоров, С. А. Ступаков // Монография. Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, - 2009. - 154 с.

УДК 621.336

К. С. Маркелова, Б. В. Мусаткина

МОДЕЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗНОСА УСТРОЙСТВ ТОКОСЪЕМА

В работе рассматривается влияние износа на качество токосъема в монорельсовой транспортной системе. Предложена модель экспериментальной установки для комплексного исследования воздействия факторов внешней среды на износ устройств токосъема.

Монорельсовые системы являются перспективным направлением транспортного развития крупных городов и имеют серьезные экономические и экологические преимущества перед метрополитеном и традиционным наземным автотранспортом. В России Московская монорельсовая транспортная система действует на участке между станциями метро «Тимирязевская» и «Ботанический сад».

Система электроснабжения монорельсового транспорта представляет собой контактную систему токосъема, состоящую из одного или нескольких токопроводов и токоприемников подвижного состава. Условия взаимодействия токоприёмника и жёсткого токопровода монорельсового транспорта влияют на качество токосъема. Согласно [1], качество токосъема обеспечивается его непрерывностью (отсутствием случаев отрыва токоприемника от токопровода, сопровождающихся возникновением в воздушном зазоре искрения и электрической дуги), а также минимизацией износа контактных элементов.

На износ контактных элементов токоприемника и токопровода влияют различные факторы: материал, из которого выполнены контактирующие поверхности; состояние трущихся поверхностей; величина снимаемого тока; сила нажатия токоприемника на токопровод; наличие в зоне контакта пыли,

влаги, льда и другие. Процесс износа элементов скользящего контакта разделяют на электрический и механический, хотя электрические и механические явления в контакте взаимосвязаны. К примеру, при дуговом токосъеме сильно ухудшается состояние поверхности трения; это приводит к усилению механического износа; в то же время при грубых механических повреждениях контактирующих поверхностей становится более интенсивным и электрический износ.

Электрический износ вызывается электрической эрозией, проявляющейся в плавлении и испарении поверхности материала под действием электрических разрядов, как устойчивых (дуговой токосъем), так и единичных неустойчивых (искрение). Интенсивность электрического износа при одних и тех же материалах контактной пары зависит от плотности тока, состояния контактирующих поверхностей (наличие посторонних включений, схватывание и задиры трущихся поверхностей).

Механический износ происходит при трении скользящих поверхностей. Основными видами износа в контакте «токопремик – токопровод» являются окислительный, усталостный, абразивный и молекулярно-механический. Окислительный износ связан с образованием и разрушением тонких оксидных пленок на поверхностях трения. Усталостный износ связан с деформированием трущихся поверхностей. Абразивный износ обусловлен попаданием между трущимися поверхностями продуктов износа и внешних твердых частиц, а также наличием твердых включений в самих контактных материалах.

При эксплуатации на открытом пространстве система токосъема подвергается воздействию ряда целого внешних природно-климатических факторов: ветровых нагрузок, температурных перепадов, осадков, гололёда, продуктов износа устройств токосъема (крупно- и мелкодисперсных частиц токопровода и контактных элементов, расплавленных частиц металла из зоны искрения), пыли и других твердых и газообразных атмосферных загрязнителей.

Попадая в зону скользящего контакта между токосъемными элементами и контактным проводом, влага, кристаллы льда и твердые частицы влияют на стабильность и непрерывность процесса токоснимания, а также усиливают процессы механического и электрического износа контактной пары «токосъемный элемент – токопровод». Следует учитывать также воздействие на контактную поверхность металлических элементов токосъема химической

коррозии, причинами возникновения которой являются не только газообразные кислотные (сернистые и азотистые) выбросы в атмосферу стационарных и передвижных источников загрязнения, но и взвешенные твердые частицы, в том числе промышленные пыли, продукты износа автомобильных шин, дорожного покрытия и т.п. [2]. Сложный химический состав взвешенных твердых частиц (см. табл. 1) при соединении с атмосферной влагой дает кислотную реакцию, примерами могут служить кислотные дожди, видимые повреждения поверхностей металлоконструкций зданий, бронзовых и медных памятников.

Таблица 1

Состав взвешенных частиц в атмосфере промышленного центра [2]

Наименование вещества	Массовая доля, %
Песок	37,99
Углеродистые соединения (в пересчете на углерод)	35,48
Алюминий	8,34
Сернокислый аммоний	5,77
Сернокислый кальций	5,09
Окись железа	2,44
Углекислый кальций	2,17
Экстракт CS ₂	1,49
Углекислый магний	0,33
Хлористый натрий	Менее 1,00

Указанные на рис. 1 внешние природные факторы влияют на условия взаимодействия токоприёмника и жёсткого токопровода монорельсового транспорта и снижают качество токосъема. Для разработки и совершенствования токосъемных устройств, обеспечивающих требуемое качество токосъема, необходим большой объем теоретических и экспериментальных исследований. Целью любого испытания является проверка работоспособности конструкции в условиях, приближенных к эксплуатационным. Виды испытаний обусловлены широким набором характеристик и параметров, влияющих на нормальное функционирование токоприемников. В ОмГУПСе разработана система экспериментальной

проверки характеристик токоприемников монорельсового транспорта, которая предусматривает статические, динамические, изоляционные, аэродинамические, тепловые (нагрузочные), климатические, прочностные, ресурсные, экологические испытания, испытания на износостойкость и проверку параметров подъема и опускания. Лабораторный комплекс включает в себя специализированные установки возвратно-поступательного, вращательного и ударного типов [3].

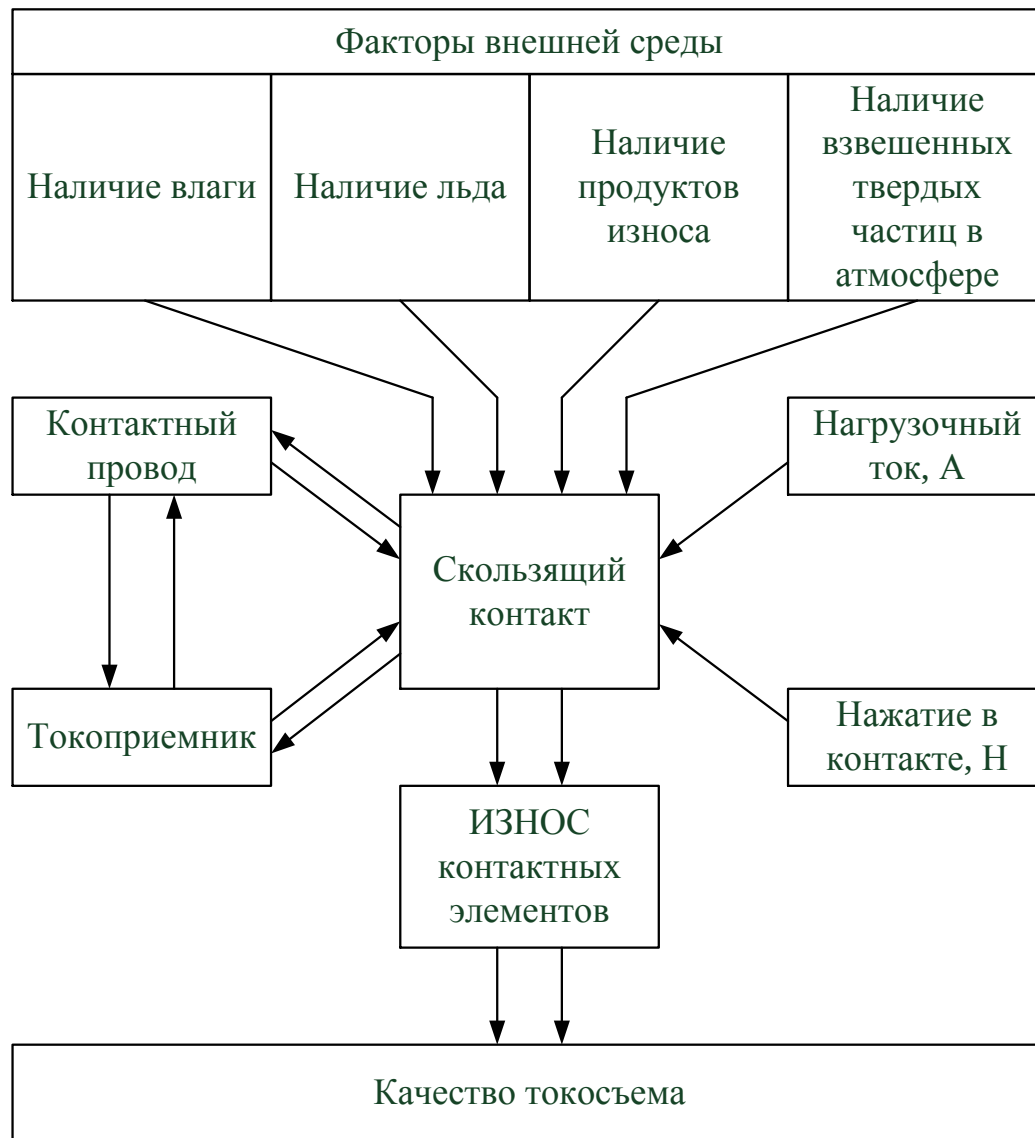


Рис. 1. Влияние факторов внешней среды на износ контактных элементов монорельсового транспорта и качество токосъема

Экспериментальные исследования с использованием лабораторных стендовых установок менее затратны, чем линейные испытания, но, как правило, не позволяют воссоздать весь спектр воздействий на качество скользящего контакта. Для усовершенствования методики испытаний износных характеристик контактных пар устройств токосъема монорельсового транспорта предлагается модель специализированной лабораторной установки на базе разработанного в ОмГУПСе устройства для динамических испытаний токоприемников электроподвижного состава [4], структурная схема которой приведена на рис. 2. Для наиболее полной имитации физико-химического состава помехообразующих компонентов (посторонних включений) с учетом данных табл. 1 в зоне скользящего контакта в установке используются: вода, лёд, песок (SiO_2), углерод (сажа), металлическая стружка (бронзовая марки БрНХ, медная – как продукт износа контактных элементов; алюминиевая – как входящая в состав атмосферных взвешенных частиц).

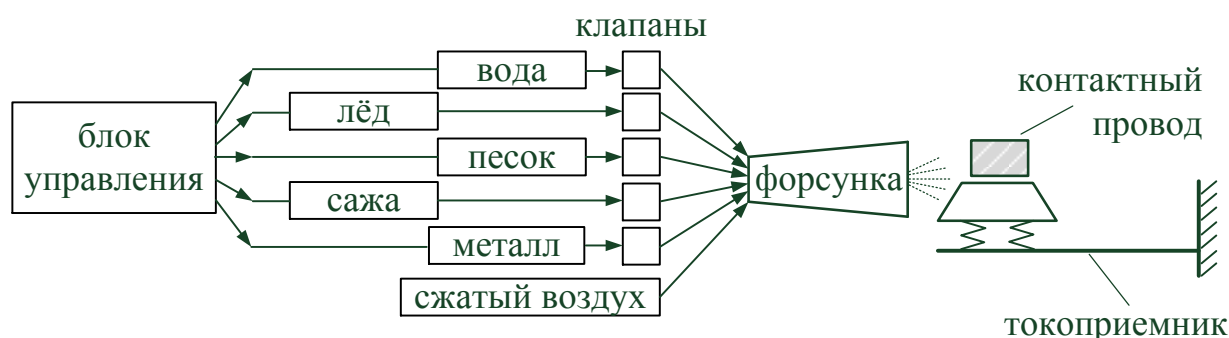


Рис. 2. Структурная схема установки для комплексного экспериментального исследования износа устройств токосъема

Предлагаемая модель позволит воссоздать в условиях лаборатории совокупное воздействие всего спектра внешних атмосферно-климатических факторов на износ контактной пары; при этом в зону скользящего контакта через форсунку потоком сжатого воздуха можно одновременно или в разных комбинациях подавать различные помехообразующие компоненты, влияющие на процесс токосъема. Применение усовершенствованной установки комплексного экспериментального исследования износа устройств токосъема будет способствовать повышению достоверности результатов лабораторных испытаний.

Список литературы

1. Михеев, В. П. Совершенствование систем контактного токосъема с жестким токопроводом: монография / В. П. Михеев, О. А. Сидоров / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2003. – 182 с.
2. Лекции по экологическому мониторингу [Электронный ресурс]: учебные материалы. – Электрон. текстовые данные. – Режим доступа: <http://ecology-education.ru/index.php?action=full&id=12>. [Дата обращения: 25.01.2018].
3. Сидоров, О. А. Методы исследования износа контактных пар устройств токосъема монорельсового электрического транспорта: монография / О. А. Сидоров, С. А. Ступаков / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2009. – 155 с.
4. Пат. 58464 Российская Федерация, МКИ³ В 60 L 5/00. Устройство для динамических испытаний токоприемников электроподвижного состава / О. А. Сидоров, И. Е. Чертков, А. В. Тарасенко, К. С. Дударева; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Омский государственный университет путей сообщения». – № 2006100688/15; заяв. 11.11.05; опубл. 27.07.06, Бюл. № 33.
5. Чичин, А. В. Экологические проблемы железнодорожного транспорта и пути их решения [Текст] / А. В. Чичин // Экономика железных дорог. – 2001. – № 9. – С. 84 – 90.

УДК 338.001.36

И. А. Терёхин, И. А. Кремлев, Е. Г. Абишов

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОДА ТЯГОВОЙ СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ БЕЗ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ОПОР НА ТЯГОВУЮ РЕЛЬСОВУЮ СЕТЬ

В работе выполнен расчет экономической эффективности от внедрения технологии перевода тяговой сети переменного тока на эксплуатацию без заземления опор на тяговую рельсовую сеть на основании исходных данных по участку Западно-Сибирской железной дороги Карасук – Зубково.

При внедрении технологии перевода тяговой сети переменного тока на эксплуатацию без заземления опор на тяговую рельсовую сеть (далее – технология) можно выделить три статьи сокращения расходов [1, 2]:

- сокращение отказов технических средств, таких как рельсовые цепи в условиях влияния на них заземления устройств контактной сети и, как следствие, сокращение задержек по вине хозяйства электрификации и электроснабжения;

- высвобождение дополнительных материальных средств за счет отказа от заземляющих спусков (искровых промежутков и непосредственно самих спусков);

- снижение вероятности повреждения опорных конструкций за счет возможного захвата спусков заземления снегоуборочной техникой и, как следствие, уменьшение затрат на восстановительные работы.

Необходимо учитывать, что доход от второй статьи составляет существенно меньшую величину в сравнении с остальными и, кроме того, дает единовременный эффект. Поэтому в дальнейшем при рассмотрении эффективности внедрения технологии целесообразно рассмотрение статей затрат, связанных с ежедневной эксплуатацией тяговой сети.

Экономическая эффективность (эффективность производства) – это соотношение экономического результата и затрат факторов производственного процесса. Для количественного определения экономической эффективности используется показатель эффективности, также это – результативность экономической системы, выражающаяся в отношении полезных конечных результатов её функционирования к затраченным ресурсам. Эффективность определяется по формуле:

$$\mathcal{E}f = P_t / Z_t, \quad (1)$$

где P_t – стоимостная оценка интегрального результата за весь период; Z_t – стоимостная оценка интегральных затрат, включающая в себя капитальные и текущие затраты за весь период.

Экономический эффект – разность между результатами деятельности хозяйствующего субъекта и произведенными для их получения затратами на изменения условий деятельности. Эффект может быть определен по формуле:

$$\mathcal{E} = P_t - Z_t. \quad (2)$$

Затраты – размер ресурсов, использованных в процессе хозяйственной деятельности за определенный промежуток времени.

Внедрение системы опор контактной сети без заземления на тяговую рельсовую сеть в опытную эксплуатацию позволит повысить безопасность движения поездов, что повлечет за собой экономический эффект, заключающийся в сокращении внеплановых перерывов движения и связанных с ними задержек поездов, потерь продукции и подвижного состава, увеличении перевозочных ресурсов транспорта [3].

За основу расчета экономического эффекта принята отраслевая методика определения количества и продолжительности неплановых задержек поездов.

Расчет экономического эффекта проведем на основании исходных данных по участку Западно-Сибирской железной дороги Карасук – Зубково.

При расчете экономической эффективности внедрения Технологии приняты следующие исходные данные:

- длина участка – 39,5 км;
- размеры движения в сутки: грузовых – 70 пар поездов, пассажирских – 6 пар поездов;
- средняя продолжительность перерыва в движении, вызванного повреждением элементов контактной подвески и опорно-поддерживающих устройств – 5 часов;
- средняя скорость хода по участку – 80 км/ч;
- среднее количество вагонов в составе грузового поезда – 100;
- среднее количество вероятных повреждений вследствие разземления опор в течение года можно принят равным двум;
- укрупненная норма эксплуатационных расходов на один поезд-час простоя грузового поезда – 292 р.;
- единовременные затраты на разработку и внедрение технологии на рассматриваемом участке – 3927,6 тыс. р.

При расчете поезд-часов задержки грузовых поездов воспользуемся следующей формулой:

$$T_z = \frac{0,5 \cdot (T_{nd} + d \cdot \varepsilon_{nc} \cdot I_{cp})^2}{I_{cp} - I_p} + 0,5 \cdot (T_{nd} + d \cdot \varepsilon_{nc} \cdot I_{cp}) + \Delta T_z, \quad (3)$$

где T_{nd} – продолжительность перерыва движения, ч; ε_{nc} – коэффициент съема грузовых поездов одним пассажирским поездом, равный 2; I_{cp} , I_p –

соответственно средний и расчетный интервалы движения поездов ($I_p = 0,23$ ч); d – параметр, определяемый по формуле:

$$d = \left(\frac{T_{ок} \cdot n_{zp}}{24 - n_{nc} \cdot \varepsilon_{nc} \cdot I_p} - 1 \right) \cdot \frac{n_{nc}}{n_{zp}}, \quad (4)$$

где n_{nc} , n_{zp} – среднесуточные размеры движения соответственно пассажирских и грузовых поездов; ΔT_z – дополнительное время задержки поездов после восстановления движения:

$$\Delta T_z = \frac{2 \cdot L \cdot n_{zp} \cdot (0,18 \cdot n_{nc} - 1)}{u_x \cdot (1 - 0,0042 \cdot n_{nc}) \cdot (101 - 0,9 \cdot n_{nc})}, \quad (5)$$

где L – длина участка, км; u_x – средняя скорость хода по участку, км/ч.

$$\Delta T_z = \frac{2 \cdot 39,5 \cdot 70 \cdot (0,18 \cdot 6 - 1)}{80 \cdot (1 - 0,0042 \cdot 6) \cdot (101 - 0,9 \cdot 6)} = 0,059.$$

$$d = \left(\frac{5 \cdot 70}{24 - 6 \cdot 2 \cdot 0,23} - 1 \right) \cdot \frac{6}{70} = 1,32.$$

После подстановки всех исходных данных с учетом всех коэффициентов получим, что на рассматриваемом участке один неплановый перерыв движения, вызванный ложной работой рельсовых цепей по вине хозяйства электрификации и электроснабжения, приведет к задержке поездов в среднем:

$$T_z = \frac{0,5 \cdot (5 + 1,32 \cdot 2 \cdot 0,34)^2}{0,34 - 0,23} + 0,5 \cdot (5 + 1,32 \cdot 2 \cdot 0,34) + 0,059 = 138 \text{ поездо-час.}$$

При ликвидации за год двух таких перерывов будет сэкономлено 276 поездо-часов. При этом количество высвобожденных вагонов составит:

$$\Delta n = \frac{m \cdot T_z}{24 \cdot 365}, \quad (6)$$

где m – количество вагонов в составе.

Дополнительный осваиваемый объем перевозок,

$$\Delta Pl = \frac{W_t \cdot \Delta n}{1 + 0,03}, \quad (7)$$

где W_t – среднесуточная производительность грузового вагона, которая принимается равным 8000 т·км/сут.

После подстановки данных получим:

$$\Delta n = \frac{100 \cdot 276}{24 \cdot 365} = 3,15;$$

$$\Delta Pl = \frac{8000 \cdot 3,15}{1 + 0,03} = 24466.$$

Всего получится 3,15 высвобождаемых вагонов в год и 24466 т·км нетто дополнительного осваиваемого объема перевозок.

Таким образом, стоимостная оценка результатов (доход) определится как

$$P = 78,5 \cdot \Delta Pl. \quad (8)$$

Доход составит:

$$P = 78,5 \cdot 24466 = 1920,581 \text{ тыс. р.}$$

Текущие издержки будут складываться из освоения дополнительного объема грузовых перевозок (ΔI_1) и сокращения текущих издержек (ΔI_2),

$$I = \Delta I_1 - \Delta I_2, \quad (9)$$

$$\Delta I_1 = 60,28 \cdot \gamma_3 \cdot \Delta Pl, \quad (10)$$

где γ_3 – доля себестоимости, зависящая от объема перевозок, равная 0,35;

$$\Delta I_2 = 292 \cdot T_3. \quad (11)$$

$$\Delta I_1 = 60,28 \cdot 0,35 \cdot 24466 = 516,2 \text{ тыс.р.}$$

$$\Delta I_2 = 292 \cdot 138 = 40,296 \text{ тыс.р.}$$

$$I = 516,2 - 40,296 = 475,904 \text{ тыс.р.}$$

После расчета получим $\Delta I_1 = 516,2$ тыс.р., $\Delta I_2 = 40,296$ тыс.р. Таким образом издержки составят 475,904 тыс. р.

Экономический эффект можно определить по формуле

$$\mathcal{E} = \frac{P - I}{\rho + E_n} - K, \quad (12)$$

где $\rho = 0,0627$ (при сроке службы новой технологии); $E_n = 0,1$ – нормативный коэффициент; K – капиталовложения в инновацию.

Кроме годового экономического эффекта, необходимо рассчитать и срок окупаемости капитальных вложений:

$$T_{ок} = \frac{K}{P - I}. \quad (13)$$

$$T_{ок} = \frac{3927,6}{1920,581 - 475,904} = 2,7.$$

Необходимые капитальные вложения окупятся за 2 года 9 месяцев.

$$\mathcal{E} = \frac{1920,581 - 475,904}{0,0627 + 0,1} - 3927,6 = 4951,8 \text{ тыс.р.}$$

$$\mathcal{E} = \frac{1920,581 - 475,904}{0,0627 + 0,1} - 4500 = 4379,4 \text{ тыс. р.}$$

Экономический эффект от внедрения технологии на участке Карасук – Зубково ЗСЖД составит 4379,4 тыс. р.

Список литературы

1. Методические рекомендации по расчету экономической эффективности новой техники и технологии, объектов интеллектуальной собственности и рационализаторских предложений. Утверждены распоряжением ОАО «РЖД» от 28.11.2008 г. N 2538р.

2. ЦЭ-191. Инструкция по заземлению устройств электроснабжения на электрифицированных железных дорогах. – М.: МПС РФ, 1993. – 69 с.

3. Экспериментальная оценка возможности использования опор контактной сети для прохождения токов короткого замыкания [Текст] / И. А. Терёхин, Ю. В. Кондратьев и др. // Технические науки – от теории к практике: Сб. статей по материалам LXXI междунар. науч.-практ. конф. НП «СибАК». – Новосибирск, 2017. – № 6 (66). – С. 24 – 27.

УДК 004.9

А. И. Давыдов

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

В статье проведен анализ системы управления тяговым энергопотреблением на железнодорожном транспорте на основе принципов системного анализа. Выявлены основные компоненты рассматриваемой системы и их взаимосвязи. Предложена структура информационной системы, которая включает в себя модули сбора объективной информации о расходе топливно-энергетических ресурсов и показателях работы

транспортной системы, базы данных оперативных и обобщенных показателей, а также модуль поддержки принятия решений в области энергопотребления.

Железнодорожный транспорт является одним из крупнейших потребителей энергоресурсов в России. На его долю приходится приблизительно 5 % электроэнергии и 11 % дизельного топлива от потребления в целом по стране. Кроме того, объекты энергопотребления ОАО «Российские железные дороги» рассредоточены практически по всей территории большой страны, а наличие подвижного состава, на долю которого приходится соответственно 85 % электроэнергии и 70 % дизельного топлива делает энергосистему железнодорожного транспорта уникальной. Таким образом, исследования в области создания системы управления энергопотреблением

На основе анализа предметной области (энергопотребление на железнодорожном транспорте) и соответствующей технико-экономической информации авторами статьи проведен анализ существующей системы управления потреблением топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов и в нетяговой энергетике. В укрупненном виде в обоих случаях она может быть представлена набором двух модулей: первый из которых представляет собой энергетические службы линейных предприятий, второй – объекты энергопотребления. Инженерно-энергетическая система потребления ТЭР приведена на рис. 1.

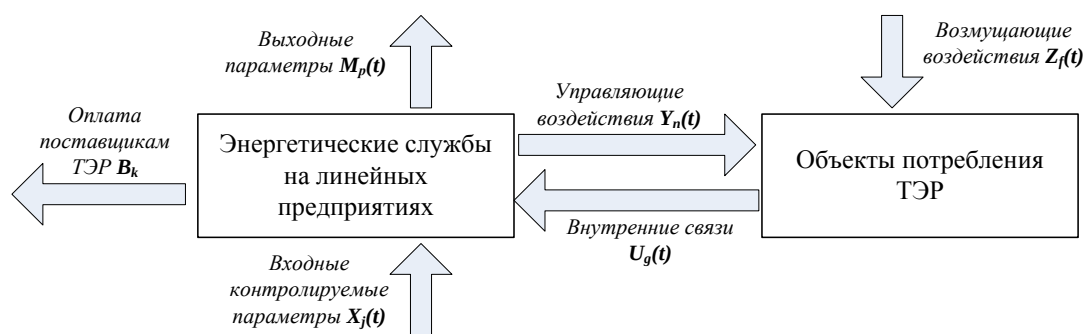


Рис. 1. Инженерно-энергетическая система потребления ТЭР

Рассматриваемая система в каждый момент времени t характеризуется:

1) выходными параметрами $M_p(t)$, в числе которых данные, необходимые для заключения договора с поставщиками электроэнергии, дизельного топлива и т. д.;

2) управляющими воздействиями $Y_n(t)$, в числе которых: управляющие указания и рекомендации, такие как отсутствие потребления ТЭР из-за ремонта контактной сети или пути, увеличение или снижение объема потребления вследствие увеличения или уменьшения объема перевозочной работы или изменения эксплуатационных показателей и т. д.;

3) возмущающими воздействиями на объект потребления $Z_p(t)$, в числе которых неконтролируемые технологические неполадки в работе объектов потребления, энергетических и инженерных систем, климатические изменения, влияющие на объем потребления энергоресурсов и контролируемые изменения структуры энергопотребления, например, вследствие перераспределения работы по участкам и структурным подразделениям;

4) внутренними потоками в системе $U_g(t)$ – данные о расходе ТЭР, зафиксированными различными документами (например, в маршруте машиниста), а также приборами учета на тяговых подстанциях и подвижном составе;

5) входными контролируемыми параметрами $X_j(t)$ – плановыми показателями от вышестоящих структурных подразделений и поставщиков энергоресурсов.

6) финансовыми потоками $B_k(t)$ – соответствующей информацией возникающей в процессе оплаты энергоресурсов.

Анализ информационных потоков в системе потребления энергоресурсов в холдинге позволяет определить систему управления использованием ТЭР на основе принципов модели непрерывного улучшения процессов Шухарта-Деминга. Реализация такой системы в области тяги поездов представлена на рис. 2. Этот подход подразумевает постоянную работу ответственных лиц на предприятиях по организации рационального энергопотребления, которая объединяет в себе следующие этапы:

– планирование (Plan) – установление конечных целей и процессов, необходимых для их достижения, планирование работ по достижению целей процесса, прогнозирование выделения и распределения необходимых ресурсов;

– выполнение (Do) – выполнение перевозочного процесса и связанных с ним технологических процессов;

- проверку (Check) – сбор информации и контроль результата на основе ключевых показателей энергоэффективности, полученных в ходе выполнения процесса, выявление и анализ отклонений, установление причин отклонений;
- воздействие (Act) – принятие мер по устранению причин отклонений от запланированного результата, изменения в планировании и распределении ресурсов.

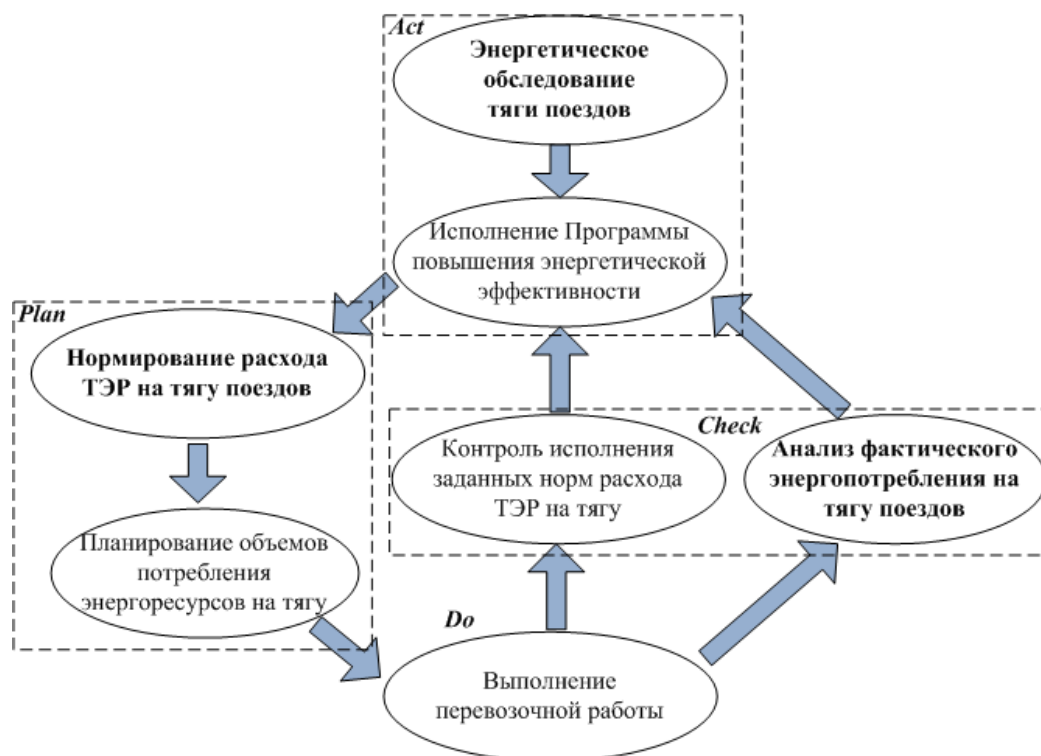


Рис. 2. Система управления использованием ТЭР на тягу поездов

Одной из основных стратегических задач энергоменеджмента ОАО «РЖД» является повышение эффективности использования ТЭР. Оно может достигаться двумя путями:

- на основе модернизации технологических процессов (электрификация участков железных дорог, ввод в эксплуатацию новых менее энергоемких серий локомотивов и др.) и структуры эксплуатационной работы подразделения, что требует значительных финансовых затрат, имеет большой срок окупаемости и не всегда возможно;

- за счет поэтапной реконструкции системы энергопотребления предприятия, поиска скрытых источников энергосбережения.

Независимо от выбранного направления в отрасли в целом и на каждом предприятии должна быть разработана комплексная программа

энергосбережения ТЭР. Созданию такого основополагающего документа способствует проведение энергетического обследования тяги поездов, так как согласно Федеральному Закону № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 года «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности...» основными целями энергетического обследования являются:

- 1) получение объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;
- 2) определение показателей энергетической эффективности;
- 3) определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- 4) разработка перечня типовых, общедоступных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведение их стоимостной оценки.

Корпоративные интересы ОАО «РЖД», основанные на экономии материальных ресурсов, требуют создания совершенно новых систем и структур управления энергоресурсами.

В настоящее время блок анализа системы управления топливно-энергетическими ресурсами на тягу поездов недостаточно представлен автоматизированными информационными модулями аналитической направленности. Большая часть информационных систем решают оперативные задачи. Кроме того, эффективное решение вопроса анализа использования энергоресурсов затрудняется наличием следующих проблем:

- неоднородность используемого информационного обеспечения;
- большие объёмы данных;
- сложность одновременного использования одних и тех же данных информационных систем для выполнения задач принятия решений;
- неполнота и ошибки в исходных данных, существенно снижающие достоверность используемой информации.

Достижение указанных целей в самом энергоемком сегменте топливно-энергетического баланса железнодорожной отрасли невозможно без эффективной системы анализа и нормирования энергопотребления. Эффективная реализация такой системы невозможна без применения современных информационных технологий на каждом этапе.

В рамках программы информатизации отрасли, направленной на совершенствование производственных процессов, выполняется интеграционный системный проект по созданию корпоративной информационной системы управления железнодорожным транспортом. Ее отличительной особенностью является переход от информационных моделей к информационно-управляющим, имеющим вертикально-интегрированные механизмы управления. В современных условиях главным критерием оценки управленческих решений, направленных на рациональное потребление всех видов ресурсов системы, является экономическая эффективность деятельности железнодорожного транспорта, один из путей оптимизации которой заключается в сокращении затрат на перевозки.

Таким образом, в настоящее время имеются все предпосылки для создания единой автоматизированной системы управления топливно-энергетическими ресурсами (ЕАСУ ТЭР) в холдинге ОАО «РЖД». После создания такой единой базы данных этой системы целесообразна реализация системы поддержки принятия решения на базе уже созданных и создаваемых методик анализа, планирования, прогнозирования и нормирования ТЭР.

В настоящее время созданы различные информационные системы, реализующие этапы управления энергопотреблением на железнодорожном транспорте. Эти системы имеют разные базы данных, при этом большая доля данных дублируется. Кроме того, в этих информационных системах зачастую реализован различный пользовательский интерфейс, что затрудняет получение необходимой информации.

В связи с вышеизложенным целесообразно создание единой автоматизированной системы управления топливно-энергетическими ресурсами в холдинге ОАО «РЖД». Концептуальная схема ЕАСУ ТЭР приведена на рис. 3.

ЕАСУ ТЭР должна соответствовать следующим требованиям:

- базы данных формируются исключительно на основании первичной документации о расходе ТЭР и данных сторонних систем объективной фиксации эксплуатационных показателей;
- при ручном вводе показателей выполняется многоступенчатый контроль достоверности вводимых данных;

– во всех программных модулях ЕАСУ ТЭР реализован единый пользовательский интерфейс.

Оперативные базы данных содержат информацию о расходе ТЭР по каждой минимальной единице технологического процесса: по поездкам подвижного состава, по структурным подразделениям и их объектам, по различным периодам времени.

В базе данных обобщенных показателей хранятся данные необходимые для получения статистической отчетности, а также выполнения анализа, нормирования и планирования расхода ТЭР по средствам алгоритмов специальной системы поддержки принятия решений. Она реализована на основе баз данных ЕАСУ ТЭР и различных методик, созданных в области энергетического менеджмента на железнодорожном транспорте. Одной из важнейших функций этой системы является выявление стационарных и подвижных объектов энергопотребления, для которых в первую очередь должны быть реализованы типовые мероприятия по энергосбережению и повышению энергоэффективности, а также для проведения ремонтных работ.

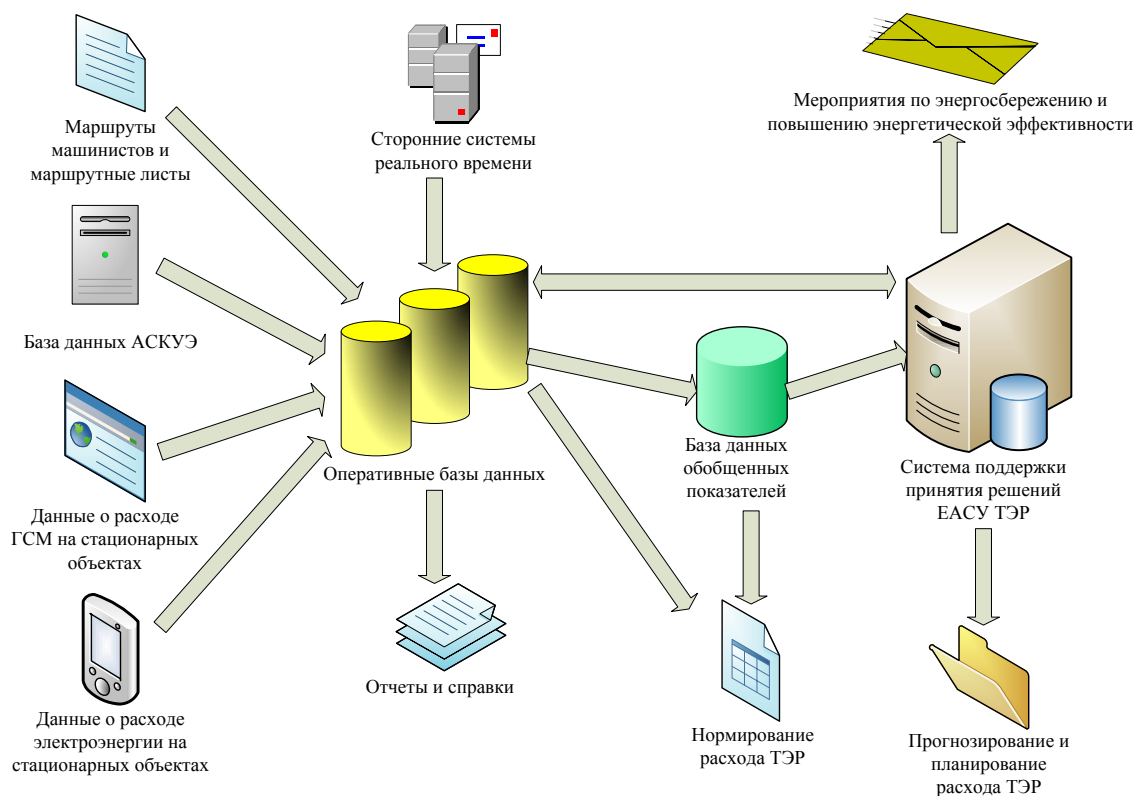


Рис. 3. Концептуальная схема ЕАСУ ТЭР

Практически вся оперативная и статистическая отчетность об энергопотреблении основана на данных первичных документов, информацию в

которые заносятся вручную. При этом как на стадии снятия показаний, так и на стадии ввода информации возможны ошибки. Эти ошибки могут быть исключены, если данные о расходе ТЭР и других эксплуатационных показателях, зафиксированные измерительными системами и регистраторами параметров движения подвижного состава, будут переданы напрямую от объекта энергопотребления по средствам проводной или беспроводной связи. Кроме того, в тяговой энергетике наличие такой базы данных решит вопрос о нормировании расхода ТЭР и объема энергии рекуперации по отдельным участкам работы локомотивных бригад, позволит определить и минимизировать коммерческую составляющую потерь энергоресурсов. На рис. 4 представлена схема системы сбора первичной информации о расходе ТЭР на объектах.

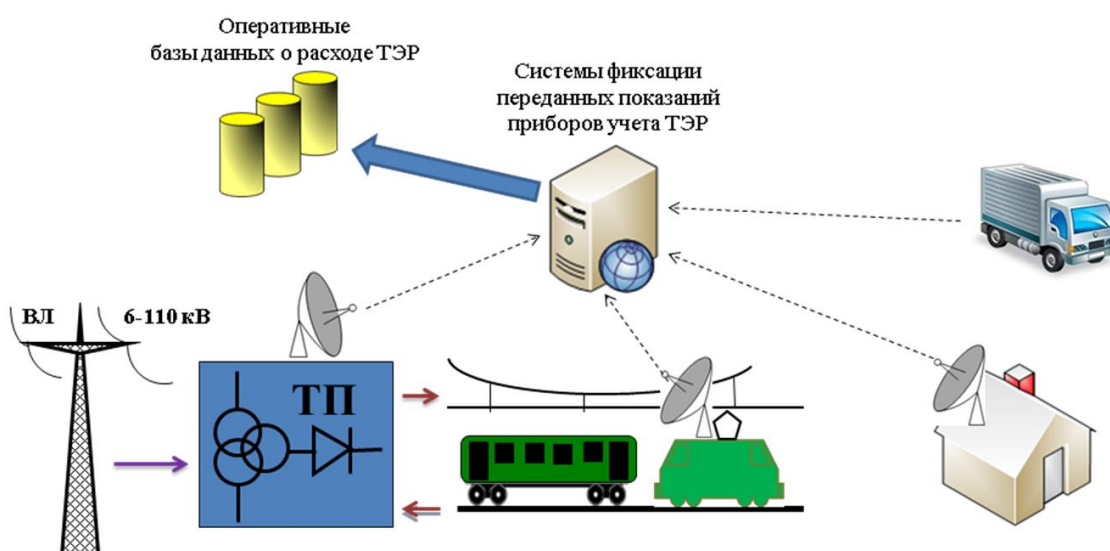


Рис. 4. Система сбора первичной информации о расходе ТЭР

В настоящее время создано большое число систем для сбора информации о расходе ТЭР, основных эксплуатационных показателях и о геопозиции объектов. На стационарных объектах нефтепереработки имеется опыт установки датчиков расхода ТЭР, которые по средствам различных телекоммуникационных технологий передают показания в реальном времени. При разработке таких систем для нужд ОАО «РЖД» следует учесть опыт создания и применения таких систем.

Таким образом, состояние нормативно-технической документации, каналы связи и аппаратно-программное обеспечение в области управления

материально-техническими ресурсами на желе дорожном транспорте позволяют приступить к созданию единой информационной системы управления энергопотреблением.

УДК 621.311

В. Л. Незевак, В. В. Эрбес, О. В. Гателюк

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНТЕРВАЛОВ УСРЕДНЕНИЯ В СИСТЕМАХ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЯГОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

В статье рассмотрены вопросы, посвященные оценке влияния интервалов усреднения в системах измерения электроэнергии на энергетические показатели тяговой энергетики. Проанализированы результаты измерений на тяговых подстанциях постоянного тока. Показано отличие результатов измерений с различными интервалами усреднения на примере расчета потерь электроэнергии в тяговой сети.

Электропотребление железнодорожного транспорта составляет около 4-5 % от суммарного электропотребления в России [1]. Учет электроэнергии в холдинге РЖД осуществляется с помощью различных автоматизированных систем учета и измерений, например, автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета (АИИСКУЭ). Специфика железнодорожного транспорта обуславливает необходимость использования не только коммерческого, но и технического учета электроэнергии. Учитывая значительную долю потребления в холдинге электроэнергии на тягу, построение технического учета электроэнергии на тяговых подстанциях (ТП) и на электроподвижном составе (ЭПС) оправданно и имеет высокую практическую значимость. В настоящее время для целого ряда задач, связанных с оценкой энергетической эффективности перевозочного процесса, уровня небаланса, рекуперации [2 – 7] и др. возможностей АИИСКУЭ оказывается недостаточно. Используемые интервалы усреднения в системе составляют от одной до тридцати минут. Большие интервалы усреднения оказывают влияние как на точность различных расчетов, так и на результаты моделирования процессов электропотребления. В частности, минимальный интервал

усреднения при проведении тяговых и электрических расчетов в программном комплексе КОРТЭС составляет пятнадцать секунд, что, как показано ниже, недостаточно снижает точность расчетов.

Одной из разрабатываемых систем, предназначенных для решения указанного ряда задач с меньшими интервалами усреднения измеряемых величин, является автоматизированная система мониторинга и учета энергетической эффективности перевозочного процесса (АСМУЭПП), реализующая учет на присоединениях ТП и ЭПС [8, 9]. Детальное исследование потребления электроэнергии на тягу поездов основано на интервалах усреднения измерений в информационно-измерительном комплексе электроподвижного состава равных одной и трем секундам [10]. Аналогичные требования усреднения показаний должны быть предусмотрены и в информационно-измерительных комплексах на ТП.

Эксплуатируемая в холдинге ОАО «РЖД» АИИСКУЭ позволяет выполнить измерения энергетических показателей в СТЭ с интервалом усреднения одна минута. В качестве примера на рис. 1 представлен график изменения тока тяговой нагрузки ТП постоянного тока с указанным интервалом.

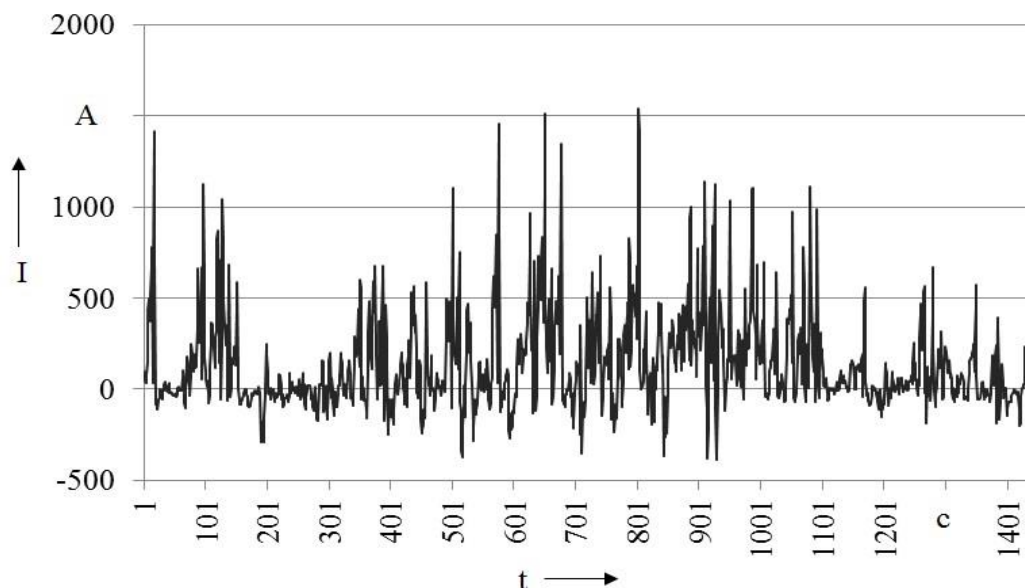


Рис. 1. График изменения тяговой нагрузки

С целью оценки влияния усреднения на результаты измерений энергетических величин рассмотрим тяговую нагрузку ТП. Измерения, выполненные с использованием блоков регистрации токов и напряжений БРТН-3,3 кВ с интервалом усреднения в 1 секунду на четырех ТП постоянного тока

Западно-Сибирской железной дороги, в виде частотной гистограммы приведены на рис. 2.

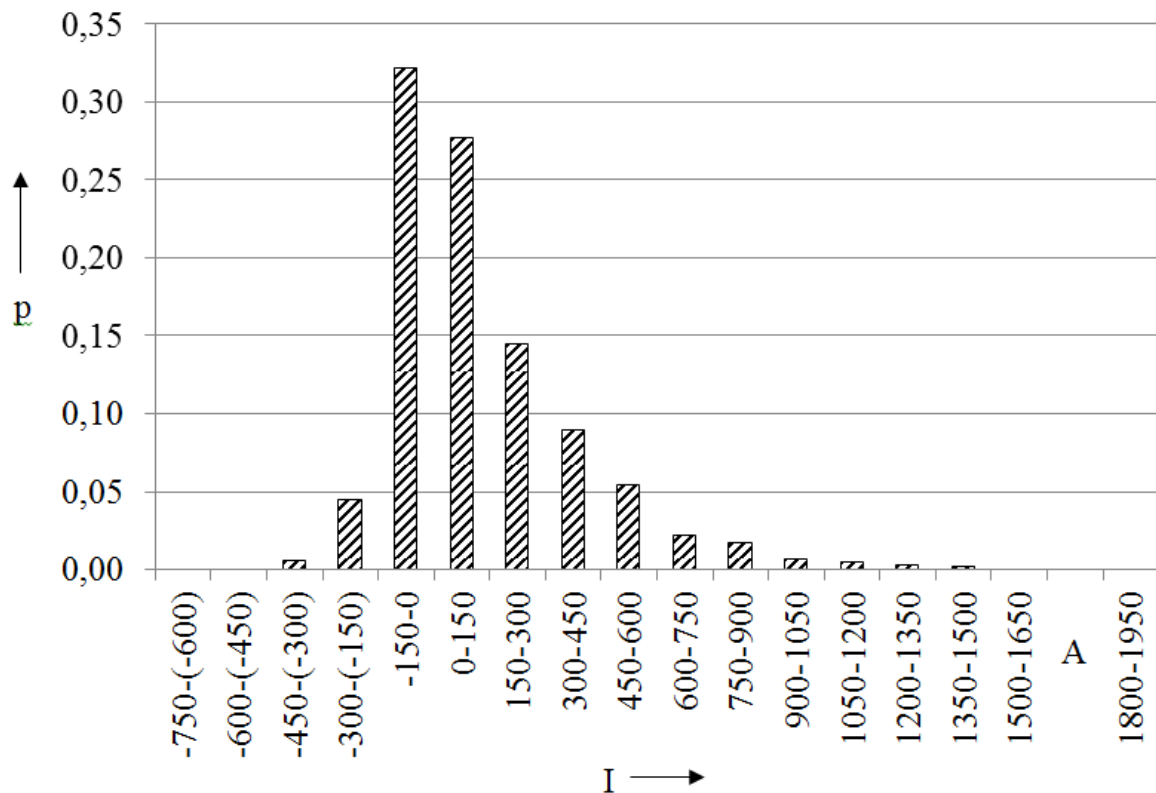


Рис. 2. Частотная гистограмма распределения тока тяговой нагрузки для ТП Западно-Сибирской железной дороги

Примем вариант усреднения в 1 секунду базовым для последующего сравнения с другими интервалами усреднения. Другие интервалы усреднения тока получим из базового путем перерасчета односекундных интервалов усреднения в интервалы, кратные одной секунде:

$$I_n = \frac{\sum_{i=1}^n I_{1i}}{n}, \quad (1)$$

где I_{1i} – ток тяговой нагрузки, измеренный с интервалом в 1 секунду (базовый); n – количество односекундных измерений, входящих в интервал усреднения.

Рассмотрим далее влияние интервала усреднения на определение потерь электроэнергии ΔW . В качестве примера рассмотрим элемент тяговой сети, сопротивление которого равно единице. Для рассматриваемого случая потери

электроэнергии на m интервалах усреднений будут определяться квадратом тяговой нагрузки:

$$\Delta W = \sum_{i=1}^m (I_{ni}^2 \cdot R), \quad (2)$$

где R – сопротивление элемента тяговой сети, равное единице.

Результаты расчетов потерь электроэнергии для элемента тяговой сети для различных интервалов усреднения приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты расчетов потерь электроэнергии для тяговых подстанций

Подстанция	Сутки	Потери электрической энергии в элементе тяговой сети при различных интервалах усреднения тока, кВт·ч							
		3	5	10	30	60	300	1800	3600
ТП 1	1	2164	2161	2148	2078	1959	1311	826	663
	2	1972	1967	1953	1879	1783	1160	625	501
	3	2462	2454	2437	2361	2211	1557	996	816
ТП 2	1	5380	5371	5351	5241	5070	3553	1433	1088
	2	4299	4293	4277	4188	4042	2891	1066	921
	3	3486	3479	3467	3390	3285	2339	848	652
ТП 3	1	745	744	741	730	712	598	422	330
	2	781	780	776	761	738	621	431	356
	3	653	651	649	639	622	531	357	289
ТП 4	1	3488	3484	3473	3425	3352	2874	1736	1525
	2	3502	3498	3488	3443	3372	2894	1794	1484
	3	3964	3959	3948	3899	3824	3258	2078	1748

Для сравнения выполним расчет для следующих интервалов усреднения – 3, 5, 10, 30, 60, 300, 1800 и 3600 секунд. Результаты измерений будем рассматривать для четырех ТП. Сравнение преобразованных измерений с различным интервалом усреднения выполним с базовым вариантом (одна секунда) с помощью критерия χ^2 по формуле [11]:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(l_i - n_1 p_i)^2}{n_1 p_i}, \quad (3)$$

где k – количество диапазонов тяговой нагрузки; p_i – вероятность попадания в диапазон измерений ($i = 1, 2, \dots, k$); l_i – количество измерений, входящих в диапазон измерений; n_1 – количество одnoseкундных измерений.

Полученные для каждого варианта усреднения для рассматриваемых суток и ТП значения χ^2 сравним с критическим значением критерия. Результаты сравнения частот наблюдения тяговой нагрузки ТП представлены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение суточных распределений частот тока тяговой нагрузки

Подстан- ция	Сутки	Наблюдаемое значение критерия хи-квадрат при различных интервалах усреднения тока, с								Критическое значение критерия хи-квадрат
		3	5	10	30	60	300	1800	3600	
ТП 1	1	4,3	8,7	29,5	291,2	747,2	8846,4	43216,3	79037,4	36,2 (0,99; 19)
	2	10,9	17,7	48,0	688,8	2046,6	9347,3	50347,1	108562,3	
	3	5,7	20,9	31,7	216,6	890,3	8656,4	69308,9	73803,6	
ТП 2	1	1,1	3,7	13,7	141,4	430,4	7090,2	64797,4	101239,6	
	2	7,4	3,8	14,9	68,4	372,0	10188,5	126063,9	137176,9	
	3	2,0	9,0	6,9	89,7	335,1	8721,3	96164,1	196517,7	
ТП 3	1	3,4	7,8	16,3	101,1	994,4	8295,8	33310,3	61025,2	
	2	3,3	6,4	38,1	160,5	781,4	7697,3	24670,4	34475,5	
	3	2,8	10,8	25,8	169,9	604,6	5775,8	30775,1	119857,8	
ТП 4	1	1,0	3,5	13,6	111,0	280,6	2533,3	55267,2	161267,9	
	2	9,0	7,6	17,2	116,7	369,8	3013,7	41915,7	84401,9	
	3	4,5	7,3	14,8	74,2	272,4	3322,4	46123,4	78193,9	

Полученные для различных интервалов усреднения результаты (табл. 1, 2) приведены на рис. 3 с логарифмической шкалой, показывающие отклонение потерь электроэнергии в тяговой сети для рассмотренных интервалов усреднения (3, 5, 10 ... с) относительно односекундного интервала:

$$\Delta = \frac{|\Delta W_{li} - \Delta W_{ni}|}{\Delta W_{li}} \cdot 100, \quad (4)$$

где ΔW_{li} , ΔW_{ni} – потери электроэнергии в тяговой сети для i-го варианта расчета, выполненного для одно- и n-секундного интервала усреднения.

Увеличение интервала усреднения свыше 10 с приводит к тому, что значение критерия χ^2 оказывается выше критического значения, что свидетельствует о том, что измерения тяговой нагрузки, выполненные с усреднением выше десятисекундного интервала, существенно отличаются от результатов, полученных по односекундным интервалам.

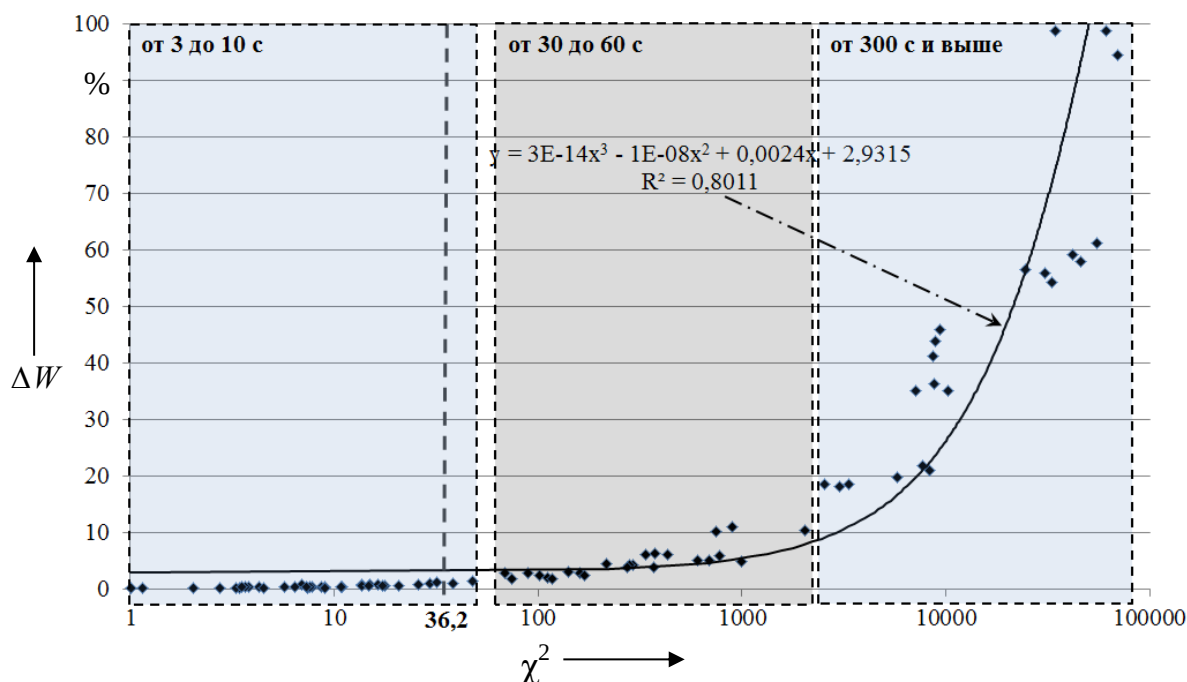


Рис. 3. Зависимость погрешности расчета потерь электроэнергии при изменении наблюдаемого значения χ^2

Таким образом, изменение интервала усреднения оказывает существенное влияние на результаты измерений тяговой нагрузки. Как показывают расчеты по определению тяговой нагрузки и потерь электроэнергии в СТЭ увеличение интервала усреднения свыше десяти секунд приводит к тому, что среднее отклонение результатов измерений в этом случае от одnoseкундных интервалов превышает 3 %, а при увеличении интервалов свыше пяти минут достигает 100 %. В связи с этим, с целью повышения точности расчетов, основанных на измерениях, является оправданным использование интервалов усреднения до десяти секунд включительно при создании системы АСМУЭПП. При проведении тяговых и электрических расчетов, в комплексе программ расчетов КОРТЭС, используемых для нужд холдинга РЖД, для повышения точности расчетов интервалы усреднения следует также сократить до десяти секунд.

Список литературы

1. Энергетическая стратегия холдинга «Российские железные дороги» на период до 2020 года и на перспективу до 2030 года. – М.: ОАО «РЖД». – 2016. 76 с.

2. Черемисин, В. Т. Оценка регулирования напряжения на стороне высшего напряжения тяговых подстанций в аспекте энергетической эффективности / В. Т. Черемисин, В. Л. Незевак, В. В. Эрбес // Транспорт Урала. – 2017. – № 3 (54). – С. 75 – 81.

3. Черемисин, В. Т. Организация контроля предельных режимов работы тяговой сети в условиях скоростного и тяжеловесного движения / В. Т. Черемисин, А. Л. Каштанов, В. Л. Незевак // Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск. – 2017. – № 1 (29). – С. 83 – 90.

4. Вильгельм, А. С. Совершенствование способа определения энергетических показателей движения поезда и системы тягового электроснабжения / А. С. Вильгельм, В. Л. Незевак // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2016. – Т. 16. – № 3. – С. 32 – 40.

5. Комяков, А. А. Оценка эффективности параллельной работы выпрямительных преобразователей тяговых подстанций на основе данных измерительных систем / А. А. Комяков, В. Л. Незевак, В. В. Эрбес // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2015. – № 2 (46). – С. 137 – 143.

6. Незевак, В. Л. Мониторинг выполнения норм удельной рекуперации в границах произвольной зоны мониторинга участка постоянного тока / В. Л. Незевак, А. П. Шатохин // Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск. – 2015. – № 2. – С. 87 – 96.

7. Черемисин, В. Т. Повышение энергетической эффективности системы тягового электроснабжения в условиях работы постов секционирования с накопителями электрической энергии / В. Т. Черемисин, В. Л. Незевак, А. П. Шатохин // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2015. – Т. 326. – № 10. – С. 54 – 64.

8. Совершенствование автоматизированной системы мониторинга и учета электроэнергии на фидерах контактной сети / С. Н. Чижма, А. А. Лаврухин и др. // Материалы научной конференции, посвященной Дню российской науки / Омский гос. ун-т путей сообщения. – 2016. – С. 17 – 24.

9. Каштанов, А. Л. Разработка единой автоматизированной системы учета электроэнергии тягового электроснабжения ОАО «РЖД» / А. Л. Каштанов,

С. Ю. Ушаков, В. Т. Черемисин // Бюллетень результатов научных исследований. – 2015. – № 1 (14). – С. 70-75.

10. Об утверждении Технологии учета расхода электроэнергии электроподвижным составом с использованием автоматизированных информационно-измерительных комплексов и Технических требований к автоматизированным информационно-измерительным комплексам учета электроэнергии на тяговом подвижном составе: Распоряжение ОАО «РЖД» № 3226р от 31.12.2014. – 2016.

11. Письменный, Д. Т. Конспект лекций по теории вероятности, математической статистике и случайным процессам / Д. Т. Письменный. – 2-е. – М.: Айрис-пресс, 2007. – 288 с.

УДК 621.331

М. М. Никифоров, А. С. Вильгельм, О. О. Комякова

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОСКОВСКОГО ЦЕНТРАЛЬНОГО КОЛЬЦА В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ РЕКУПЕРАТИВНОГО ТОРМОЖЕНИЯ И НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

В статье описаны основные подходы к оценке и повышению энергетической эффективности тяги пассажирских поездов на Московском центральном кольце в условиях применения рекуперативного торможения, в том числе с применением накопителей электроэнергии в системе тягового электроснабжения.

Применение рекуперативного торможения и эффективное использование энергии рекуперации является существенным фактором, влияющим на эффективность перевозочного процесса [1]. Вопросы роли рекуперативного торможения в повышении энергетической эффективности тяги поездов на сети железных дорог и подходы к оценке его эффективности подробно рассмотрены в работах [2 – 6]. Следует отметить, что Московское центральное кольцо (МЦК) по своим характеристикам является уникальным полигоном [7] и в настоящее время на МЦК достигнут уровень энергии рекуперации более 35% от расхода электроэнергии, отпускаемой на тягу поездов, по счетчикам тяговых

подстанций. При этом существуют факторы, затрудняющие дальнейшее увеличение объема энергии рекуперации на данном полигоне.

Так, например, напряжение в контактной сети на уровне 3,3 – 3,5 кВ в середине межподстанционных зон при нахождении электропоездов в режиме тяги и отсутствии технической возможности его регулирования негативно сказывается на возможностях применения рекуперативного торможения.

Кроме этого из пяти тяговых подстанций выпрямительно-инверторный преобразователь (ВИП) установлен только на одной. Многочисленные исследования показывают, что наличие ВИП на участках постоянного тока играет важную роль в вопросах эффективности использования энергии рекуперации и, как следствие, применения рекуперативного торможения. Необходимым условием для стабильной рекуперации является наличие приемников избыточной энергии рекуперации, т. е. энергии, которая не может быть потреблена другими, находящимися в режиме тяги, поездами на участке, и для потребления которой нужны дополнительные приемники энергии. При этом установка ВИП на тяговые подстанции или накопителей энергии в системе тягового электроснабжения (СТЭ) должна сопровождаться научно обоснованным определением мест их установки и быть экономически целесообразна [4].

В настоящее время на МЦК не обеспечена возможность выполнения синхронных измерений электрических величин (напряжения, токов, мощности и приращения энергии), на фидерах контактной сети тяговых подстанций и электропоездах для обеспечения контроля расхода и потерь электроэнергии на тягу поездов в границах межподстанционных зон. Организация таких измерений является необходимым условием для принятия обоснованных решений по повышению энергетической эффективности тяги поездов, в том числе за счет применения рекуперативного торможения.

Также отсутствуют исследования влияния организации движения электропоездов на значения удельного расхода энергии и удельной рекуперации и не разработаны технические решения по применению систем накопления электрической энергии на электропоездах и в СТЭ. Организация движения поездов и применение накопителей электрической энергии в СТЭ позволяет повысить эффективность применения рекуперативного торможения и энергетическую эффективность перевозочного процесса. Как показано в

работе [8] накопители электроэнергии показывают техническую эффективность при их применении на тяговых подстанциях и линейных устройствах СТЭ постоянного тока. Управление параметрами графика движения также оказывает влияние на уровень электропотребления на тягу поездов [9].

Возможность выполнения синхронных измерений электрических величин и исследование влияния организации движения электропоездов на значения удельного расхода энергии и удельной рекуперации – это два основных условия для разработки и внедрения научно обоснованных мероприятий на МЦК для увеличения объема энергии рекуперации. При этом увеличение этих объемов не является самоцелью. Данный вопрос является комплексным и должен рассматриваться в контексте снижения энергопотребления на тягу поездов, что требует комплексных исследований, включающих в себя теоретические и натурные исследования, а также разработку мероприятий, таких как:

- установка накопителей энергии на подвижной состав или в системе тягового электроснабжения;
- установка ВИП на тяговые подстанции;
- внедрение изменений в организацию движения поездов.

Необходимо понимать, что на МЦК тяговая нагрузка является низкой по сравнению с участками, на которых осуществляется регулярное грузовое или смешанное движение. Такие факторы как массы грузовых поездов и их доля в общих размерах движения поездов определяют величину тяговой нагрузки на участке и оказывают существенное влияние на потребность в дополнительной энергии, которой как раз и является энергия рекуперации. Таким образом, величина тяговой нагрузки непосредственно влияет на условия для применения рекуперативного торможения и использования энергии рекуперации. Чем больше тяговая нагрузка на участке, тем благоприятнее условия для применения рекуперации на нем. Более низкая тяговая нагрузка на МЦК по сравнению с участками, на которых осуществляется регулярное грузовое или смешанное движение – это объективная причина затрудняющая дальнейшее увеличение объема энергии рекуперации, трудно регулируемая в конкретных условиях работы МЦК.

Указанные причины приводят к тому, что при появлении возможности перехода электропоезда в режим рекуперативного торможения и отсутствии возможности использования энергии рекуперации в полном объеме напряжение

на токоприемнике может увеличиваться до 4 кВ, после чего на электропоезде происходит автоматический переход с рекуперативного на реостатное торможение [2]. Таким образом, часть накопленной кинетической энергии электропоезда, которая могла бы быть преобразована в электрическую и возвращена в контактную сеть, нерационально теряется.

На текущий момент, с учетом изложенного выше, актуальными являются работы, направленные на повышение энергетической эффективности пассажирских перевозок на МЦК. Эти работы должны быть основаны на исследованиях:

- действующей эффективности применения рекуперативного торможения и использования энергии рекуперации на МЦК;
- применения накопителей энергии в СТЭ и ВИП на тяговых подстанциях в границах МЦК;
- организации энергооптимальных графиков движения поездов;
- вождения поездов с использованием автоведения.

Внедрение учета электроэнергии на фидерах контактной сети тяговых подстанций, питающих МЦК, и синхронизация по времени их показаний с данными систем учета мотор-вагонного подвижного состава, а также определением местоположения каждой единицы подвижного состава в любой момент времени по данным систем GPS/ГЛОНАСС в соответствии с методологией построения автоматизированной системы мониторинга энергоэффективности перевозочного процесса [10], позволит определить влияющие факторы и их значимость на энергетическую эффективность пассажирских перевозок на МЦК.

Подобный полигон может стать первым в мире испытательным полигоном, на котором появится возможность обеспечения мониторинга энергетической эффективности перевозочного процесса в границах каждой межподстанционной зоны с учетом состояния системы внешнего электроснабжения, технологии вождения поездов и организации движения поездов.

Апробация технологии мониторинга энергоэффективности перевозочного процесса была проведена в 2015 году на экспериментальном полигоне Шаля – Подволошная Свердловской железной дороги с участием электровозов 2ЭС6 и 2ЭС10.

Результатами организации синхронных измерений электрических величин на фидерах контактной сети тяговых подстанций и мотор-вагонном подвижном составе в границах МЦК должны стать:

- аналитические зависимости удельного расхода, удельной рекуперации и уровня потерь электроэнергии в границах межподстанционных зон в зависимости от различных влияющих факторов, полученные в результате проведения натурных и вычислительных экспериментов по оценке эффективности работы СТЭ и ЭПС на МЦК в условиях применения рекуперативного торможения;

- обоснование целесообразности применения в границах МЦК накопителей электрической энергии и определение их основных технических параметров и режимов работы;

- рекомендации по выбору мест расположения ВИП и накопителей электрической энергии в СТЭ;

- утвержденная методика оценки энергетической эффективности пассажирских перевозок на МЦК в условиях применения рекуперативного торможения и организации автоматизированного мониторинга энергоэффективности перевозочного процесса при наличии накопителей электрической энергии на постах секционирования и ВИП на тяговых подстанциях;

- рекомендации по повышению уровня энергии рекуперации и повышению энергетической эффективности тяги поездов на МЦК за счет изменений в организации графиков движения поездов.

Натурные эксперименты включают в себя измерение энергетических показателей СТЭ и ЭПС с использованием необходимых для проведения исследований штатных систем измерений и дополнительных средств измерений:

- регистраторов параметров движения электропоездов МЦК;

- систем мониторинга энергетических показателей СТЭ МЦК, систем учета и измерений тяговых подстанций;

- устройств регистрации токов и напряжений (БРТН-3,3 или их аналогов), устанавливаемых дополнительно на тяговые подстанции и линейные объекты СТЭ МЦК;

- автоматизированной системы ГИД «Урал-ВНИИЖТ».

Вычислительные эксперименты должны включать исследования, позволяющие оценить влияние на энергоэффективность режимов работы СТЭ и применения рекуперативного торможения следующих факторов:

- графиков движения поездов, в том числе энергооптимальных графиков движения грузовых и пассажирских поездов;
- режимов вождения поездов;
- вождения поездов с использованием автоведения в условиях применения рекуперативного торможения;
- регулирования напряжения на шинах тяговых подстанций, в т. ч. в условиях применения рекуперативного торможения;
- применение ВИП на тяговых подстанциях;
- определение технических параметров накопителей электрической энергии для установки на постах секционирования, а также алгоритмов и режимов их работы.

Для выполнения вычислительных экспериментов потребуются следующие основные исходные данные:

- характеристики пути МЦК (количество путей, величины подъемов/уклонов, радиус кривых, тип рельсов, ограничения скоростей) по каждому перегону;
- характеристики электропоездов ЭС2Г (составность, тяговые характеристики, тормозные (рекуперативные и реостатные) характеристики, токовые характеристики – в режимах тяги и рекуперации);
- характеристики и схемы устройств электроснабжения (контактной сети, тяговых подстанций);
- суточные графики напряжений и токов на фидерах тяговых подстанций МЦК в будние и выходные дни;
- суточные графики движения поездов (в том числе грузовых и пассажирских) с учетом часов пик в будние и выходные дни;
- данные с расшифровки картриджей регистраторов параметров движения поездов с ЭПС на МЦК.

В качестве программного комплекса для проведения моделирования режимов работы СТЭ и ЭПС может быть использован пакет прикладных программ КОРТЭС [3].

Таким образом, на основании проведенных исследований станет возможным разработка рекомендации и предложений по повышению эффективности использования энергии рекуперации на МЦК и, как следствие, повышение энергетической эффективности пассажирских перевозок, что, как ожидается, позволит довести уровень рекуперации в границах МЦК до уровня 45 – 50 % от объема принимаемой из питающей энергосистемы электроэнергии на тягу поездов, а также впервые на сети железных дорог Российской Федерации внедрить накопитель электроэнергии на посту секционирования постоянного тока.

Список литературы

1. Черемисин, В. Т. Методология оценки энергетической эффективности применения рекуперативного торможения и использования энергии рекуперации / В. Т. Черемисин, М. М. Никифоров, А. С. Вильгельм // Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск. – 2016. – № 1(25). – С. 60 – 70.
2. Никифоров, М. М. Влияние параметров и режимов работы системы тягового электроснабжения на эффективность использования энергии рекуперации / М. М. Никифоров, А. С. Вильгельм, В. И. Гутников // Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск. – 2017. № 1(29). С. 74 – 83.
3. Черемисин, В. Т. Основные положения методики оценки эффективности использования энергии рекуперации / В. Т. Черемисин, М. М. Никифоров, А. С. Вильгельм // Вестник ростовского государственного университета путей сообщения. Ростов-на-Дону, 2017. – № 1(65). – С. 114 – 120.
4. Вильгельм А. С. Экспериментальные исследования по оценке потенциала повышения энергетической эффективности тяги поездов за счет применения рекуперативного торможения // А. С. Вильгельм, А. Н. Ларин / Известия Транссиба, 2011. № 1(5). С. 50 – 56.
5. Вильгельм, А. С. Принципы построения энергетических диаграмм для оценки эффективности применения рекуперативного торможения // А. С. Вильгельм, А. Л. Каштанов, М. М. Никифоров / Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск. – 2012. – № 2(10). – С. 63 – 68.

6. Вильгельм, А. С. Влияние энергии рекуперации на уровень потерь в системе тягового электроснабжения / А. С. Вильгельм, М. М. Никифоров // Транспорт Урала. – Екатеринбург. – 2017. – № 2(53). – С. 55 – 60.

7. Вильгельм, А. С. Пути повышения энергоэффективности на Малом кольце Московской железной дороги с использованием инверторов / А. С. Вильгельм, В. Л. Незевак, В. Т. Черемисин // Транспорт Урала. – Екатеринбург. – 2014. – № 3(42). – С. 90 – 94.

8. Черемисин, В. Т. Повышение энергетической эффективности системы тягового электроснабжения в условиях работы постов секционирования с накопителями электрической энергии / В. Т. Черемисин, В. Л. Незевак, А. П. Шатохин // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – Томск. – 2015. – Т. 326. – № 10. – С. 54 – 64.

9. Незевак, В. Л. Основные подходы к оценке влияния графика движения поездов на расход электроэнергии / В. Л. Незевак, М. М. Никифоров, С. Ю. Ушаков // Инновационные проекты и технологии в образовании, промышленности и на транспорте: Материалы науч. конф. / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2015. – С. 122 – 128.

10. Этапы реализации автоматизированной системы мониторинга энергоэффективности перевозочного процесса / В. Т. Черемисин, С. Ю. Ушаков и др. // Железнодорожный транспорт. – 2015. – № 3. – С. 45 – 49.

УДК 629.423

С. Ю. Ушаков, М. М. Никифоров, А. С. Вильгельм

О СИСТЕМЕ НОРМИРОВАНИЯ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОВОЗАМИ ПРИ ПРОСТОЕ ПОД ДЕПО В ОЖИДАНИИ РЕМОНТА

В статье рассмотрена проблема недоучета электроэнергии электровозами в режиме горячего простоя под депо в ожидании ремонта. Произведен анализ применяемых на электровозах систем учета электроэнергии. Представлен порядок разработки механизма нормирования расхода электроэнергии при простое подвижного состава.

Проблема организации достоверного учета электроэнергии, потребляемой электровозами в режиме горячего простоя на тракционных путях депо в ожидании ремонта, известна давно [1]. Ее суть заключается в низком качестве используемых для учета электроэнергии средств измерения на борту подвижного состава.

По данным статистики за 2017 год основная доля работы на полигоне постоянного тока сети железных дорог (около 54%) по-прежнему выполняется электровозами старых серий ВЛ10 (и его модификации У, К), производившихся с 1961 по 2005 гг., и ВЛ11 (и его модификаций М, К), выпускавшихся с 1975 по 2006 гг.

В основном учет электроэнергии на электровозах данных серий осуществляется с помощью устаревших электромеханических счетчиков СКВТ-Д600М и СКВТ-Д621 класса точности 2,5. На ряде электровозов серии ВЛ10 для учета электроэнергии используются регистраторы параметров движения РПДА-Г (класс точности 1,0). Также незначительное распространение на электровозах указанных серий получили электронные счетчики электроэнергии Ф610 и Ф61МЕ (класс точности 1,0). Данные счетчики также используются в составе микропроцессорной системы управления и диагностики (МСУД), применяемой на грузовых электровозах 2ЭС4К, 3ЭС4К, доля работы которых в общей сложности составляет около 3,9%. С каждым годом растет доля работы, выполняемой электровозами новых серий 2ЭС6 «Синара» (32,1 %) и 2ЭС10, 3ЭС10 «Гранит» (6,7%). Для учета электроэнергии на данных электровозах используются электронные двунаправленные счетчики СКВТ-М (класс точности 2,5), входящие в состав микропроцессорной системы управления и диагностики (МПСУ и Д). Аналогичная система учета используется и на электровозах постоянного тока ЭП2К, выполняющих практически весь объем работы на полигоне постоянного тока в пассажирском движении.

По данным ОАО «РЖД» по состоянию на май 2017 года доля счетчиков электроэнергии на электровозах постоянного тока с классом точности 2,0 – 2,5 составляла около 59%, с классом точности 1,0 – 18%, с классом точности 0,5 и выше – 23%.

Общей проблемой учета электроэнергии на ЭПС переменного тока является отсутствие измерительного трансформатора напряжения.

Информацию о напряжении получают непосредственно с обмотки собственных нужд тягового трансформатора, что, безусловно, существенно увеличивает погрешность измерений. Информация по току поступает с измерительного трансформатора тока класса точности 0,5, установленного на первичной обмотке тягового трансформатора.

На полигоне переменного тока Горьковской железной дороги были проведены экспериментальные исследования [2], в ходе которых осуществлялось сравнение показаний штатной системы учета электроэнергии на электровозе ВЛ80С (счетчики Ф-442 класса точности 2,5) с показаниями экспериментальной системы учета, построенной на базе счетчика ЕвроАЛЬФА (класс точности 0,5) и маслонаполненного трансформатора напряжения ЗНОМ-35 (класс точности 0,5).

Результаты экспериментов показали, что в зависимости от режима работы электровоза разность показаний двух систем для разных секций варьируется от -14% до $+15\%$, в среднем разность показаний по первой секции составила $+7,3\%$, по второй – $(-6,3)\%$.

Аналогичные измерения, выполненные ОмГУПСом [3] на Красноярской железной дороге показали, что расхождение показаний штатного учета электроэнергии на электровозе ВЛ80С с показаниями экспериментальной системы, аналогичной той, которая была применена на Горьковской железной дороге, по отдельным поездкам составляло от $-4,8\%$ до $15,2\%$. Суммарный переучет по двум секциям электровоза составил $3,8\%$.

По результатам шести опытных поездок на полигоне переменного тока Южно-Уральской железной дороги на электровозе ВЛ80С получено, что средняя погрешность штатной системы учета составила $3,1\%$

По данным ВНИИЖТ (из доклада Б. М. Бородулина на совместном заседании секции Научно-технического совета МПС «Топливо-теплотехническая», «Электрификации и электроснабжения» от 20 апреля 1995 г.) средняя погрешность учета на электровозе ВЛ80С при значительной выборке составила $3,88\%$.

Основу парка электровозов переменного тока составляют выпускаемые с 2004 года локомотивы серии «Ермак» (2ЭС5К, 3ЭС5К, 4ЭС5К), на их долю приходится $54,9\%$ от всего объема работы на полигоне переменного тока. Данные электровозы оснащены микропроцессорной системой управления

движением, в состав которой помимо прочего входит электронный двунаправленный счетчик электроэнергии СЭТ-1М.01.04 класса точности 0,5s. Пассажирская работа на полигоне переменного тока практически полностью выполняется современными электровозами серии ЭП1 и ее модификациями (ЭП1П, ЭП1М), производимых с 1999 года по настоящее время. Учет электроэнергии на данных электровозах также осуществляется с помощью счетчиков СЭТ-1М.01.04.

К сожалению, по-прежнему велика доля работы (40,3%), выполняемой электровозами старых серий ВЛ80 (и его модификаций С, Т, Р, ТК), выпускавшихся с 1961 по 1995 годы и ВЛ85 (1983 – 1994). Значительное количество электровозов данных серий оснащено морально устаревшими счетчиками электроэнергии Ф440 и Ф442, обладающих классами точности 2,0 и 2,5 соответственно. Тем не менее, на многих локомотивах серии ВЛ80 (и его модификаций) для учета электроэнергии используются регистраторы параметров движения РПДА-ГПТ (класс точности 1,0). На ряде электровозов указанных серий используются электронные счетчики АЛЬФА (класс точности 0,5s).

По данным ОАО «РЖД» по состоянию на май 2017 года доля счетчиков электроэнергии на электровозах переменного тока с классом точности 2,0 – 2,5 составляла около 53%, с классом точности 1,0 – 20%, счетчиков с классом точности 0,5 и выше – 27%.

Представленный анализ состояния учета электроэнергии на электровозах свидетельствует о необходимости разработки новых систем учета электроэнергии, соответствующих современным требованиям [4].

Существенной проблемой для электровозов обоих родов тока является высокая степень недоучета электроэнергии счетчиками ЭПС в режимах малых нагрузок, к которым можно отнести «горячий» простой без бригады или в пути следования, режим выбега, маневрирования без состава и др. Так, в режиме «горячего» простоя в работе находится только вспомогательное оборудование электровоза [5] (мотор-вентиляторы, мотор-компрессоры, отопительные приборы, фазорасщепители и др.). Номинальная мощность всех вспомогательных машин электровозов постоянного тока составляет незначительную часть от общей номинальной мощности локомотива (около 2 %). На электровозах переменного тока эта величина составляет 2,5 – 4,5 %.

Однако реальная мощность вспомогательного оборудования, реализуемая в режиме «горячего» простоя, оказывается существенно меньше суммарных паспортных значений.

Как показывают результаты исследований, проведенных в ремонтных локомотивных депо Западно-Сибирской железной дороги Московка, Барабинск и Карасук [1], время работы мотор-компрессоров обычно составляет 2 – 3 % от всего времени простоя, мотор-вентиляторы работают, как правило, при пониженном напряжении, что соответствует половине их номинальной мощности, а обогрев кабин осуществляется в основном половиной обогревательных элементов. Таким образом, суммарная мощность, потребляемая вспомогательным оборудованием во время «горячего» простоя, составляет несколько десятков киловатт.

Порог чувствительности каждого типа счетчиков приведен в соответствующих паспортах. Для электромеханических счетчиков постоянного тока типа СКВТ-Д600М и СКВ-ТД621 приведен порог чувствительности по току, который составляет 2 % от номинального значения. Для электровозов постоянного тока ВЛ10, ВЛ11, ЧС2, ЧС4 номинальный ток составляет 1500 А, что при номинальном напряжении в сети 3 кВ соответствует мощности 90 кВт. Для электровозов ВЛ10 и ВЛ11, прошедших капитальный ремонт, устанавливают счетчики в каждой секции, поэтому фактическая мощность вспомогательного оборудования на каждый счетчик уменьшается в два раза.

На электровозах переменного тока основных серий ВЛ80, ВЛ80т, ВЛ80с порог чувствительности штатных счетчиков составляет 2 % от номинальной активной мощности электровоза, что при коэффициенте трансформации тока $k_{\text{ТТ}}$, равном 60, и номинальном питающем напряжении 25 кВ составляет 150 кВт. Следовательно, порог чувствительности штатных приборов учета электроэнергии, установленных на ЭПС как переменного, так и постоянного тока, часто превышает фактическую суммарную мощность установленного вспомогательного оборудования, что приводит к существенному недоучету электроэнергии, который по результатам экспериментальных исследований для разных серий электровозов может составлять от 30 до 80 %.

Сравнивая пороговые значения чувствительности штатных счетчиков и мощности вспомогательного оборудования, можно сделать вывод о том, что только при работе мотор-компрессоров мощность вспомогательного

оборудования (и то не всегда) превышает порог чувствительности. Учитывая, что порог чувствительности по мощности штатных приборов учета электроэнергии (особенно электромеханических типа СКВТ-Д600М и СКВТ-Д621) имеет разброс в пределах 1,5 – 3 % от номинальных значений, погрешность учета электроэнергии в «горячем» простое также изменяется в широком диапазоне (30 – 80 % от номинальных значений).

В условиях реализации новой концепции развития сервисного обслуживания локомотивного парка РЖД, при которой за техническое обслуживание локомотивов отвечает производитель, расход электроэнергии при простое электровозов в ожидании ремонта также относится на сервисные компании производителя. Однако в виду высокой степени недоучета электроэнергии счетчиками на борту подвижного состава в режиме горячего простоя значительная доля электропотребления переходит в разряд коммерческих потерь, затраты на которые несет ОАО «РЖД». Анализ структуры потерь электроэнергии на тягу поездов на полигоне постоянного тока на примере Западно-Сибирской железной дороги показал, что доля коммерческих потерь может достигать трети от общего уровня потерь в системы тягового электроснабжения [6, 7]. Кроме того низкий расход электроэнергии, фиксируемый счетчиками ЭПС, слабо стимулирует сервисные организации к оптимизации ремонтного процесса для сокращения времени простоя локомотивов в ожидании ремонта и, как следствие, снижения непроизводительного расхода электроэнергии.

Совершенно очевидно, что для решения этой проблемы необходима разработка механизма нормирования расхода электроэнергии при простое подвижного состава в ожидании ремонта.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) определить перечень серий электровозов, подлежащих нормированию расхода электроэнергии в режиме простоя в ожидании ремонта с учетом ожидаемого планового списания электровозов старых серий;

- 2) провести анализ паспортных характеристик систем учета электроэнергии, применяемых на электровозах выбранных серий, выполнить выборочный анализ результатов калибровочных испытаний средств измерения различных типов с целью установления степени соответствия их реальных технических характеристик паспортным;

3) произвести классификацию систем учета по степени их пригодности для определения расхода электроэнергии электровозом в горячем простое;

4) выполнить анализ состава и технических характеристик вспомогательных электрических машин электровозов по каждой серии и модификации согласно определенному перечню;

5) определить перечень внешних факторов, влияющих на электропотребление электровозом при простое в ожидании ремонта, и оценить степень их значимости;

6) выполнить анализ систем управления вспомогательными электрическими машинами электровозов и режимов их работы. Провести экспериментальные исследования реальных режимов работы вспомогательных электрических машин электровозов в условиях эксплуатации с учетом влияния значимых факторов;

7) разработать нормы расхода электроэнергии по сериям и модификациям электровозов с учетом значимых влияющих факторов в горячем простое на тракционных путях депо в ожидании ремонта;

8) провести апробацию технологии нормирования расхода электроэнергии в горячем простое под депо для серий электровозов постоянного и переменного тока.

Разработка на основании аналитических и экспериментальных исследований научно-обоснованных норм расхода электроэнергии электровозами в горячем состоянии позволит более достоверно оценивать уровень электропотребления для различных серий подвижного состава при его простое под депо в ожидании ремонта в зависимости от влияния внешних факторов. Данные нормы могут быть использованы для разработки порядка предъявления объективного расхода электроэнергии и связанных с этим затрат сервисным организациям [8]. В свою очередь это позволит снизить затраты ОАО «РЖД» на величину стоимости коммерческих потерь электроэнергии, обусловленных недоучетом электроэнергии счетчиками электроподвижного состава в ожидании ремонта.

Список литературы

1. Ушаков, С. Ю. Проблема организации достоверного учета электроэнергии в «горячем» простое локомотивов при депо и ее распределения по причастным бизнес-единицам / С. Ю. Ушаков, В. И. Гутников, А. Н. Ларин // Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск. – 2010. – № 3 (3). – С. 70 – 75.
2. Черемисин, В. Т. Снижение небаланса электроэнергии на тягу поездов по счетчикам тяговых подстанций и электроподвижного состава / В. Т. Черемисин, Е. Л. Емельяненко, С. Ю. Ушаков // Железнодорожный транспорт. – Москва. – 2011. – № 2. – С. 45 – 48.
3. Школьников, Е. Н. Коммерческий учет электроэнергии на электроподвижном составе / Е. Н. Школьников, В. Т. Черемисин, С. Ю. Ушаков // Железнодорожный транспорт. – Москва. – 2016. – № 8. – С. 50 – 54.
4. Хряков, А. А. Снижение коммерческой составляющей потерь электроэнергии на тягу поездов на полигоне постоянного тока / А. А. Хряков, М. М. Никифоров // Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск. – 2011. – № 5. – С. 42 – 45.
5. Айзенбуд, С. Я. Эксплуатация локомотивов / С. Я. Айзенбуд, П. И. Кельперис // Москва: Транспорт, 1990. – 261 с.
6. Давыдов, А. И. Оценка потерь электроэнергии на тягу поездов / А. И. Давыдов, М. М. Никифоров // Математическое моделирование и расчет узлов и объектов железнодорожного транспорта: Межвуз. тематич. сб. науч. тр. / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2012. – С. 53 – 56.
7. Никифоров, М. М. Оценка технологических потерь электроэнергии в системе тягового электроснабжения постоянного тока / М. М. Никифоров, А. С. Вильгельм, А. В. Язов // Инновационные проекты и новые технологии в образовании, промышленности и на транспорте: Материалы научно-практической конференции, посвященной Дню Российской науки / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2012. – С. 40 – 45.
8. Каштанов, А. Л. Новые подходы к исследованию проблемы небаланса электроэнергии на тягу поездов // А. Л. Каштанов, М. М. Никифоров, С. Ю. Ушаков / Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск. – 2017. – № 2 (30). – С. 77 – 87.

А. А. Тартачев

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОДБОРА СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ВЫБРАННОЙ ЛОКАЦИИ

Произведен сбор климатических ежедневных данных за годовой период для заданной локации, первичный анализ полученных данных и подробная визуализация положения Солнца в течение года, выбор оптимальных технических параметров системы солнечного коллектора на основе климатических данных для выбранной локации (г. Омск). Приведена методика подбора солнечного коллектора.

Посчитать интенсивность потока солнечного излучения в произвольном месте на поверхности Земли невозможно, но есть данные наблюдений гидрометеослужб во множестве городов нашей планеты, на основании которых можно делать расчёты.

Рассеянное излучение, то есть отражённое от поверхности земли, воды и облаков, не теряется. Солнечный коллектор его так же хорошо воспринимает. Доля рассеянного излучения в суммарном может превышать 50 %, даже в пасмурный день, когда Солнца не видно, коллектор всё равно работоспособен.

Максимальная производительность от солнечного коллектора можно получить, расположив его плоскость перпендикулярно солнечным лучам. Но в течение дня солнце движется по небосклону, и эффективность коллектора изменяется. Меняется положение Солнца и в течение года.

Задача расчёта как раз и состоит в том, чтобы определить оптимальные направление и угол наклона коллектора, чтобы получить от него максимальную эффективность в среднем за период использования.

В данной работе данные принимаются для выбранной локации: Западная Сибирь, г. Омск (Долгота: 73.37; Широта: 54.99)

Климатические данные получены через API* сервиса «Яндекс.Погода». Источником данных является компания «Яндекс Н.В.» по предварительному согласованию об использовании данных в научных целях и с использованием соответствующего предоставленного ключа доступа. Полученные данные

представляют из себя таблицу расширения из 365 строк с ежедневными климатическими данными для годового периода города Омска, усредненных каждодневно для предыдущих 7 лет. Результаты необходимы для расчета продолжительности солнечных суток и сопоставления времен восхода и заката с точным положением и траекторией движения Солнца. Проекция траектории движения и диаграмма положения Солнца для заданной локации (г. Омск) приведена на рис. 1, 2.

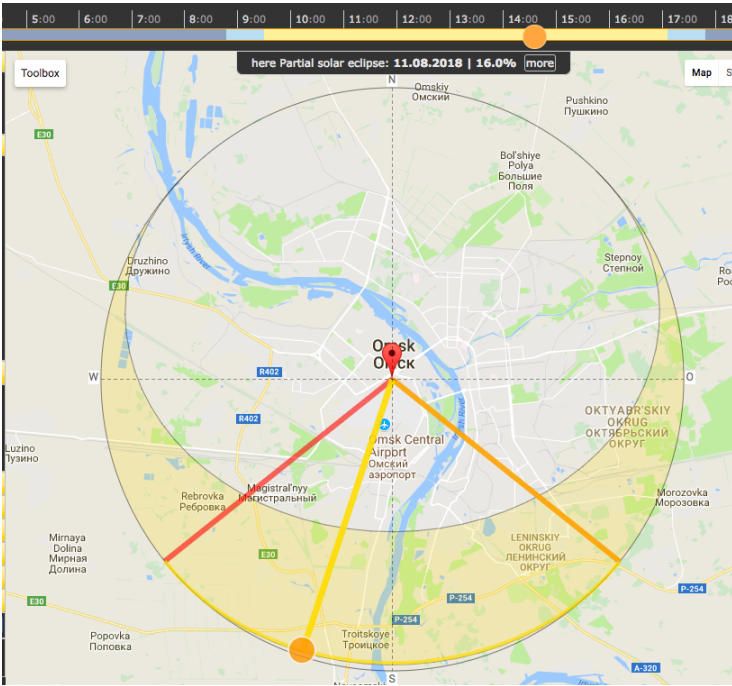


Рис. 1. Проекция траектории движения Солнца от времени

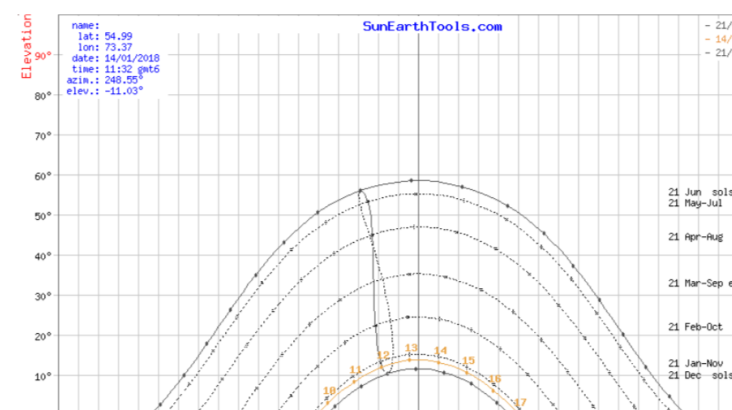


Рис. 2. Диаграмма положения Солнца в течение года для заданной локации

Анализируя данные сервиса «Яндекс.Погода» для заданной локации можно построить годовой график распределения дневной температуры (рис. 3) и облачности (рис. 4). На диаграммах видно, что распределение минимальных температур имеет вполне логичный вид и в целом является примером нормального распределения без явных экстремумов и статистические данные пригодны для применения в расчетах далее.

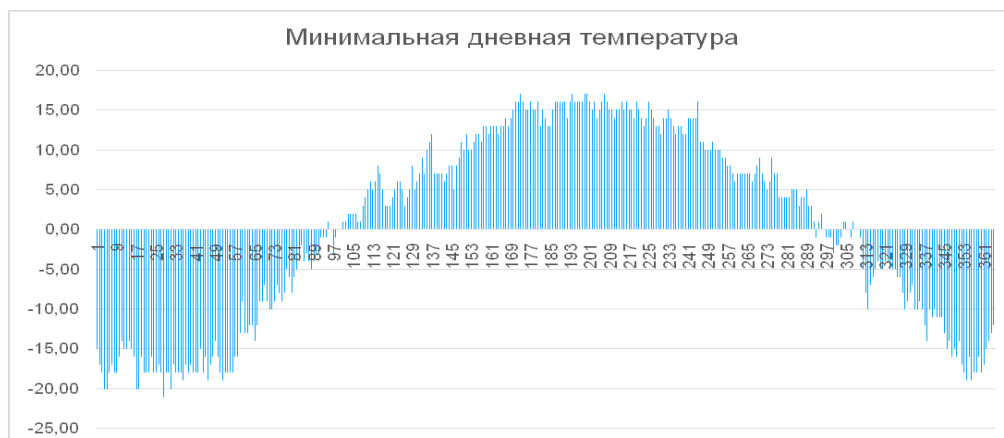


Рис. 3. Годовой график минимальных дневных температур г. Омска

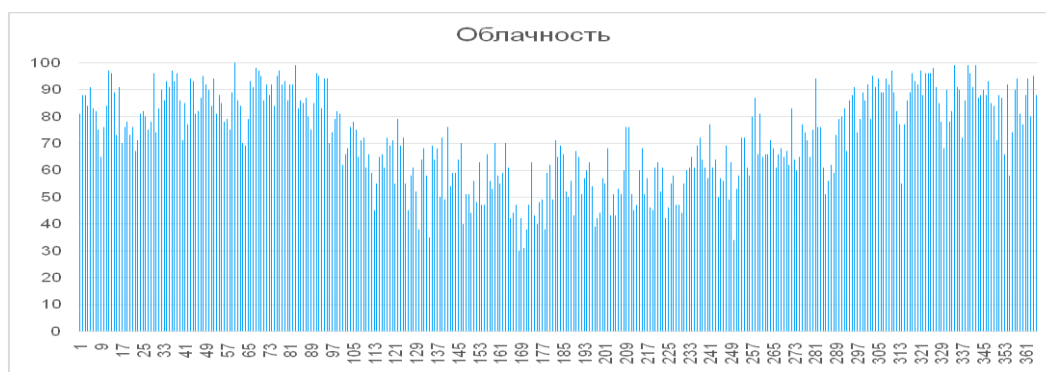


Рис. 4. Годовой график облачности г. Омска

Диаграмма облачности показывает, что в отопительный период облачность выше, чем в летнее время, что, в свою очередь, будет понижать эффективность коллектора в значительной степени.

График продолжительности светового дня (рис. 5) показывает, что в зимний (отопительный) период солнечный период меньше нежели в летний, в то время как потребность использования тепловой энергии как раз и необходима в этот период, что явно указывает на то, что при компенсации

потребностей будет возникать избыточная теплота в летний период, которую можно использовать для покрытия нужд горячего водоснабжения.

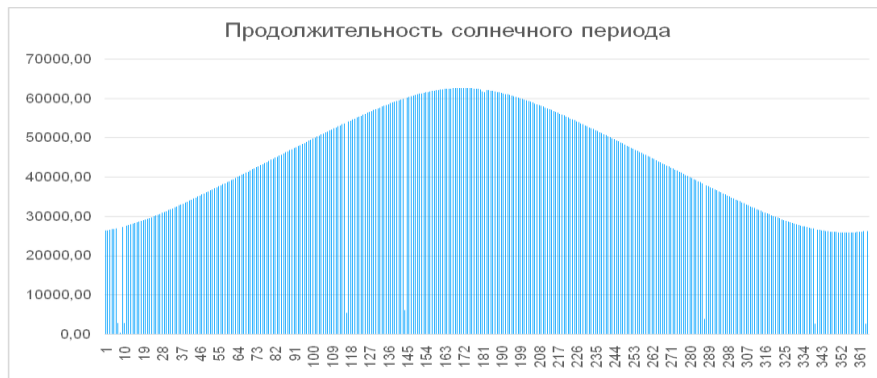


Рис. 5. Годовой график продолжительности светового дня г. Омска

Для текущего первичного расчета применяются удельные потери через некоторую условную ограждающую конструкцию в виде стены и задаются следующими параметрами, которые сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Параметры для расчета потерь через ограждающую конструкцию

Параметр	Обозначение	Значение
Постоянная температура внутреннего воздуха, °C	t	20
Коэффициент теплопроводности несущего материала (кирпич), Вт/м ² К	λ_1	0.6
Коэффициент теплопроводности теплоизолирующего материала (минеральная вата), Вт/м ² К	λ_2	0.044
Толщина несущей составляющей стенки (кирпич), м	d ₁	0.5
Толщина теплоизолирующей составляющей стенки (минеральная вата), м	d ₂	0.2
Площадь стены, м ²	S	20

Используя заданные параметры определяется коэффициент теплопередачи стены (условной ограждающей конструкции) по формуле:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\lambda_2}} \quad (1)$$

где α – коэффициент теплоотдачи поверхности стенки воздуху.

Удельные потери на единицу площади для каждого дня исходя из полученного коэффициента теплопередачи, заданной температуры внутреннего воздуха и статистической минимальной температуры окружающей среды из климатических данных определяются по формуле:

$$q = k \cdot (t - T_{\min}) \quad (2)$$

где $T_{\min}$ – минимальная статистическая температура, °C.

Результатом является значения удельных потерь для каждого дня в диапазоне отопительного периода для заданной локации.

По удельным потерям определяются значения потерь (Вт) для принятой площади стены за один час по формуле:

$$Q = q \cdot S \quad (3)$$

Расчет выполняется при помощи написанной программы «getLosses.go» для вычисления фактических потерь от каждодневной минимальной статистической температуры $T_{\min}$.

В результате имеем значения потерь для г. Омска для отопительного периода (221 день) через условную ограждающую конструкцию для выбранной локации основанные на статистических климатических данных, которые далее сопоставляются с поступающим количеством тепловой энергии от системы солнечного коллектора заданных параметров также в зависимости от локальных статистических данных для определения размерности оптимальных параметров.

Расчет тепловой энергии посредством статической системы солнечного коллектора выполняется для каждого часа каждого дня по имеющимся статистическим данным и производится суммирование по дням за солнечный период уникальный для каждого дня. Выполняется написанной программой «solarIncome.go» многократно с целью нахождения наиболее эффективного положения с максимальным суммарным годовым получением тепловой энергии по углам восхождения и азимута Солнца (γ' и β'), зависящие от времени и принимаемые по статистическим данным в диапазонах (0:60) и

(50:306) градусов соответственно, исходя из экстремумов азимута и угла восхождения заданной локации.

В результате расчета определяются каждодневные данные получаемой тепловой энергии и оптимальные параметры азимута и угла наклона поверхности коллектора для г. Омска равные $\gamma' = 115$ и $\beta' = 57$ с суммарным годовым удельным количеством теплоты 229 кВт/м^2 .

Расчет тепловой энергии посредством динамической системы выполняется аналогичным образом, но без угла поправки на абсолютное положение солнечного коллектора в пространстве и тем самым позволяет достичь получения большего количества теплоты в сравнении со статической системой. Временной картой положения поверхности коллектора будет являться диаграмма перемещения солнца в течение года с ее значениями как постоянным перпендикуляром к поверхности коллектора.

Результат годового удельного количества теплоты составляет 263 кВт/м^2 , что на 15 % эффективнее в сравнении с наиболее оптимально расположенной статической системой.

На рис. 6 можно видеть, что значительная доля полученной тепловой энергии приходится на летний период.

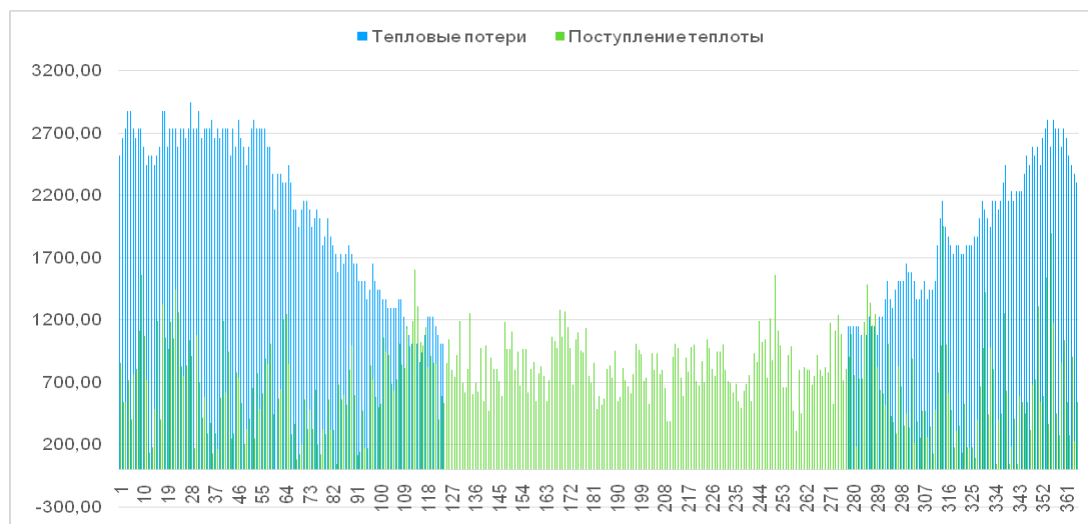


Рис. 6. Сравнительный график тепловых потерь через ограждающую конструкцию и полученной тепловой энергии от Солнца

Доля компенсации тепловых потерь представлена на рис. 7. В среднем составляет около 30% потребности, при этом на всем промежутке в течении

года сильно варьируется, но и в некоторых точках (днях) превышает даже необходимые, то есть 100% потерь.

Комплексное сравнение динамической и статической систем можно увидеть на рис. 8. Динамическая система на столь длительном промежутке, то есть в течении всего года показывает преимущество в 15%, что, на первый взгляд, говорит о том, что применение динамической системы бессмысленно ввиду больших капитальных затрат и дополнительного энергопотребления на привод слежения за Солнцем, что снизит преимущество данной системы над статической или даже уравнивает.



Рис. 7. доля компенсации тепловых потерь

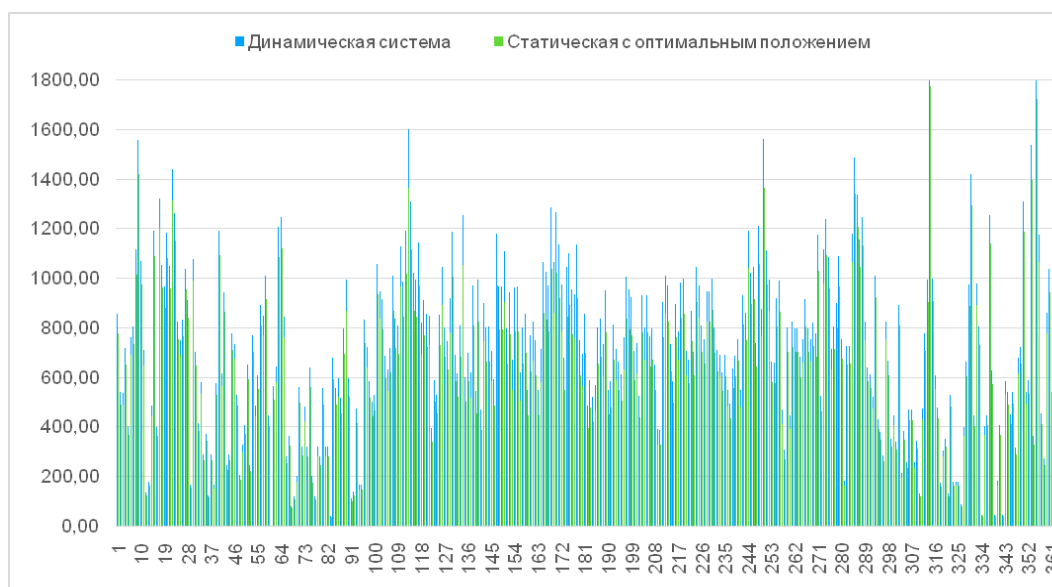


Рис. 8. Сравнительный график динамической и статической систем солнечного коллектора для заданной локации

Систему солнечного коллектора необходимо применять не только для нужд отопления, а также для нужд горячего водоснабжения, поскольку даже при оптимальных параметрах наблюдается сильная вариативность между недостаточным и избыточным поступлением тепловой энергии.

В работе произведен сбор точных данных с минимальными отклонениями от фактических значений, поскольку от этого зависит точность всей методики и погрешности для выбора параметров системы солнечного коллектор. На основе статистических данных проанализирован наиболее доступный период времени для понимания экстремумов и для более качественного прогнозирования потенциальных отклонений климатических данных в будущем и приведена методика подбора солнечного коллектора.

Список литературы

1. Günther M. Solar Radiation / M. Günther – Institute for Electrical Engineering, University of Kassel, 2008.
2. The Absorption of Solar Radiation / P. I. Cooper– Solar Energy, 1969.
3. Origill J. F., Hollands K. G. Correlation Equation for Hourly Diffuse Radiation on a Horizontal Surface / J. F. Origill, K. G. Hollands – Solar Energy, 1977.
4. Федоров, В. Н. Солнечная радиация и климат Земли / В. Н. Федоров / Физматлит, 2017 г.

УДК 621.331:621.311

В. Т. Черемисин, М. М. Никифоров

КОНЦЕПЦИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ РАЙОНОВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В АКТИВНО-АДАПТИВНЫЕ СЕТИ

В статье рассмотрена проблема старения сетей районов электроснабжения. Предложена концепция их модернизации путем внедрения технологий активно-адаптивных сетей. Описаны ожидаемые изменения в работе электрических сетей. Перечислены критерии эффективности проекта модернизации сетей районов электроснабжения.

Повышенный уровень потерь электроэнергии в сетях районов электроснабжения обусловлен в основном состоянием системы учета электроэнергии, а также техническим состоянием воздушных и кабельных сетей 0,4 – 10 кВ и трансформаторного и коммутационного оборудования подстанций 6(10)/0,4 кВ.

Основным способом локализации участков сетей районов электроснабжения с повышенным уровнем потерь электроэнергии является внедрение многоуровневого балансового контроля, предусматривающего установку приборов учета электроэнергии во всех точках поступления электроэнергии в сети района электроснабжения, на вводах трансформаторных подстанций и у всех потребителей [1, 2]. Существующие технологии передачи данных и средства обработки информации позволяют полностью автоматизировать этот процесс [3 – 5].

Однако состояние сетей районов электроснабжения, модернизация которых не финансировалась в течение десятилетий, чаще всего не позволяет внедрить и стабильно эксплуатировать автоматизированную систему учета электроэнергии на всех уровнях в полном объеме. Кроме того, отсутствие в сетях районов электроснабжения в достаточном количестве управляемого коммутационного оборудования и систем телесигнализации и телеуправления, не позволяет управлять процессом передачи электроэнергии, оперативно локализовать аварийные участки и восстанавливать электроснабжение потребителей.

На основании вышеизложенного можно сделать заключение о необходимости комплексной реконструкции сетей районов электроснабжения на принципах интеллектуальных электроэнергетических систем с активно-адаптивной сетью.

Интеллектуальная электроэнергетическая система с активно-адаптивной сетью (ИЭС ААС) представляет собой электроэнергетическую систему нового поколения, основанную на мультиагентном принципе организации и управления ее функционированием и развитием с целью обеспечения эффективного использования всех ресурсов (природных, социально-производственных и человеческих) для надежного, качественного и эффективного энергоснабжения потребителей за счет гибкого взаимодействия всех ее субъектов (всех видов генерации, электрических сетей и потребителей)

на основе современных технологических средств и единой интеллектуальной иерархической системы управления [6].

В соответствии с [7] переход от традиционных электрических сетей районов электроснабжения к системе электроснабжения с элементами активно-адаптивных сетей приведет к существенным изменениям:

электрическая сеть будет рассматриваться как основной объект формирования технологического базиса для создания новых функциональных свойств энергосистемы;

переход на управление электрической сетью по принципу предупреждения аварийных повреждений элементов сети;

отказ от жесткого диспетчерского регулирования в пользу координации работы всех составляющих сети;

превращение информационных связей в основополагающий принцип для перехода к энергоинформационной системе – главному средству оптимизации управления;

переход на технологии ремонта и обслуживания по состоянию путем развития систем диагностики состояния оборудования;

потребителю будет отводиться роль активного участника процесса в части самостоятельного формулирования условий объема получаемой энергии и качества энергетических услуг.

Стратегическая цель модернизации сетей районов электроснабжения заключается в повышении надежности и эффективности функционирования электросетевого комплекса в краткосрочной и среднесрочной перспективе, в том числе в сфере взаимодействия с потребителями, а также расширение рынка присутствия за счет развития электроэнергетики на новых территориях при надлежащей промышленной и экологической безопасности на основе инновационных принципов развития с применением современных технических средств и технологий активно-адаптивных сетей.

Указанная цель достигается при решении следующего комплекса задач:

1. Обеспечение 100% наблюдаемости и управляемости энергообъектов.
2. Снижение аварийности и сокращение сроков аварийно-восстановительных работ на уровне выше среднемировых показателей.
3. Автоматизация процесса сбора и анализа данных о надежности и качестве электроэнергии.

4. Автоматизация процесса оперативно-диспетчерского управления.

5. Обеспечение безопасности электросетевых объектов и инфраструктуры в целом, в том числе за счет повышения уровня информационной безопасности.

6. Переход к управлению активами по их фактическому состоянию, в том числе в части технического обслуживания и ремонта за счет перехода к ремонтам электросетевых объектов «по состоянию».

7. Повышение квалификации персонала, перераспределение функций, реорганизация внутренних связей.

Для решения указанных задач должны быть внедрены следующие технические решения:

- автоматическая идентификация и локализация повреждений для снижения количества обесточенных потребителей за счёт секционирования линии;

- автоматическое восстановление сети (автоматическое повторное включение на реклоузере);

- удаленная оценка положения коммутационных аппаратов и управления ими, сигнализация при несанкционированном проникновении в трансформаторные подстанции;

- получение необходимой информации в режиме реального времени;

- автоматическое формирование баланса по сети для выявления фидеров с высокими потерями электроэнергии и организации оперативного взаимодействия со сбытовыми компаниями.

Оценка результатов модернизации сетей районов электроснабжения осуществляется по следующим критериям:

- увеличение производительности обслуживания оборудования;

- снижение удельных операционных расходов на 1 у.е. оборудования (OPEX);

- снижение средней суммарной длительности устойчивых отключений на одного потребителя в год (SAIDI);

- снижение средней частоты устойчивых отключений на одного потребителя в год (SAIFI);

- снижение доли потерь электроэнергии к объему отпуска электроэнергии из сети.

Надежность участков сетей районов электроснабжения характеризуется следующими показателями:

- количество отключений участков линии 0,4 – 10 кВ, шт.;
- количество повреждений участков линии 0,4 – 10 кВ, шт.;
- среднее время восстановления (средняя продолжительность послеаварийного ремонта), ч;
- среднее время простоя при преднамеренных отключениях, ч;
- недоотпуск электрической энергии потребителям, МВт·ч.

В качестве финансовых критериев оценки эффективности модернизации сетей районов электроснабжения могут быть приняты:

затраты, которые несет компания на приобретение новых или модернизацию старых основных средств (CAPEX);

удельные операционные (эксплуатационные) расходы на одну условную единицу оборудования в год (OPEX);

финансовые затраты, в том числе вследствие повреждаемости оборудования, потерь электроэнергии в сети, недоотпуска электроэнергии потребителям, ликвидации аварийных ситуаций;

риски штрафных санкций вследствие несоответствия показателей надежности заданным нормативам.

В ходе модернизации обеспечивается оптимизация топологии сетей районов электроснабжения и внедрение алгоритмов распределенной автоматизации воздушных и кабельных сетей, основанных на принципах автоматического секционирования сети с целью повышения пропускной способности, ограничения перегрузок и снижения потерь электроэнергии.

Внедрение в сетях районов электроснабжения технологий активно-адаптивных сетей позволит повысить надежность и качество электроснабжения потребителей, снизить потери электроэнергии, сократить текущие эксплуатационные расходы, повысить производительность труда персонала, улучшить условия труда, повысить технологическую и электробезопасность.

Список литературы

1. Черемисин В. Т. Контроль достоверности учета и потерь электрической энергии в сетях железнодорожных узлов / В. Т. Черемисин, М. М. Никифоров // Экономия топливно-энергетических ресурсов на железных

дорогах – текущие и перспективные задачи: Доклады и тезисы, представленные на конференцию / ВНИИЖТ – М., 2000. – С. 53 – 57.

2. Никифоров, М. М. Система анализа потерь и рационального потребления электрической энергии на эксплуатационные нужды железной дороги / М.М. Никифоров // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Омский гос. ун-т путей сообщ. – Омск, 2002. – 233 с.

3. Зверев, А. Г. Автоматизация контроля достоверности учета приема и распределения электроэнергии в сетях районов электроснабжения / А. Г. Зверев, М. М. Никифоров // Разработка и исследование автоматизированных средств контроля и управления для предприятий железнодорожного транспорта: Межвуз. темат. сб. науч. тр. / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2005. – С. 23 – 26.

4. Никифоров М. М. Повышение технико-экономических показателей системы нетягового электроснабжения при внедрении АСКУЭ розничных рынков электроэнергии / М. М. Никифоров, И. Ю. Норкин // Транспорт Урала. – 2009. – № 2. – С. 97 – 99.

5. Каштанов, А. Л. Повышение эффективности контроля электропотребления на тягу поездов и нетяговые нужды по данным АСКУЭ: монография / Каштанов А. Л., Никифоров М. М., Норкин И. Ю. // Омск, 2010. – 118 с.

6. Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы России с активно-адаптивной сетью: монография / Р. Н. Бердников, В. В. Бушуев и др. Под ред. В. Е. Фортова, А. А. Макарова. – М.: Изд-во: Научно-технический центр федеральной сетевой компании единой энергетической системы, 2012. – 235 с.

7. Ситников В. Ф. Интеллектуальная электроэнергетическая система с активно-адаптивной сетью / В. Ф. Ситников, В. А. Скопинцев // Электричество, 2012. – № 3. – С. 2 – 7.

О. В. Хороших, А. П. Стариков

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛОВОГО НАСОСА

В статье рассмотрена эффективность работы теплового насоса грунтового исполнения в условиях климатических особенностей Омского региона. Приведены статистические данные изменения параметров на протяжении одного отопительного периода, влияющих на эффективность работы теплового насоса, построены графики. Определен фактически коэффициент трансформации теплового насоса на протяжении отопительного периода, построен график. Произведен сравнительный анализ отклонения фактического коэффициента трансформации от заявленного производителем. Описаны причины, влияющие на изменение коэффициента трансформации.

Тепловые насосы (ТН) как источники теплоснабжения небольших обособленных объектов с теплопотреблением до 100 кВт все больше проникают на энергорынок, успешно конкурируя в таких, казалось бы, сложных и нагруженных условиях работы, как климатические условия Сибири.

По мере внедрения тепловых насосов и накопления опыта в их эксплуатации, приходит понимание области применения и режимов работы, где тепловые насосы могут стать более выгодными с экономической точки зрения по сравнению с электродкотлами и даже с котлами на жидком и газообразном топливе.

Выбор исполнения теплового насоса, его мощности, степени резервирования и комбинирования с другими источниками существенно влияет на технико-экономические показатели работы насоса.

При этом, определяющим фактором является стабильная работа теплового насоса и высокий коэффициент трансформации тепловой энергии (COP) при нагрузках близких к максимальной. Еще одним важным параметром определяющим конкурентные способности теплового насоса является эффективность его работы в течении отопительного сезона. Длинный отопительный сезон в Сибири и существенно большая годовая отопительная нагрузка по сравнению с европейскими регионами [1] приводят к охлаждению

грунта в области геотермальных скважин и снижению COP от 4,3 в начале отопительного сезона до 3,6 к окончанию [2].

По конфигурации тепловой насос может быть выполнен в разных вариантах, но на сегодняшний день актуальными остаются следующие: по низкопотенциальному контуру – грунтовый (с геотермальными зондами в различном исполнении), воздушный (тепло снимается с окружающего воздуха), использующий низкопотенциальные выбросы/сбросы промышленных предприятий или технологических комплексов; по контуру отопления – фанкойлы и теплый пол или их комбинация. Комплектация самого теплового насоса, как правило, однотипная, это поршневой компрессор с частотно-регулируемым приводом, хладагент фреон-R22, 410a и 417a, пластинчатые теплообменники и многофункциональный контроллер, позволяющий в широких диапазонах управлять работой самого насоса и вспомогательным оборудованием.

Исследуемый объект представляем собой жилой дом, располагающийся в Омском районе Омской области. Система теплоснабжения которого выполнена на базе теплового насоса грунтового. Контур отопления выполнен в комбинированном сочетании фанкойлов и водяного теплого пола. Тепловой насос обеспечивает отопление объекта в холодный период, производство ГВС и кондиционирование помещений в теплый период года. Основные характеристики объекта, необходимые для исследования сведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные характеристики исследуемого объекта

Наименование характеристики	Значение
Номинальная производимая мощность ТН, кВт*ч	10,6
Номинальная потребляемая мощность ТН, кВт*ч	2,9
Расчетная тепловая нагрузка объекта (при - 37 ⁰ С), Вт	7995
Теплоноситель в низкопотенциальном контуре	пропиленгликоль
Теплоноситель в контуре отопления	пропиленгликоль
Максимальная температура в отопительном контуре, ⁰ С	36

Эффективность работы теплового во многом зависит от условий работы хладагента, изменения температуры в контуре отбора низкопотенциального тепла и в отопительном контуре. Изменение коэффициента преобразования

теплового насоса зависит от разности температур хладагента в испарителе и в конденсаторе. Чем меньше эта разность, тем выше коэффициент преобразования [3].

Авторы данной статьи поставили задачу с помощью измерительных приборов на действующем тепловом насосе грунтового исполнения определить фактическую эффективность насоса на различных режимах-работы в течение всего отопительного сезона. В качестве характеризующих параметров были выбраны следующие показатели (рис. 1):

- потребление электрической энергии по отдельному электросчетчику, установленному персонально на тепловой насос Wh ;
- отпуск тепловой энергии с теплового насоса по показаниям датчиков температуры на прямой t_3 и обратной t_4 линиях контура отопления и расходомера G , дополнительно установленного в контур отопления;
- температура в низкопотенциальном контуре на входе t_1 и выходе t_2 ТН.

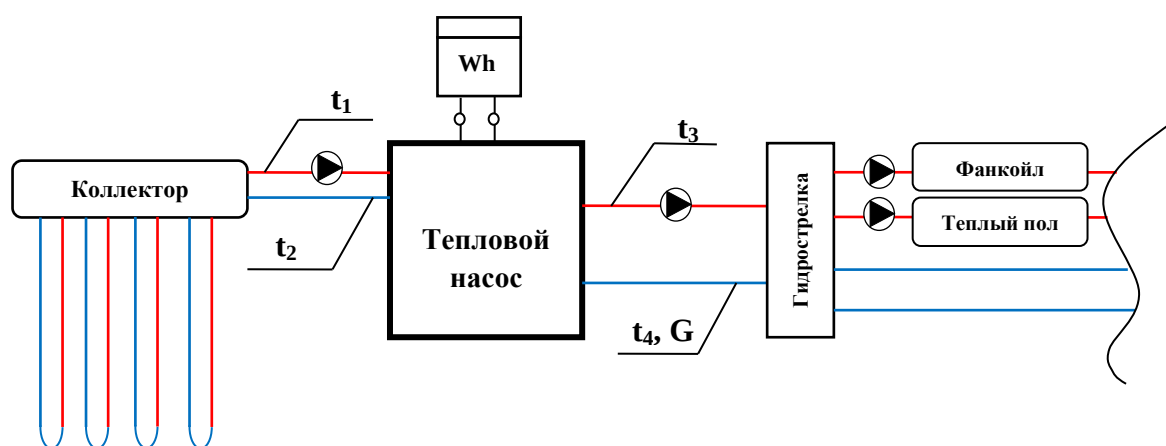


Рис. 1. Схема установки измерительных приборов

По полученным результатам измерений были построены графики изменения фиксируемых параметров на протяжении всего отопительного сезона. На рис. 2, 3. изображены кривые четырех фиксируемых параметров:

1. потребление электроэнергии непосредственно тепловым насосом;
2. температура наружного воздуха;
3. температура низкопотенциального источника, т.е. температура теплоносителя в геотермальном зонде;
4. температура теплоносителя в контуре отопления.

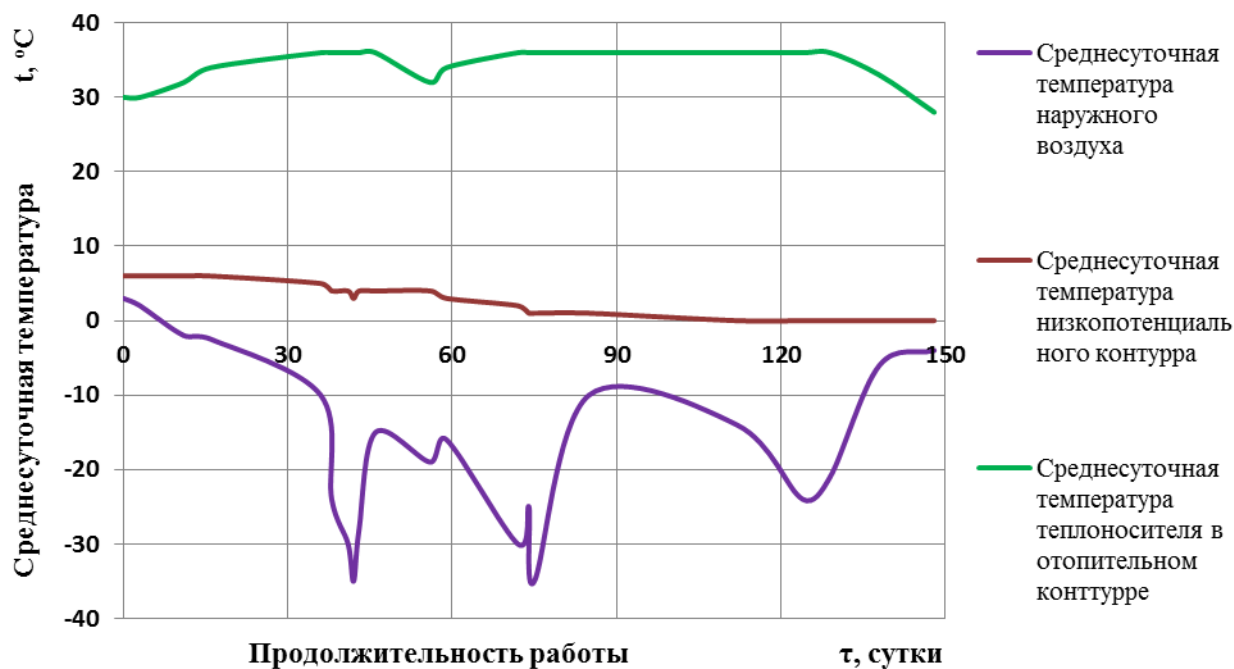


Рис. 2. Колебания среднесуточной температуры контролируемых параметров отопительной системы



Рис. 3. Потребление электроэнергии тепловым насосом в течение отопительного периода

Из представленных графиков определяется зависимость между температурой наружного воздуха и потребляемой электроэнергией тепловым насосом. На протяжении отопительного периода мы видим постепенное охлаждение грунта, самое интенсивное снижение приходится на декабрь и январь при наружных температурах в диапазоне от $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$, что характеризуется плавным понижением температуры в низкопотенциальном контуре. Снижение температуры в низкопотенциальном контуре не оказывает значительного влияния на количество потребляемой тепловым насосом электроэнергии. Интенсивность потребления электроэнергии обратнопропорционально наружной температуре воздуха.

Основным показателем эффективности работы теплового насоса является коэффициент трансформации тепловой энергии. Из технической документации нам известен COP данного теплового насоса, заявленный заводом-изготовителем составляет 3,66. На основе имеющихся экспериментальных данных температуры и расходу жидкости в низкопотенциальном и отопительном контурах определим отпускаемую тепловую мощность и рассчитаем COP теплового насоса. Основным уравнением, определяющим соотношения в производстве теплоты и потреблении электроэнергии в ТН, является известное выражение коэффициента трансформации тепловой энергии:

$$COP = \frac{Q_{выр}}{N_{номр}} \quad (1)$$

На рис. 4. графически представлены расчетные значения изменения фактического COP в течение отопительного периода. Выведено усредненное значение фактического COP и отмечено значение COP декларированное производителем.

По результатам проведенного эксперимента можно соотнести характеристики декларируемые производителем и реальные эксплуатационные показатели оборудования.

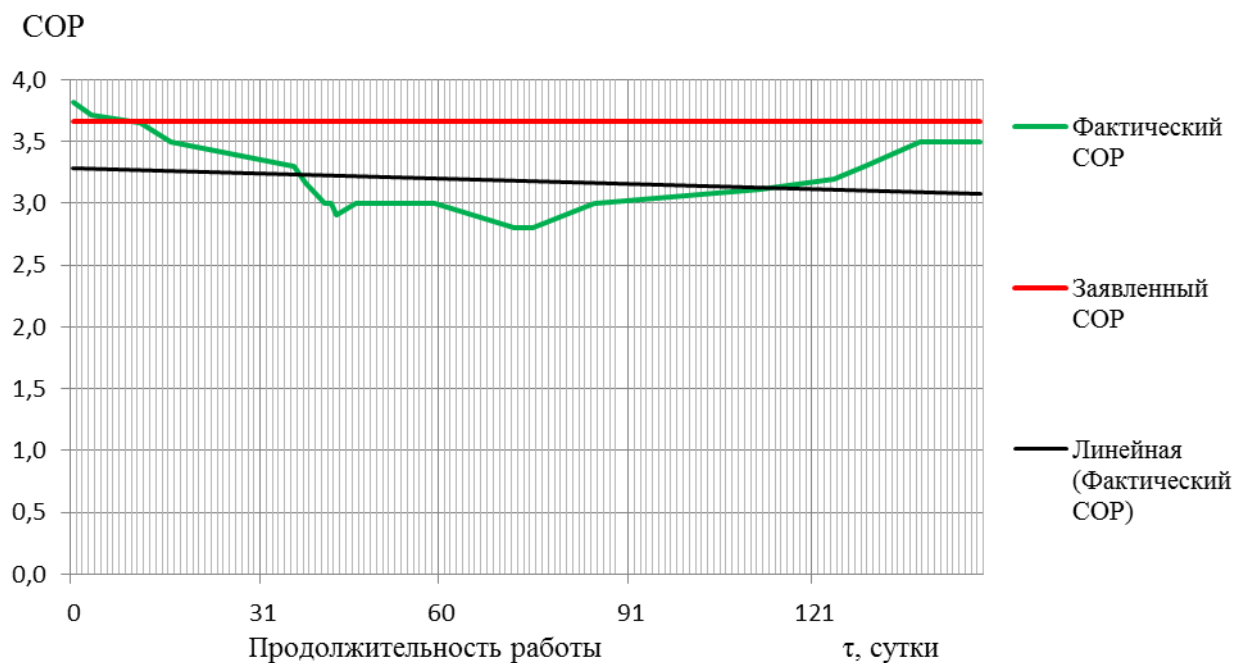


Рис. 4. Колебания COP в течение отопительного периода

Из графика видно, что фактический COP ниже заявленного. Среднее значение фактического COP составило 3,2, что на 0,46 меньше заявленного.

В Омском регионе, при условии продолжительности пониженных температур наружного воздуха до -35°C значение коэффициента трансформации теплового насоса оказалось ниже заявленного производителем. К возможным факторам, которые повлияли на снижение коэффициента трансформации можно отнести:

- химический состав хладагента;
- недостаточно просчитанный геотермальный контур, желательно выполнять с запасом;
- плохая теплоизоляция отапливаемого объекта;
- неправильно настроенные режимы работы теплового насоса;
- недостаточная циркуляция в низкопотенциальном контуре, что приводит к менее эффективному отбору низкопотенциального тепла;
- суровые климатические условия Омского региона, требующие проектировать теплообеспечивающие установки с большим запасом;
- неправильно настроенный температурный режим отопительного контура.

По результатам представленных исследований отметим снижение в эффективности работы теплового насоса, по сравнению с заявленными производителем, самое минимальное отмеченное значение COP составило 2,8. Данный факт увеличит срок окупаемости тепловых насосов, но даже при таких параметрах тепловой насос является более эффективным источником энергии по сравнению с электродкотлом.

Описанная в данной статье методика эксперимента легла в основу определения эффективности работы тепловых насосов на территории Омской области. В течение отопительного сезона 2017-2018 года планируется провести дальнейшее накопление данных с тепловых насосов различной конфигурации. Их анализ позволит более обоснованно подходить к подбору теплонаносного оборудования.

Список литературы

1. Жидович, И. С. Системный подход к оценке эффективности тепловых насосов // Новости теплоснабжения. – 2002. – № 4 (20). – С. 53 – 55.
2. Хороших, О.В. Особенности применения тепловых насосов в Западно-Сибирском регионе / О. В. Хороших, А. П. Стариков, А. Н. Громов // Повышение эффективности объектов теплоэнергетики и систем теплоснабжения: Межвузовский тематический сборник научных трудов / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск. – 2017. – С. 213 – 220.
3. Велькин, В. И. Методология расчета комплексных систем ВИЭ для использования на автономных объектах: монография / В. И. Велькин. – Екатеринбург: УрФУ, 2015. – 226 с.

УДК 620.9

А. С. Попова, В. М. Лебедев

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

В статье приведена проблема качественного тепло- и электроснабжения удаленных потребителей России, обозначена экономическая нецелесообразность поставок топлива в

эти регионы. Предложено использование нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Россия является страной, обладающей большими потенциальными запасами органического топлива.

В настоящее время основными источниками централизованного тепло- и электроснабжения являются теплоэлектростанции или отопительные котельные, работающие на традиционных видах топлива, обеспечивающие основную часть территории страны с высокой плотностью населения.

В Европейской части России для выработки тепловой и электрической энергии используют теплоту, выделяемую при сжигании природного газа, который практически не образует вредных выбросов и это является его главным преимуществом по сравнению с другими видами органического топлива. Использование газа удорожает стоимость получаемого тепла и электрической энергии, поэтому цена на них в 1,5 раза выше, чем в других регионах страны.

Существуют регионы, удаленные от централизованного энергоснабжения и по различным оценкам они составляют от 50% до 70%. К этим территориям преимущественно относят регионы Крайнего Севера, Дальнего Востока и Сибири. Они отличаются продолжительным отопительным периодом и низкими температурами в зимний период. Для энергоснабжения этих потребителей используют привозное топливо и дизельные генераторы, что значительно удорожает себестоимость вырабатываемой энергии, а строительство протяженной и дорогой инфраструктуры является нерациональным решением сложившейся проблемы с экономической точки зрения.

Создание индивидуальных источников энергоснабжения малой мощности на базе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии – перспективный вариант решения вопроса качественного и надежного энергообеспечения потребителей. Использование альтернативной энергетики сократит затраты на привозное топливо, уменьшив соответственно себестоимость единицы вырабатываемой электрической и тепловой энергии.

Альтернативную энергетику стоит рассматривать как дополнительный источник энергии, позволяющий решать важные энергетические и социально-экономические задачи.

Стратегическими целями использования возобновляемых источников энергии являются:

- обеспечение децентрализованных потребителей и регионов с дальним и сезонным завозом топлива;
- снижение расходов на привозное топливо;
- снижение зависимости энергетики от традиционных видов топлива;
- сокращение потребления невозобновляемых топливно-энергетических ресурсов;

снижение экологической нагрузки от топливно-энергетического комплекса.

Необходимость развития возобновляемой энергетики определяется ее ролью в решении следующих проблем:

обеспечение устойчивого тепло- и электроснабжения производства в зонах децентрализованного энергоснабжения, в том числе в районах Крайнего Севера и приравненных к ним территориях. Объем завоза топлива в эти районы составляет около 7 млн. т нефтепродуктов и свыше 23 млн. т угля;

обеспечение гарантированного минимума энергоснабжения производства в зонах централизованного энергоснабжения, испытывающих дефицит энергии, предотвращение ущербов от аварийных и ограничительных отключений;

повышение энергонезависимости отдельных регионов;

ограничение роста цен на энергию;

снижение вредных выбросов от энергетических установок в окружающую среду.

Солнечная энергия является одним из самых доступных видов энергии, при этом ее использование возможно даже в северных регионах. Таким примером является Батагайская солнечная электростанция – крупнейшая солнечная электростанция, находящаяся за полярным кругом, которая введена в работу 2015 году. Поселок Батагай Республики Саха (Якутия) находится вне зоны централизованного энергоснабжения и полностью зависит от привозного топлива. Солнечная станция интегрирована в существующую систему энергоснабжения поселка и совместно с действующей дизельной электростанцией представляет собой единый энергокомплекс. На площади 3,8 га установлено 3360 мультикристаллических солнечных модулей, мощностью по 300 Вт каждая. Установленная электрическая мощность первой

очереди Батагайской СЭС составляет 1 МВт. Вырабатываемая электроэнергия станции позволяет ежегодно экономить до 300 тонн дизельного топлива. При создании проекта были учтены климатические особенности Заполярья, поэтому оборудование может выдержать перепад температур от +40 °С летом до –45 °С зимой.



Рис. 1. Солнечная электростанция

В 2017 году в Бичурском районе Республики Бурятия введена в эксплуатацию первая в регионе солнечная электростанция – Бичурская СЭС мощностью 10 МВт. Солнечная электростанция функционирует совместно с дизельной электростанцией, обеспечивая тем самым надежность энергообеспечения. Бурятия характеризуется большой территорией, низкой плотностью населения и высокими удельными затратами на содержание сетей, поэтому использование возобновляемых источников энергии является целесообразным для этого региона, к тому же ежегодно на территорию выпадает более 300 солнечных дней.

Конструктивно солнечные панели состоят из стеклянного или пластикового покрытия, тепловоспринимающей поверхности, окрашенной со стороны обращенной к солнцу в черный цвет (темные поверхности поглощают больше солнечной энергии, чем светлые), изоляции и корпуса (металлического, пластикового, стеклянного). Солнечный свет проходит через остекление и попадает на поглощающую пластину, которая нагревается, превращая

солнечную радиацию в тепловую энергию. Это тепло передается теплоносителю – воздуху или жидкости, циркулирующей по трубкам. Коллектор накапливает солнечное излучение в любую погоду, независимо от внешней температуры, коэффициент поглощения энергии составляет 96%.

В настоящее время большинство участков железной дороги остаются не электрифицированными, которые являются крупными потребителями энергии. Для снижения стоимости энергии на предприятиях железнодорожного транспорта можно использовать солнечные панели на крышах депо или складских помещений. Такое размещение целесообразно, так как для использования солнечных панелей требуются большие площади, а территории и размеры объектов предприятий железнодорожного транспорта удовлетворяют этим требованиям.

Другой источник дополнительной энергии для потребителей железной дороги – это геотермальный тепловой насос, способный генерировать тепло из недр Земли. Для размещения коллекторов теплового насоса необходимы свободные площади рядом с обслуживаемым потребителем, которые в достаточных размерах присутствуют на территориях предприятий. Использование индивидуальных источников энергии малой мощности позволит снизить расходы на энергообеспечение и повысить энергонезависимость потребителей железной дороги. Примером успешного использования геотермального теплового насоса в Сибири является детский сад в городе Томске. Тепловой насос обеспечивает на 100% потребности дошкольного учреждения в тепле и горячей воде и позволяет получить от 75 до 84% тепловой энергии бесплатно. На каждый затраченный кВт электрической энергии тепловой насос производит от 4 до 6 кВт тепловой энергии. В детском саду установлено три тепловых насоса общей мощностью 126 кВт. По периметру здания пробурено 24 скважины глубиной до 100 метров. Подобное решение объясняется отсутствием необходимой площади для использования грунтового коллектора из труб. Внешний контур теплового насоса, где циркулирует теплоноситель (этиленгликоль), отбирает тепло у грунта, затем температура теплоносителя увеличивается в компрессорной установке и нагретый теплоноситель отдает свое тепло во внутренний контур системы отопления и ГВС.

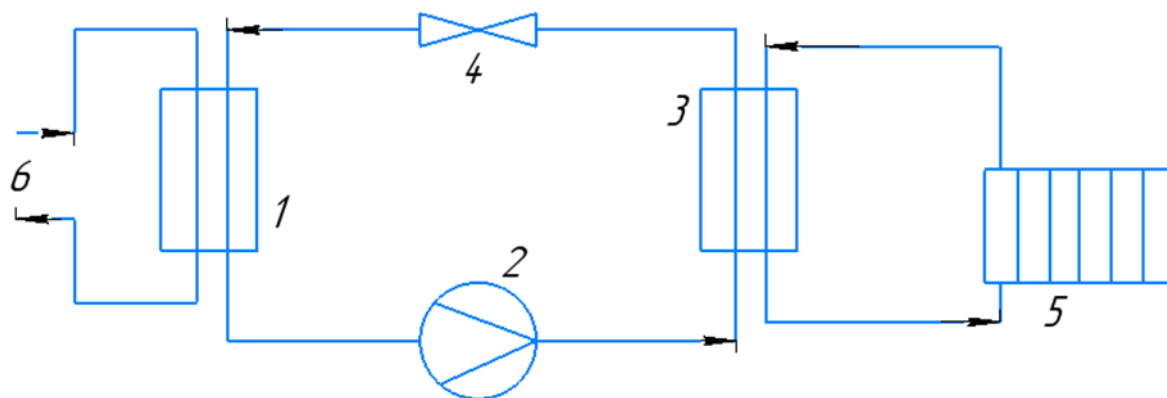


Рис. 2. Схема работы теплового насоса:

1- испаритель; 2 – компрессор; 3 – конденсатор; 4 – дроссельный вентиль; 5 – потребитель;
6 – источник низкопотенциального тепла

Децентрализованные регионы России имеют благоприятные условия для развития ветровой энергетики. Создание гибридных энергосистем в комплексе с ветровыми энергоустановками позволит сократить завоз топлива и обеспечит надежное энергообеспечение регионов. Самые крупные ветроэлектростанции России находятся в Крыму: Донузлавская ВЭС (суммарная мощность 18,7 МВт), Останинская ВЭС (26 МВт), Тарханкутская ВЭС (15,9 МВт) и Восточно-Крымская ВЭС. В общей сложности они располагают 522 ветроагрегатами мощностью 59 МВт. Ещё одна крупная ветроэлектростанция России (5,1 МВт) расположена в районе посёлка Куликово Зеленоградского района Калининградской области.

Примером использования ветроэнергетики на крайнем северо-востоке является действующая Анадырская ВЭС мощностью 2,5 МВт (10 ветроагрегатов по 250 кВт) параллельно с ней работает дизельная электростанция. Ветроагрегаты запускаются при силе ветра от 6 м/с.

Наиболее перспективны для размещения ветровых установок являются побережья морей и океанов, так как в этой зоне ветровой режим отличается высокой интенсивностью: среднегодовая скорость ветра превышает 6 м/с.

Использование нетрадиционной энергетики – это доступный способ получения тепловой и электрической энергии для потребителей, которые удалены от систем централизованного теплоснабжения.

Список литературы

1. Финиченко, А. Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебное пособие [Текст] / А. Ю. Финиченко, А. П. Стариков / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2017. – 83 с.
2. Сибикин, Ю. Д. Альтернативные источники энергии. Учебное издание [Текст] / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. – М.: ИП РадиоСофт, 2015. – 248 с.
3. Агеев, В. А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Курс лекций [Текст] / В. А. Агеев. – М.: Теплотехник, 2004.
4. Грешкина, Е. В. Методические рекомендации к практическим работам студентов по дисциплине «Альтернативные источники энергии» [Текст] / Е. В. Грешкина / Владимирский гос. ун-т. – Владимир, 2014. – 56 с.

УДК 621.316

Е. А. Третьяков, Г. Е. Головнев, В. А. Кандаев

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КООРДИНИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЕМ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

В статье представлены результаты исследований по оценке эффективности координированного управления напряжением в распределительных электрических сетях 10 кВ. Выполнено имитационное моделирование участка распределительной электрической сети 10 кВ при различных сочетаниях и уставках исполнительных устройств линейных регуляторов устройств компенсации реактивной и источников активной мощности, получены численные результаты расчета напряжений, уровня технических потерь электроэнергии при локальном и координированном управлении на основе агентного подхода.

Современные тенденции к объединению источников распределенной генерации, накопителей электроэнергии в общую электроэнергетическую систему приводит к сложным взаимодействиям централизованного и децентрализованного управления параметрами режима, к изменению алгоритмов работы релейной защиты, автоматики и противоаварийного

управления, что создает предпосылки разработки интеллектуальной электрической инфраструктуры, позволяющей интегрировать как крупных, так и мелких источников распределенной генерации, накопителей энергии. Похожие сложности возникают при переводе распределительных сетей среднего напряжения на замкнутые схемы питания для повышения надежности электроснабжения.

Очевидно, что основой решения обозначенных проблем является полная модернизация электроэнергетической системы с внедрением энергоэффективного оборудования и цифровых технологий на основе распределенной интеллектуальной системы автоматизации и мультиагентного управления.

В этом направлении большинство исследований [1-3] базируется на разработке технологий для глубоко модернизированных цифровых подстанций и сетей по составляющим:

- релейная защита и автоматика, противоаварийное автоматическое управление;
- системы мониторинга режима, регистрации аварийных событий и диагностирования оборудования;
- автоматическое управление режимами и состоянием оборудования (режимная автоматика);
- интеллектуальные системы учета электрической энергии;
- информационная система оперативно-технологического и ситуационного управления электрической сетью.

Наиболее актуальной задачей для исследований в по направлению «Автоматическое управление режимами и состоянием оборудования (режимная автоматика)» является разработка методов автоматического мультиагентного управления режимами распределительных электрических сетей электроэнергетической системы (оптимизация напряжения и реактивной мощности, потерь электроэнергии, перетоков мощности) с распределенными источниками генерации и аккумулирования электроэнергии.

В основе рассматриваемого авторами подхода лежит концепция агентного управления распределенными объектами системы электроснабжения в виде архитектуры с распределенными центрами принятия решений (управляющие контроллеры-агенты-координаторы) на основе измерений и

высокоскоростного анализа с помощью вычислительных средств. Необходимыми компонентами системы управления также являются датчики электрических (напряжения, токи, мощности, коэффициент мощности, показатели качества электроэнергии и т.п.) и неэлектрических величин (положение коммутационных аппаратов, отпаяк РПН, ПБВ, вольтодобавочных трансформаторов, ступеней компенсирующих устройств, источников генерации и т.п.), локальные контроллеры исполнительных устройств.

Методы автоматического мультиагентного управления режимами распределительных электрических сетей электроэнергетической системы (оптимизация напряжения и реактивной мощности, потерь электроэнергии, перетоков мощности) с распределенными источниками генерации и аккумулирования электроэнергии основаны на алгоритмах с элементами оптимизации (минимум потерь мощности в сетях, отклонений напряжений) [4].

Алгоритм регулирования напряжений предполагается осуществлять за счет скоординированного совместного применения средств местного (регуляторы, накопители, генерация) и централизованного регулирования напряжения (в центре питания средствами РПН). Регулирование напряжений должно осуществляться в границах участков электрической сети, имеющих достаточные для регулирования показатели чувствительности.

Рассмотрим координацию управляемых компенсирующих устройств, источников генерации активной мощности (накопителей) для целей стабилизации напряжений в электрических сетях.

Параметры состояния соответствуют уравнениям установившегося режима следующего вида:

$$\begin{aligned} U_i^{\&} &= U_i (\cos \theta_i + j \sin \theta_i); \\ P_i &= U_i \sum_{j=1}^n U_j (G_{ij} \cos \theta_{ij} + B_{ij} \sin \theta_{ij}); \\ Q_i &= U_i \sum_{j=1}^n U_j (G_{ij} \sin \theta_{ij} - B_{ij} \cos \theta_{ij}), \end{aligned} \quad (1)$$

где $P_i, Q_i, U_i, G_{ij}, B_{ij}, \theta_i, \theta_j$ – соответственно активная и реактивная мощность i -го узла и нагрузки, напряжение i -го узла, активная и реактивная проводимость линии между i -м и j -м узлами, фазовый угол.

Для каждого узла электрической сети справедливы уравнения небаланса активной и реактивной мощностей:

$$\Delta P_i = P_{is} - P_i = P_{is} - U_i \sum_{j=1}^n U_j (G_{ij} \cos \theta_{ij} + B_{ij} \sin \theta_{ij}) = 0;$$

$$\Delta Q_i = Q_{is} - Q_i = Q_{is} - U_i \sum_{j=1}^n U_j (G_{ij} \sin \theta_{ij} - B_{ij} \cos \theta_{ij}) = 0,$$
(2)

где P_{is}, Q_{is} – активная и реактивная мощности генерации (накопления).

В соответствии с методом Ньютона уравнения мощности (2) и (3) могут быть решены разложением в ряд Тейлора первого порядка [5]:

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = -J \begin{bmatrix} \Delta \theta \\ \Delta U / U \end{bmatrix}$$
(3)

или

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} \frac{\partial \Delta P_i}{\partial \Delta \theta_j} U_j \frac{\partial \Delta P_i}{\partial U_j} \\ \frac{\partial \Delta Q_i}{\partial \Delta \theta_j} U_j \frac{\partial \Delta Q_i}{\partial U_j} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \theta \\ U_D^{-1} \Delta U \end{bmatrix}.$$
(4)

В процессе итерационного расчета вычисляются скорректированные значения напряжений узлов электрической сети пока небалансы по уравнению (3) не достигнут установленных значений:

$$U_i^{k+1} = U_i^k + \Delta U_i^k;$$

$$\theta_i^{k+1} = \theta_i^k + \Delta \theta_i^k.$$
(5)

Для целей оперативного управления напряжением в реальном времени, принимая $\frac{\partial \Delta P_i}{\partial U_j} \approx 0$ и $\frac{\partial \Delta Q_i}{\partial \Delta \theta_j} \approx 0$, можно записать [5]:

$$\Delta P = - \frac{\partial \Delta P}{\partial \theta} \Delta \theta;$$

$$\Delta Q = -U \frac{\partial \Delta P}{\partial \theta} (\Delta U / U).$$
(6)

Таким образом, по уравнениям (7) определяются управляющие воздействия по активной и реактивной мощностям для стабилизации напряжений в допустимых пределах.

Рассмотрим распределительную электрическую сети 10 кВ Новосибирского железнодорожного узла (рис. 1).

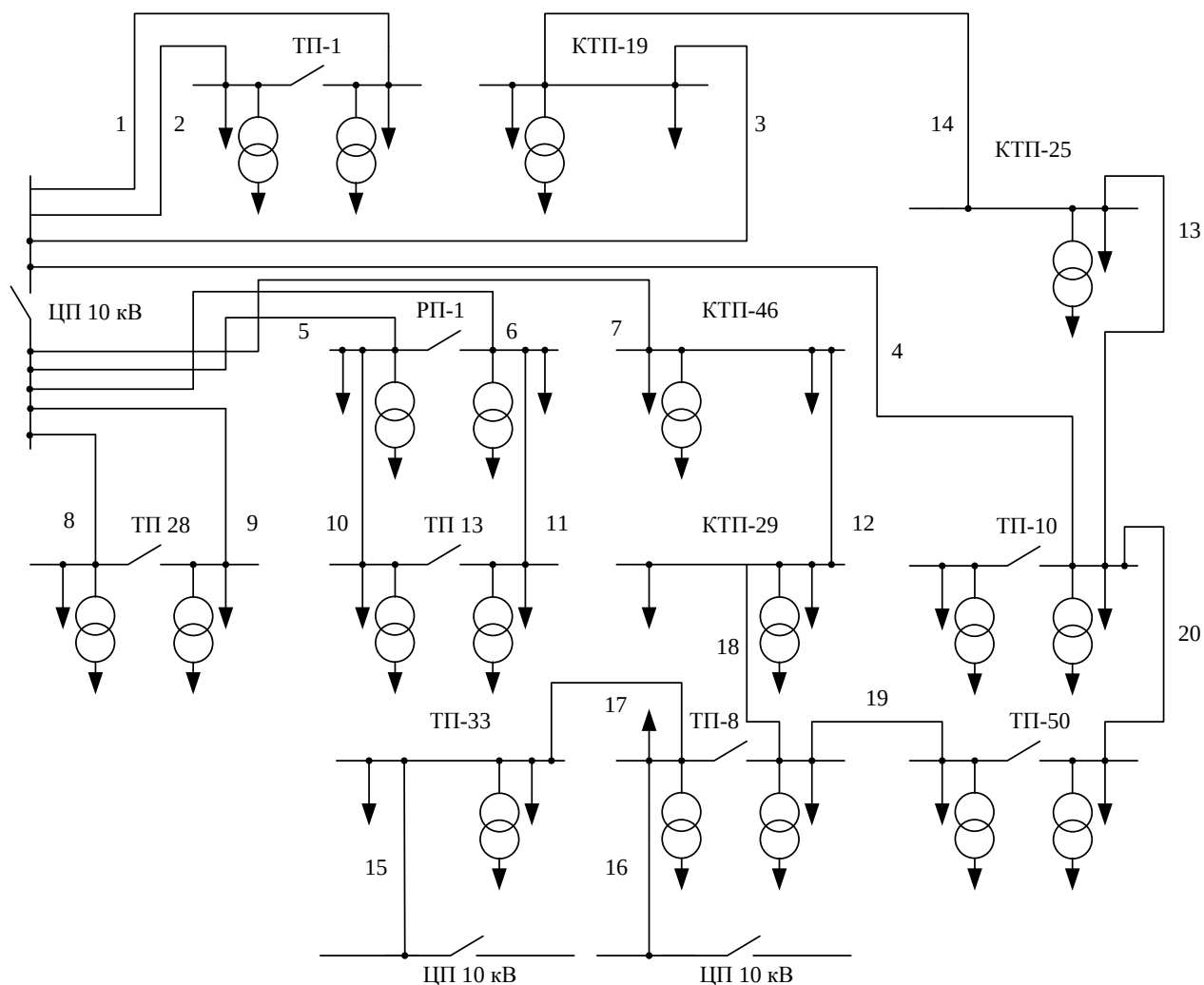


Рис. 1. Распределительная электрическая сети 10 кВ

Имитационное моделирование расчетной электрической сети в нормальном режиме с реальными данными выполнено в Matlab Simulink для случаев работы устройств компенсации реактивной мощности на ТП 10, КТП 29, ТП-50 и накопителя электроэнергии на РП 1 в локальном режиме управления и с уставками, рассчитанными на основе их координированной работы для стабилизации напряжений (рис. 2).

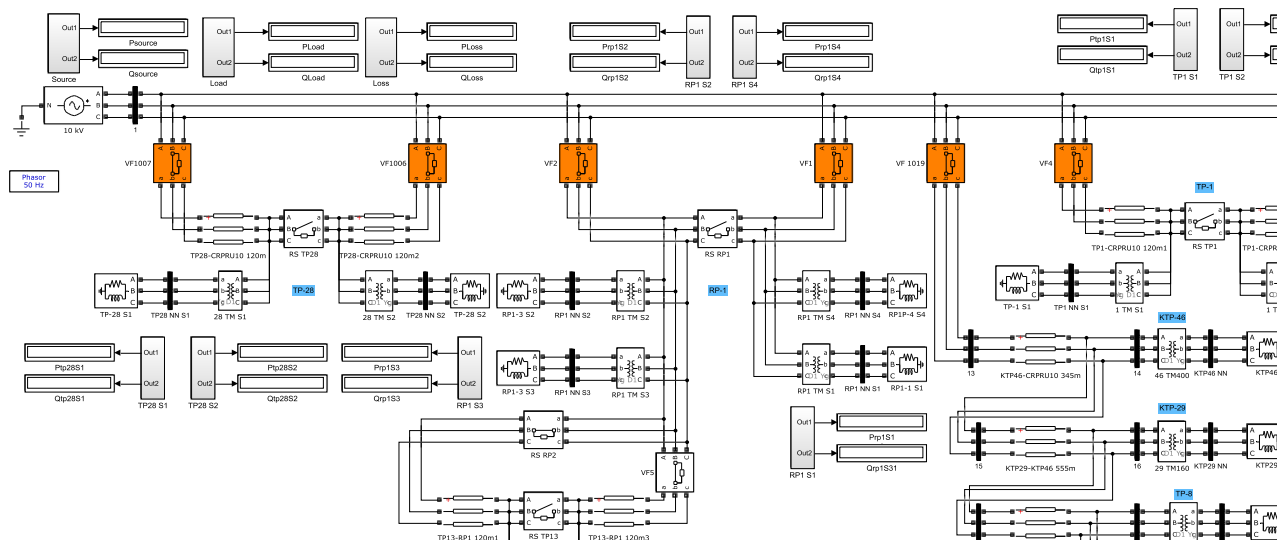


Рис. 2. Фрагмент имитационной модели

Результаты имитационного моделирования представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты моделирования

Узел, 1 сек 2 сек	Локальное управление			Координированное управление		
	Напряже ние, В	Инъекция реактивно й мощности, квар	Инъекция активной мощности , кВт	Напряжение , В	Инъекция реактивно й мощности, квар	Инъекция активной мощности , кВт
1	2	3	4	5	6	7
ТП-1	10365,18	—	—	10366,12	—	—
ТП-1	10366,29	—	—	10367,10	—	—
КТП-19	9913,14	—	—	10319,53	—	—
КТП-25	10213,12	—	—	10435,10	—	—
РП-1	10365,06	—	370	10366,14	—	-120
РП-1	10366,17	—	—	10367,21	—	—
КТП-46	10364,50	—	—	10365,23	—	—
ТП-28	10365,18	—	—	10366,10	—	—
ТП-28	10366,29	—	—	10366,89	—	—
ТП-13	10137,54	—	—	10145,23	—	—
КТП-29	9890,67	400	—	10240,15	390	390
ТП-10	9764,97	250	—	10317,70	490	490
ТП-10	9764,95	—	—	10317,72	—	—
ТП-33	9865,32	—	—	10412,50	—	—
ТП-33	9865,32	—	—	10412,50	—	—
ТП-8	9890,674	—	—	10240,15	—	—
ТП-8	9890,674	—	—	10240,15	—	—

1	2	3	4	5	6	7
ТП-50	9780,84	400	–	10236,38	295	295
ТП-50	9780,84	–	–	10236,38	–	–

Как следует из данных табл. 1, координированное мультиагентное управление в лучшей степени справляется с задачей стабилизации напряжения в узлах электрической сети. Современные компенсирующие устройства оборудованы локальными контроллерами, способными обеспечивать заданный уровень напряжения в точке подключения к электрической сети. Автономная работа источников реактивной мощности в автоматическом режиме стабилизирует напряжение в точке подключения, что не всегда соответствует целям управления напряжением в соседних узлах электрической сети. Использование скоординированного управления несколькими указанными устройствами позволяет поддерживать необходимый уровень напряжения с учетом инъекций мощности в прилегающих районах электрической сети.

Результаты имитационного моделирования свидетельствуют о снижении падений напряжений в среднем на 25 %, потерь активной мощности на 3,2 % в линиях при использовании заданных уставок линейных регуляторов на основе агентного подхода.

Список литературы

1. Стратегия развития электросетевого комплекса Российской Федерации (на период до 2030 года) // Собрание законодательства Российской Федерации. 2013. № 14. С. 1738 – 1787.
2. Morales D. Optimal location of voltage regulators in radial distribution networks using genetic algorithms / D. Morales, R. Lopez // IEEE Trans. On Power Systems. 2007. Vol.11. P. 15, 16.
3. David R. Voltage regulation in distribution systems – Tap changer and Wind Power / R. David // Division of Industrial Electrical Engineering and Automation Lund University. 2010. № 1 – 59. P. 63 – 69.
4. Веников, В. А. Электрические сети: учеб. пособие для вузов [Текст] / В. А. Веников, А. А., Глазунов, Л. А. Жуков – М.: Высшая школа, 1998. – 511 с.

5. Jizhong Zhu. Optimization of Power System Operation. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2009. – 617 P.

УДК 621.311

А. А. Комяков, В. И. Иванченко

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НЕТЯГОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ, ОСНОВАННЫХ НА МЕТОДЕ ОПОРНЫХ ВЕКТОРОВ

В работе рассматриваются математические модели расхода электрической энергии от влияющих факторов с использованием метода опорных векторов на примере двух предприятий. Произведено сравнение полученных моделей с моделями, основанными на других методах для тех же предприятий по ряду показателей, характеризующих точность моделей.

Одним из математических методов, применяющихся для целей прогнозирования объема электропотребления, является метод опорных векторов [1].

Метод опорных векторов (Support vector machines, SVM) решает задачи классификации и регрессии путем построения оптимальной гиперплоскости, разделяющей решения. Основная идея метода заключается в переводе исходных векторов в пространство более высокой размерности и построении разделяющей гиперплоскости [2].

В случае SVM-регрессии необходимо оценить функциональную зависимость зависимой переменной y на множестве независимых переменных x . Функциональная зависимость находится путем обучения модели SVM на выборочной совокупности (обучающем множестве); этот процесс включает в себя как классификацию, так и последовательную оптимизацию функции ошибки. В зависимости от определения этой функции ошибок могут быть использованы два типа моделей SVM-регрессии [3].

Метод SVM заложен в программу Statistica и запускается командой Data mining – Machine learning – Support vector machine (SVM).

Рассмотрим две выборки исходных данных для моделирования расхода электрической энергии нетяговых железнодорожных потребителей:

1) данные по расходу электрической энергии на производственную деятельность W , среднесуточной температуре воздуха t , длине светового дня $T_{\text{св.дня}}$, а также по количеству снега для сервисного локомотивного депо Аркаим (СЛД Аркаим); объем исходной выборки – 41 набор значений;

2) данные по расходу электрической энергии на производственную деятельность W , среднесуточной температуре воздуха t , длине светового дня $T_{\text{св.дня}}$, а также по количеству снега для Дистанции сигнализации, централизации и блокировки Брянск-Льговский (ШЧ Брянск); объем исходной выборки – 48 наборов значений.

В диалоговом окне программы Statistica задаются значения искомой величины и влияющих факторов (входные векторы) и параметры метода SVM, такие как тип SVM-регрессии, доля обучающей выборки от исходной, тип функции ядра, использование операции cross-validation (перекрестная проверка).

Точность моделей прогнозирования принято оценивать с помощью следующих критериев: *MAPE* (mean absolute percentage error – средняя абсолютная ошибка в процентах), *RMSE* (root mean squared error – средняя квадратичная ошибка, она же среднеквадратическое отклонение), *CV* (coefficient of variation – коэффициент вариации) [4].

Результаты сравнения показателей точности моделей, основанных на методе SVM с различными параметрами этого метода представлены в табл. 1 и 2.

Характеристики наилучших моделей выделены курсивом. Как видно из приведенных данных, наилучшие результаты в основном демонстрируют SVM-регрессии типа 2 без применения операции cross-validation. Тип функции ядра при этом может быть различным для рассматриваемых выборок.

Выполнено сравнение полученных результатов с методом моделирования, основанном на множественной регрессии (табл. 3). В указанной таблице приведены наилучшие модели SVM из полученных в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Результаты моделирования объема электропотребления нетяговых железнодорожных потребителей
на основе метода опорных векторов с использованием программы STATISTICA

Выборка	Зависимая переменная	Независимые переменные (факторы)	Исходный (общий) объем выборки	Параметры			MAPE, %	RMSE, тыс. кВт·ч	CV
				Доля обучающей выборки	Тип SVM-регрессии	Тип функции ядра			
СЛД Аркаим	W, тыс. кВт·ч	$t, ^\circ\text{C}$ $T_{\text{св.дня}}, \text{с}$ $Sn, \text{отн. ед. (снег)}$	41	80 %	1	Linear	18,10	87,41	0,26
						Polynomial	17,85	89,47	0,26
						RBF	18,52	87,01	0,26
						Sigmoid	17,62	98,67	0,29
					2	Linear	18,42	87,05	0,26
						Polynomial	16,50	89,63	0,26
						RBF	17,54	85,03	0,25
						Sigmoid	17,86	93,39	0,28
ШЧ Брянск	W, тыс. кВт·ч	$t, ^\circ\text{C}$ $T_{\text{св.дня}}, \text{с}$ $Sn, \text{отн. ед. (снег)}$	48	80 %	1	Linear	6,17	30,20	0,07
						Polynomial	11,4	61,78	0,13
						RBF	5,6	29,54	0,06
						Sigmoid	6,63	33,16	0,07
					2	Linear	6,24	30,82	0,07
						Polynomial	11,62	63,09	0,14
						RBF	5,55	28,02	0,06
						Sigmoid	5,04	26,91	0,06

Таблица 2

Результаты моделирования объема электропотребления нетяговыми ж.д. потребителями
на основе метода опорных векторов с использованием программы STATISTICA
(с использованием функции cross-validation)

Выборка	Зависимая переменная	Независимые переменные (факторы)	Исходный (общий) объем выборки	Параметры			MAPE, %	RMSE, тыс. кВт·ч	CV
				Доля обучающей выборки	Тип SVM-регрессии	Тип функции ядра			
СЛД Аркаим (cross-validation)	W, тыс. кВт·ч	t, °C T _{св.дня} , c Sn, отн. ед. (снег)	41	80 %	1	Linear	25,98	99,30	0,29
						Polynomial	18,27	89,07	0,26
						RBF	25,99	96,21	0,28
						Sigmoid	27,55	102,18	0,30
					2	Linear	32,01	113,08	0,33
						Polynomial	18,53	89,54	0,26
						RBF	31,32	108,57	0,32
						Sigmoid	32,53	112,65	0,33
ШЧ Брянск (cross-validation)	W, тыс. кВт·ч	t, °C T _{св.дня} , c Sn, отн. ед. (снег)	48	80 %	1	Linear	6,42	32,00	0,07
						Polynomial	11,4	61,78	0,13
						RBF	5,38	25,95	0,06
						Sigmoid	5,18	25,86	0,06
					2	Linear	6,48	32,44	0,07
						Polynomial	11,62	63,09	0,13
						RBF	5,06	27,20	0,06
						Sigmoid	5,8	27,54	0,06

Таблица 3

Сравнение результатов моделирования процесса электропотребления
нетяговых потребителей различными методами

Выборка	Тип модели	MAPE, %	RMSE, тыс. кВт·ч	CV
СЛД Аркаим	Регрессия	17,56	60,43	0,18
	SVM	16,50	89,63	0,26
ШЧ Брянск	Регрессия	6,08	30,44	0,07
	SVM	5,04	26,91	0,06

Результаты сравнения показывают, что для рассматриваемых объектов модель SVM показывает лучшие результаты, чем применение регрессионных моделей.

Таким образом, метод опорных векторов может применяться для моделирования объема электропотребления нетяговых потребителей.

Список литературы

1. Методы прогнозирования электропотребления в распределительных сетях (обзор) / А. М. Абдурахманов, М. В. Володин и др. // Электротехника: сетевой электронный научный журнал. – 2016. – Т.3. – № 1. – С. 3 – 23.

2. Зубков, Е. В. Методы интеллектуального анализа данных и обнаружение вторжений / Е. В. Зубков, В. М. Белов // Вестник Сибирского гос. ун-та телекоммуникаций и информатики / Сибирский гос. ун-т телекоммуникаций и информатики. – Новосибирск, 2016. – № 1. – С. 118 – 133.

3. StatSoft, Inc. (2012). Электронный учебник по статистике. М.: StatSoft. Режим доступа: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm> .

4. Construction of electricity consumption mathematical models on railway transport used artificial neural network and fuzzy neural network / A. A. Komyakov, M. M. Nikiforov etc. // 2016 IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC). 2016. P. 1 – 4. doi: 10.1109/EEEIC.2016.7555450.

5. Комяков, А. А. О подходах к оценке фактической экономии энергетических ресурсов, достигаемой при реализации энергосервисных

договоров / А. А. Комяков, М. М. Никифоров, В. В. Эрбес // Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск. – 2014. – № 2(18). – С. 106 – 114.

УДК 629.423.1

К. И. Доманов

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОВЗОВ СЕРИИ 2ЭС6

Анализ причин вызывавших задержки поездов при эксплуатации магистральных электровозов постоянного тока серии 2ЭС6 на всей сети ОАО «РЖД», рассматриваются показатели безотказности и неисправности тяговых электрических двигателей электровозов при производстве работ по выполнению плановых и неплановых видов обслуживаний локомотивов.

Своевременная доставка пассажиров и грузов в пункт назначения железнодорожным транспортом зависит от многих факторов, важнейший из которых – это состояние подвижного состава, а именно состояние его механических и электрических узлов [1]. В эксплуатации на всей сети железных дорог России находятся 642 магистральных электровозов серии 2ЭС6. В пути следования случаются отказы различных видов являющихся причинами задержек поездов. В качестве примера приведу некоторые случаи отказов в 2017 г. повлёкшие остановки поездов на перегонах:

- неисправность ТЭД ЭДП-810 (38 сл.);
- неисправность ТЭД ЭК-810Ч (7 сл.);
- неисправность электромагнитного контактора типа СТ1130 (5 сл.);
- неисправность электрической схемы (3 сл.);
- неисправность токоприемника (7 сл.);
- термическое повреждение контактора БК-78Т (3 сл.);

Информация по количеству отказов 2-го вида представлена в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1

Отказы 2-го вида эксплуатируемого парка электровозов серии 2ЭС6

Парк	Всего		Рекламация	
	Абс.	Удел.	Абс.	Удел.
2016 год				
Не гарантийный парк	167	2,95	-	-
Гарантийный парк	45	1,39	22	0,68
Приписной парк	212	2,38	-	-
2017 год				
Не гарантийный парк	129	1,69	-	-
Гарантийный парк	46	0,60	16	0,49
Приписной парк	175	1,61	-	-

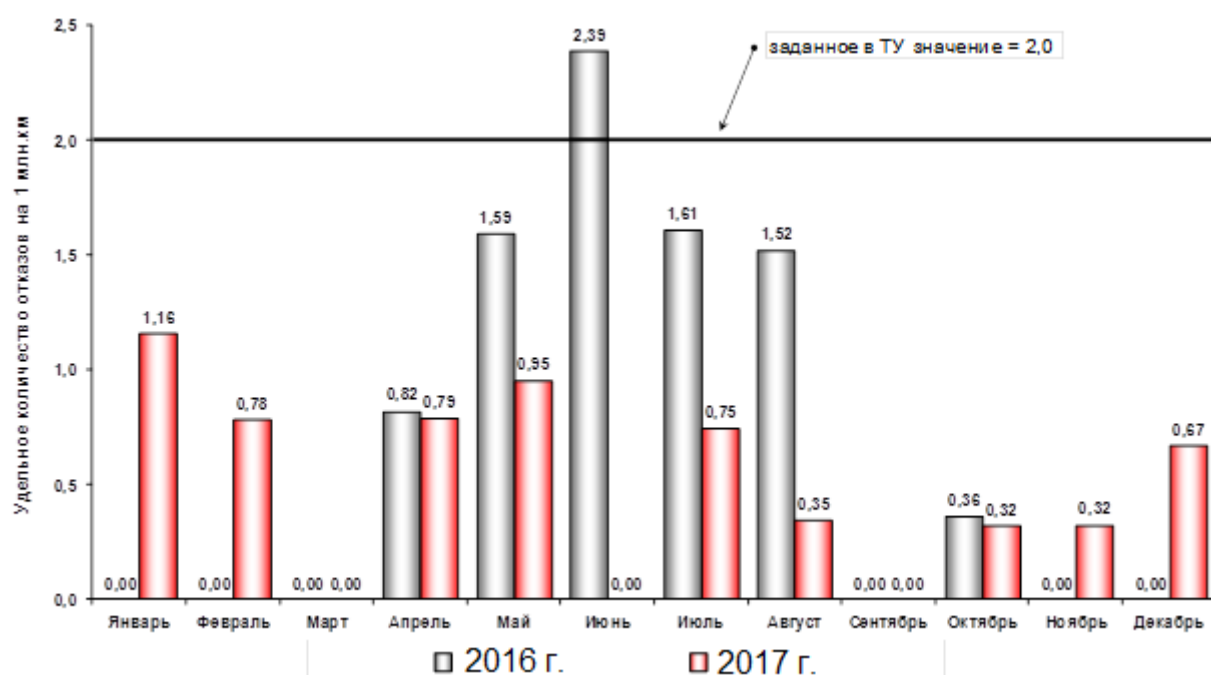


Рис. 1. Динамика изменения удельного количества отказов 2-го вида на 1 млн.км пробега электровозов 2ЭС6 по месяцам за 2016-2017 гг.

На всех четырех типах тяговых электродвигателей используемых на электровозах серии 2ЭС6 наблюдаются однотипные неисправности на протяжении всего периода эксплуатации. Отказы ТЭД в основном характеризуются снижением сопротивления и пробоем изоляции двигателя, а также возникновением кругового огня на коллекторе [2].

Несмотря на принимаемые меры по улучшению конструкции тяговых электродвигателей, причины способствующие выходу их из строя до

настоящего времени не устранены. Заводом-изготовителем, до настоящего времени, отказы ни одного из четырех типов ТЭД не признаны системными.

Одной из причин большого количества отказов ТЭД является переход группы двигателей в генераторный режим, что неоднократно было доказано испытаниями и расшифровкой файлов РПМ.

Кроме этого, имеет место большое количество неплановых ремонтов, связанных со снижением сопротивления изоляции ТЭД, что свидетельствует о низком качестве применяемого изоляционного материала и вынуждает сервисные организации производить сушку изоляции ТЭД калориферными установками как в зимнее так и в летнее время. Этот факт также приводит к длительным простоям и повторным отказам в случаях, когда сушка ТЭД проведена некачественно или вентиляционные отверстия ТЭД не подготовлены для эксплуатации в зимний период.

При эксплуатации локомотивов в зимний период, допускается попадание снега в остов ТЭД, с последующим образованием влаги, что в свою очередь приводит к снижению сопротивления изоляции и последующим пробоем изоляционного слоя. Попадание снега в остов ТЭД, происходит за счет завихрения воздушного потока охлаждающего воздуха. Так площадь входного сечения воздуха составляет 86225 мм^2 , а выходного 109800 мм^2 (рис. 2).



Рис. 2. Попадание влаги в остов тягового электрического двигателя

Данная проблема, наряду с низким качеством изоляционных свойств ТЭД приводит к тому, что среднее время сушки ТЭД электровоза ВЛ10 составляет 4 часа, а тяговых двигателей электровоза 2ЭС6 от 8 до 12 часов, что

увеличивает простой локомотива на плановых видах ремонта минимум на 25% от норматива.

Для всех типов двигателей выявлена проблема теплового старения прокладки между катушкой главных и дополнительных полюсов и корпусом, изготовленного из кремнеорганической резины, что приводит к ослаблению прижатия полюсных катушек к корпусу ТЭД. Особо остро данная проблема прослеживается на Западно-Сибирской железной дороге.

Еще одной причиной большого количества отказов ТЭД электровоза 2ЭС6, является высокое межламельное напряжение, которое приводит к большому количеству перебросов и круговых огней по коллектору. Согласно заключению «Уральского государственного университета путей сообщения», при напряжении в контактной сети 4 кВ оно составляет 47 В. Это свидетельствует о том, что конструкция коллекторного узла двигателя 810 серии, отвечая нормам проектирования в номинальном режиме, не обладает запасом потенциальной устойчивости в режимах повышенных уровней нагрузок, что подтверждается статистикой отказов.

Малое количество и отсутствие гарантийных отказов двигателей СТК-810 и ДПТ-810, связано с тем, что на гарантийном парке данных двигателей практически не осталось.

Для двигателей ЭК-810Ч производства ЗАО «ПК ЗТЭО» г. Набережные Челны в 2015 г. было выявлено большое количество отказов, связанных с попаданием в остов двигателя смазки, как со стороны лобовых частей, так и со стороны редуктора. Причиной этому послужило изменение конструкции лабиринтных уплотнений двигателя, отличное от других производителей. В настоящий момент изменена конструкция подшипникового щита.

Вместе с этим прослеживаются систематические случаи образования трещин бобышек ТЭД, при этом в большинстве случаев трещины фиксируются на двигателях типа ЭК-810Ч. В связи с этим создан переходной запас подшипниковых щитов с доработанной конструкции бобышек. Силами СТМ-сервис за счет завода-изготовителя производится заварка трещин в бобышках при заходе электровозов на плановые виды ремонта.

В ходе эксплуатации электровозов 2ЭС6 с тяговыми двигателями типа ЭК-810Ч были выявлены систематические неисправности щеткодержателя. Из-за динамических нагрузок на ось крепления прижимных пружин происходит

повреждение стопорного шплинта и вследствие конструктивного исполнения выпадение данной оси из щеткодержателя происходит в сторону петушков коллектора якоря, тем самым при касании оси петушков коллектора происходит замыкание пластин коллектора с пробоем или межвитковым замыканием секций обмотки якоря (рис. 3).



Рис. 3. Конструктивные решения щеточно-коллекторного узла

Оперативными мерами организационного и технического характера удалось обеспечить на Западно-Сибирской железной дороге содержание эксплуатируемого парка в соответствии с установленными нормативами за счёт снижения неэксплуатируемого парка двухсекционных электровозов на 22 единицы, трёхсекционных – на 1 единицу, четырёхсекционных – на 6 единиц.

Мониторинг отказов электровозов серии 2ЭС6 указывает на наличие серьезных конструктивных недоработок данных электровозов по основному оборудованию и узлам, устранением которых производитель в силу ряда причин занимается не в должной мере.

Несмотря на принимаемые меры по улучшению конструкции тяговых электродвигателей и схемных решений самого локомотива, причины способствующие выходу их из строя до настоящего времени не устранены.

Список литературы

1. Зайцева, Т. Н. Обслуживание и ремонт – по техническому состоянию / Т. Н. Зайцева / Локомотив. -М.: Издательство «Железнодорожное дело», 2011. – 84 с.

2. Андросов, Н. Н. Электровоз грузовой постоянного тока 2ЭС6 руководство по эксплуатации / Н. Н. Андросов / ОАО «Уральский завод железнодорожного машиностроения. – М.: Издательство «Железнодорожное дело», 2008. – 673 с.

УДК: 621.311

А. В. Никонов

ПОТЕРИ МОЩНОСТИ В ОСНОВНОМ ОБОРУДОВАНИИ И ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ НУЖД СТАТКОМ

В статье проведена оценка потерь мощности в основном оборудовании СТАТКОМ, установленного на посту секционирования станции Заринская. Выявлены факторы оказывающее наибольшее влияние на потери в его оборудовании и энергопотребление на собственные нужды. Построена зависимость потерь мощности в оборудовании СТАТКОМ в совокупности с нагрузкой собственных нужд от генерируемой им реактивной мощности. Предложены методы снижения потерь и энергопотребления на собственные нужды.

Повышение показателей энергетической эффективности, а также полное и надежное энергетическое обеспечение перевозочного процесса являются приоритетными задачами холдинга ОАО «РЖД». В связи с этим в последнее время ведется широкое внедрение инновационных технических средств и автоматизированных технологических систем [1].

Так в 2016 году на Западно-Сибирской железной дороге с целью обеспечения пропускной способности участка Алтайская – Артышта II на посту секционирования станции Заринская введен в работу статический компенсатор реактивной мощности на базе преобразователя напряжения (СТАТКОМ) производства «КЭР-Холдинг» г. Казань. Устройство является инновационным и по сети дорог введено впервые[2].

СТАТКОМ или static synchronous compensator (STATCOM) является устройством на основе современной силовой электроники. Это представитель второго поколения устройств FACTS (Flexible Alternative Current Transmission System) - управляемые (гибкие) системы передачи переменного тока. Он реализован на базе биполярных IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistors)

транзисторов (рис. 1). Емкостной или индуктивный ток устройства может изменяться независимо от напряжения сети. По сути СТАТКОМ представляет собой многоуровневый инвертор тока. Напряжение на его выходе складывается из напряжений отдельных модулей. Каждое отдельное выходное напряжение модуля формируется с помощью широтно-импульсной модуляции со сдвигом фазы коммутации. Подключение к тяговой сети производится через сглаживающий фильтр тока. [2 – 6].

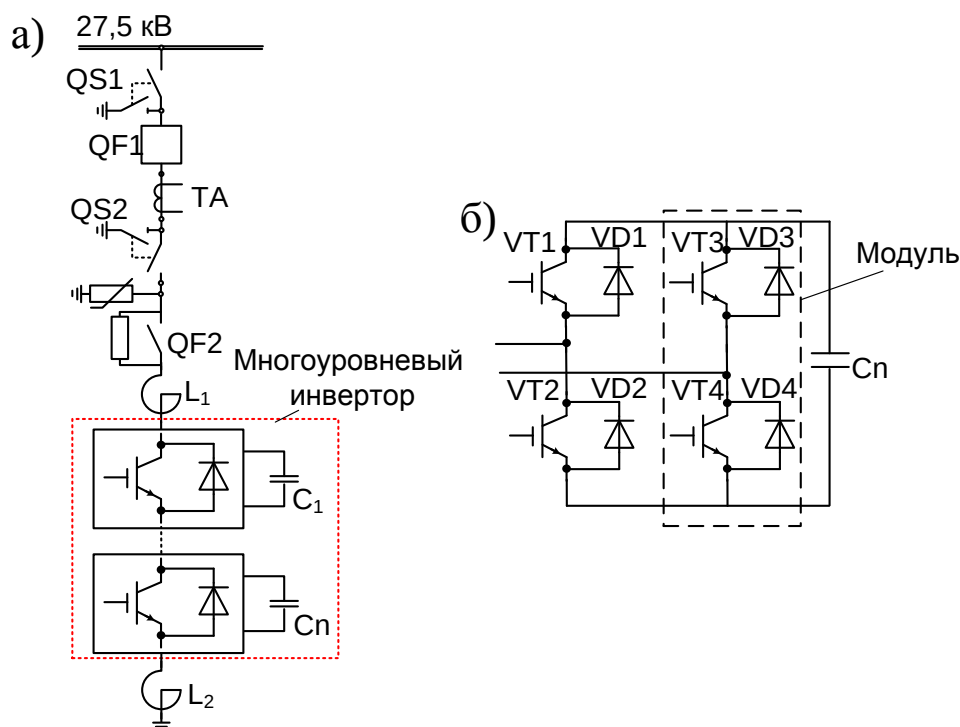


Рис. 1. а) Схема СТАТКОМ; б) принципиальная схема силовой ячейки

СТАТКОМ стабилизирует напряжение в контактной сети в точке подключения. Его алгоритм управления реализован на сравнении измеренного значения напряжения с заданной уставкой. Исходя из величины измеренного напряжения и заданного наклона внешней характеристики, контроллером рассчитывается реактивный ток, необходимый для стабилизации напряжения.

В данной статье представлены результаты экспериментальных измерений потерь мощности в основном оборудовании СТАТКОМ и потребляемой им мощности на нагрузку собственных нужд (СН). Номинальная мощность рассматриваемого СТАТКОМ составляет 6,7 Мвар.

Общие потери мощности в СТАТКОМ складываются из потерь во входном и в выходном реакторах L_1 , L_2 , а также многоуровневом инверторе,

состоящем из 28 последовательно соединенных силовых ячеек (см. рис. 1 а). Каждая силовая ячейка включает в себя два IGBT модуля, состоящие из двух последовательно соединенных IGBT транзисторов (см. рис. 1 б).

Собственные нужды СТАТКОМ включают энергопотребление на отопление контейнера (отсеков питания и управления), вентиляцию в летний период, а также питание шкафа управления.

С целью определения потерь мощности в основном оборудовании и потребляемой им мощности на нагрузку СН в цепях СТАТКОМ были установлены счетчики учета электроэнергии. Измерения проводились в течение трех месяцев с апреля по июнь. Дискретность измерений 30 минут (рис. 2, 3).

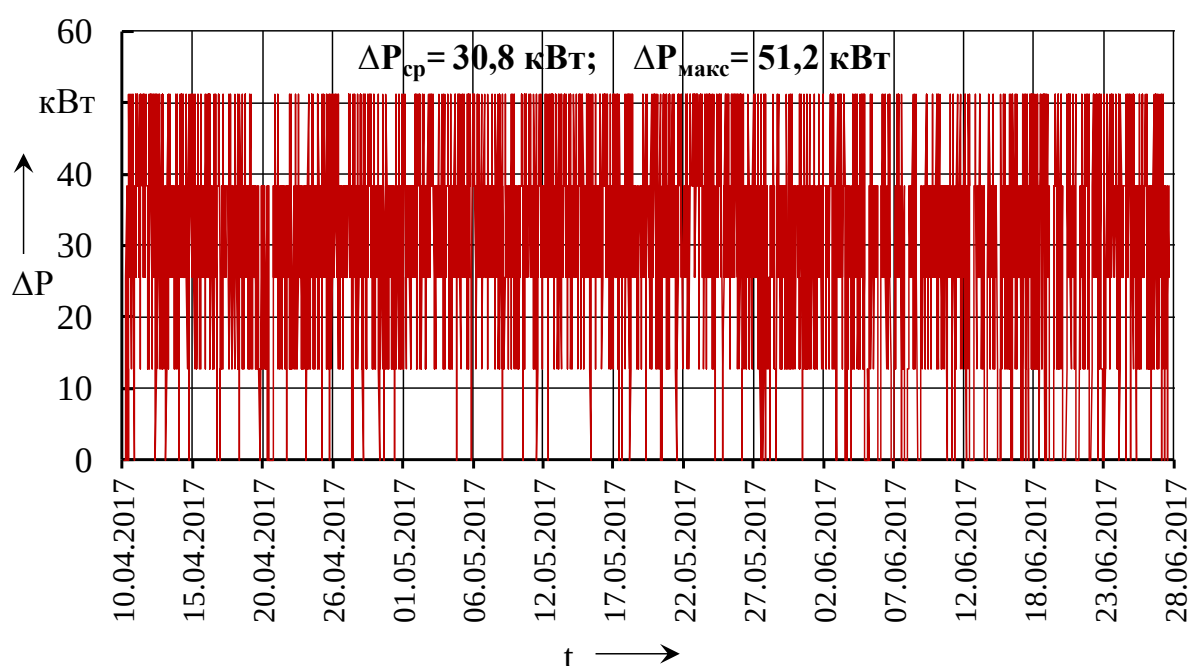


Рис. 2. Потери в оборудовании СТАТКОМ

Ступенчатый характер зависимости обусловлен, принципом измерения счетчиком активной энергии, а именно большим шагом по величине измерения.

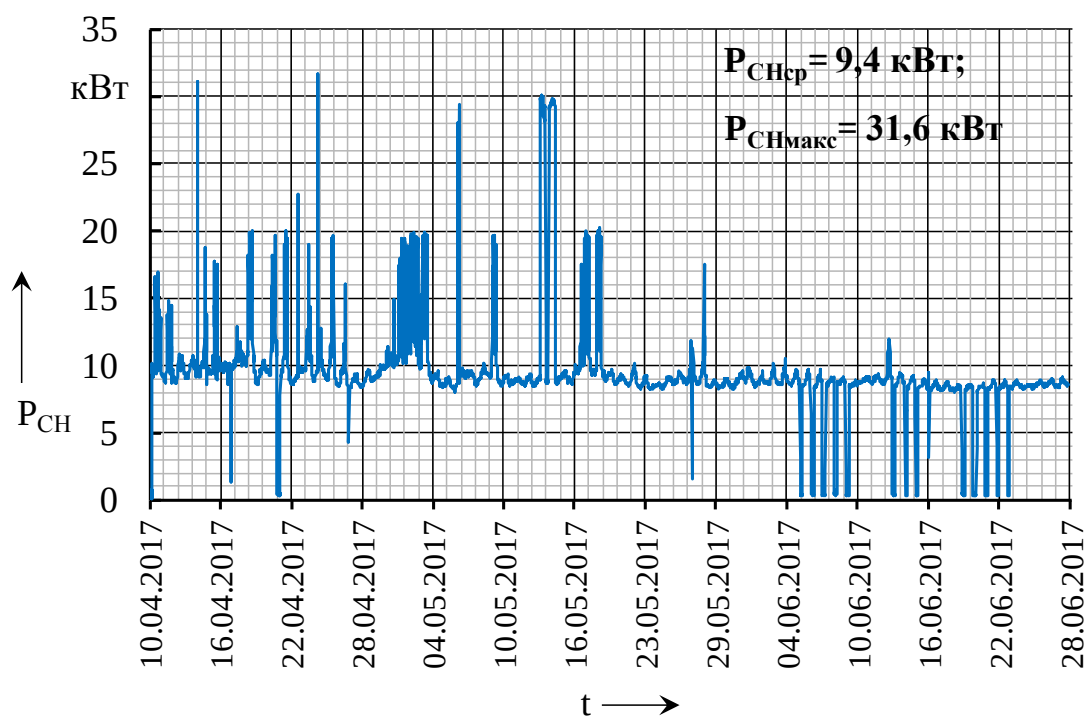


Рис. 3. Нагрузка СН СТАТКОМ

На рис. 4 представлена зависимость потерь мощности в оборудовании СТАТКОМ в совокупности с нагрузкой СН от генерируемой им реактивной мощности.

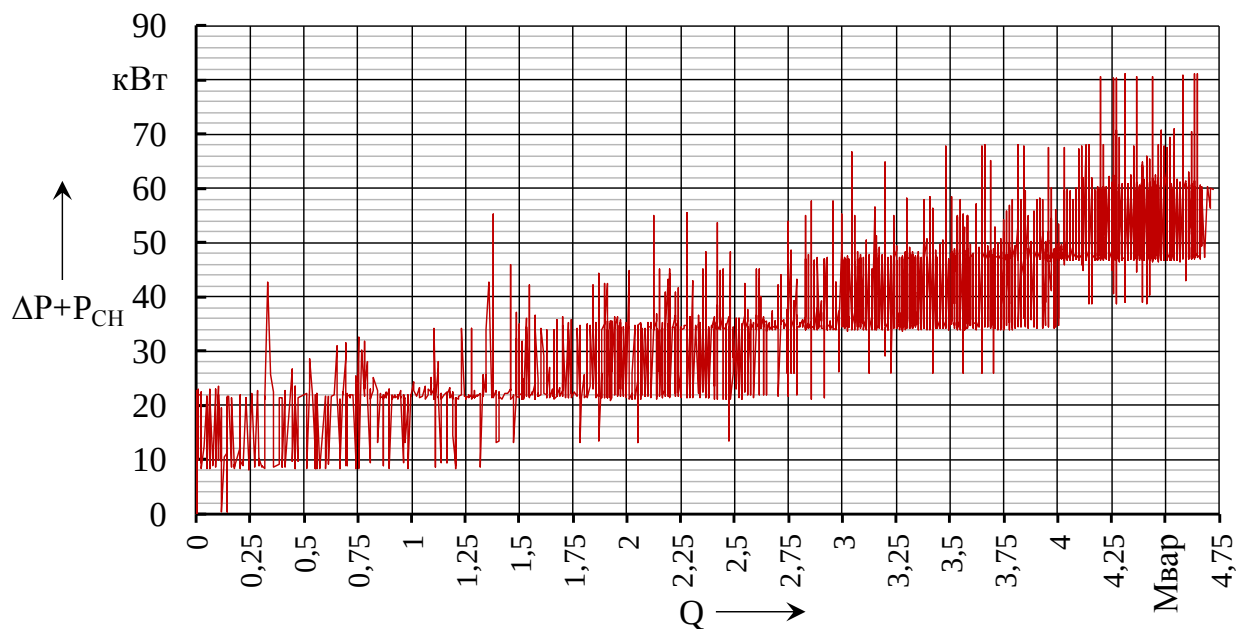


Рис. 4. Зависимость потерь мощности в оборудовании СТАТКОМ в совокупности с мощностью нагрузки СН от генерируемой реактивной мощности

Средние потери мощности по показаниям счетчиков в основном оборудовании СТАТКОМ составляют 30,5 кВт, а средняя нагрузка на собственные нужды – 9,4 кВт. Таким образом, потери вместе с нагрузкой собственных нужд составляют 39,9 кВт.

Расчеты показывают, что для системы тягового электроснабжения переменного тока переход от нерегулируемых к регулируемым устройствам компенсации для средних условий позволяет дополнительно экономить не более 6 – 8% от активных потерь электроэнергии без учета компенсирующих устройств [7].

Для сопоставления величины потерь мощности в оборудовании СТАТКОМ вместе с нагрузкой СН и снижением потерь в тяговой сети при его включении в программном комплексе КОРТЭС были оценены потери в тяговой сети на участке Шпагино Смазнево. Средняя масса и количество поездов выбраны из Паспорта наличной пропускной способности участков Западно-Сибирской железной дороги за 2015 г. В нечетном направлении масса поездов 6007 т, количество поездов в сутки 56 шт., в четном – 2496 т, количество – 50 шт. По результатам расчета потери мощности в тяговой сети составляют ≈ 520 кВт. Таким образом, включение СТАТКОМ позволяет уменьшить потери на $\approx 41,6$ кВт, что сопоставимо с суммарными потерями в элементах СТАТКОМ вместе с нагрузкой СН.

С целью оценки взаимосвязи факторов влияющих на энергопотребление и потери мощности в элементах СТАТКОМ определены коэффициенты корреляции. Корреляционная связь потерь в основном оборудовании СТАТКОМ и генерируемой им реактивной мощности составляет 0,92. В связи с этим ясно, что воздействие окружающей среды и других факторов незначительно влияет на величину потерь мощности в его оборудовании.

Коэффициенты корреляции среднесуточной температуры окружающей среды, генерируемой реактивной мощностью СТАТКОМ, а, следовательно, и тяговой нагрузки по отношению к расходу электроэнергии на СН составляет соответственно -0,29 и 0,21, что говорит о незначительной степени их взаимосвязи.

Выводы

Потери мощности в оборудовании значительны, но их можно минимизировать за счет:

– выбора внешней характеристики, а именно уставки и статизма;

изменения частоты модуляции, которая выбирается в зависимости от требований по ограничению высших гармоник в выходном токе или напряжении [8].

Вышеуказанные изменения окажут влияние и на потребление электроэнергии СН. Также эффект в снижении энергопотребления будет достигнут за счет оптимизации системы вентиляции и обогрева контейнера.

Таким образом, проведенная оценка говорит о незначительном эффекте применения СТАТКОМ с целью снижения потерь мощности в системе тягового электроснабжения.

Список литературы

1. Энергетическая стратегия холдинга «Российские железные дороги» на период до 2020 года и на перспективу до 2030 года. Распоряжение ОАО «РЖД» № 2537р от 14.12.2016 г.

2. Никонов, А. В. Эффективность регулируемых устройств поперечной компенсации реактивной мощности электрифицированных железных дорог / А. В. Никонов // Приборы и методы измерений, контроля качества и диагностики в промышленности и на транспорте: Материалы второй всероссийской научно-технической конференции с международным участием / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2016. – С. 241 – 248.

3. Статические компенсаторы для регулирования реактивной мощности / Под ред. Р.М. Матура. – М.: Энергоатомиздат 1987 г. – 160 с.

4. Черемисин, В. Т. Эффективность работы статического генератора реактивной мощности / В. Т. Черемисин, А. В. Никонов // Вестник РГУПС. 2016. – № 2. – С. 128 – 135.

5. Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы России с активно-адаптивной сетью / под ред. академиков В.Е.Фортова и А.А.Макарова. – М.: ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», 2012. - 235 с.

6. Основы современной энергетики. В 2 т. Т. 2. Современная электроэнергетика: Учебник для вузов / Под общ. ред. чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 632 с.

7. Герман, Л. А. Регулируемые установки емкостной компенсации в системах тягового электроснабжения железных дорог: учеб. Пособие / Л. А. Герман, А. С. Серебряков – М: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. – 316 с.

8. Василев, В. П. Распределение потерь мощности с двумя уровнями 2L и тремя уровнями 3L IGBT инверторах с пассивным и активным ограничением к нейтрали / В.П. Василев // Проблемы и перспективы развития светотехники, электротехники и энергетики: Материалы XII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием / г. Саранск. 2015. С. 500 – 510.

УДК 621.314.58

Е. К. Хусаинов

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЫПРЯМИТЕЛЬНО-ИНВЕРТОРНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ НА ДВУХПУТНОМ УЧАСТКЕ

В статье изложен опыт эксплуатации выпрямительно-инверторного преобразователя, установленного на тяговой подстанции Яя Тайгинской дистанции электроснабжения Западно-Сибирской железной дороги. Приведены энергетические показатели работы при различных уставках внешней характеристики выпрямительно-инверторного преобразователя. Определены задачи, решение которых позволит повысить энергетическую эффективность работы выпрямительно-инверторного преобразователя.

В рамках программы обновления оборудования и устройств электроснабжения ОАО «РЖД» по проекту ОАО «Томгипротранс» «Техническое перевооружение тяговой подстанции Яя » на двухпутном участке установлен выпрямительно-инверторный преобразователь (ВИП) производства ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО» г. Санкт-Петербург. Проектом предусмотрена установка преобразовательного трансформатора сухого типа ТРСЗП-12500/10Ж УХЛ1 с дополнительными секциями вентильными обмотками производства ООО «ЭЛЬМАШ (УЭТМ)» г. Екатеринбург. Особенностью трансформатора, кроме использования воздушной среды в

качестве изоляции и охлаждения обмоток, является наличие гальванической связи между обмотками инвертора и выпрямителя, а также конструктивная (угловая) несимметрия при использовании дополнительных секций вентильных обмоток. Профиль пути, согласно [1], двухпутного участка Судженка – Яя – Ижморская приведен на рис. 1.

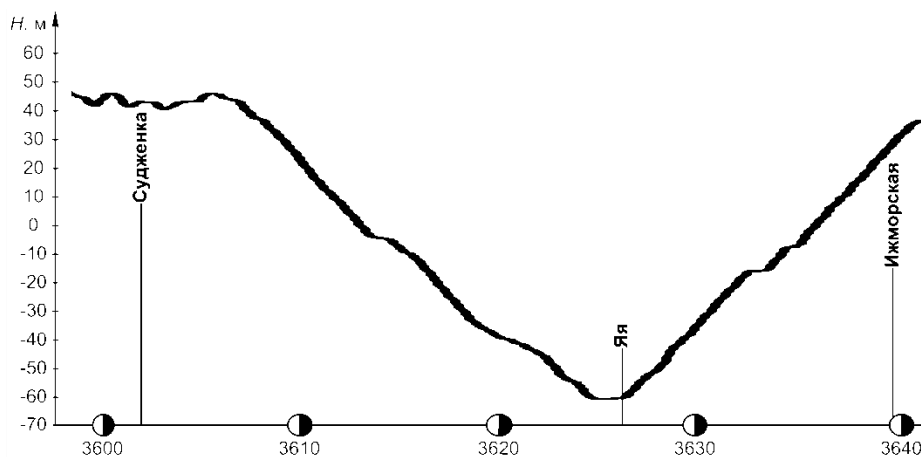


Рис. 1. Профиль пути двухпутного участка Судженка – Яя – Ижморская

Известно, что работа инверторного преобразователя на двухпутном участке характеризуется малым объемом электрической энергии, возвращаемой во внешнюю сеть. Основная цель эксплуатации инверторного преобразователя на двухпутном участке – это обеспечение устойчивого режима рекуперативного торможения.

Значительные потери электрической энергии обусловлены циркуляционными токами, так как управляющие импульсы инвертора не снимаются полностью, а только изменяется значение угла управления в зависимости от режимов работы ВИП. В схеме ВИП из-за наличия гальванической связи между обмотками инвертора и выпрямителя образуются три контура протекания циркуляционных токов [2]. Контур протекания циркуляционных токов ВИП упрощенно показаны на рис. 2.

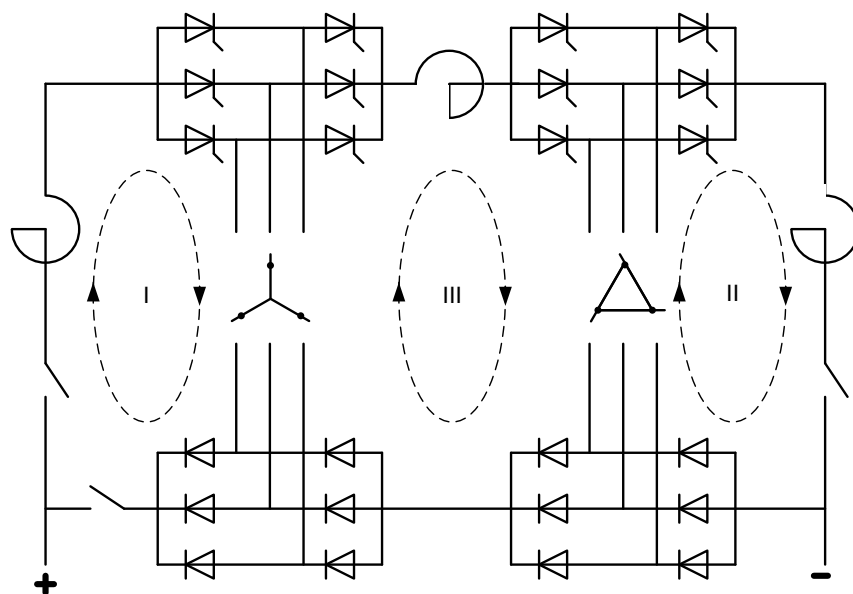


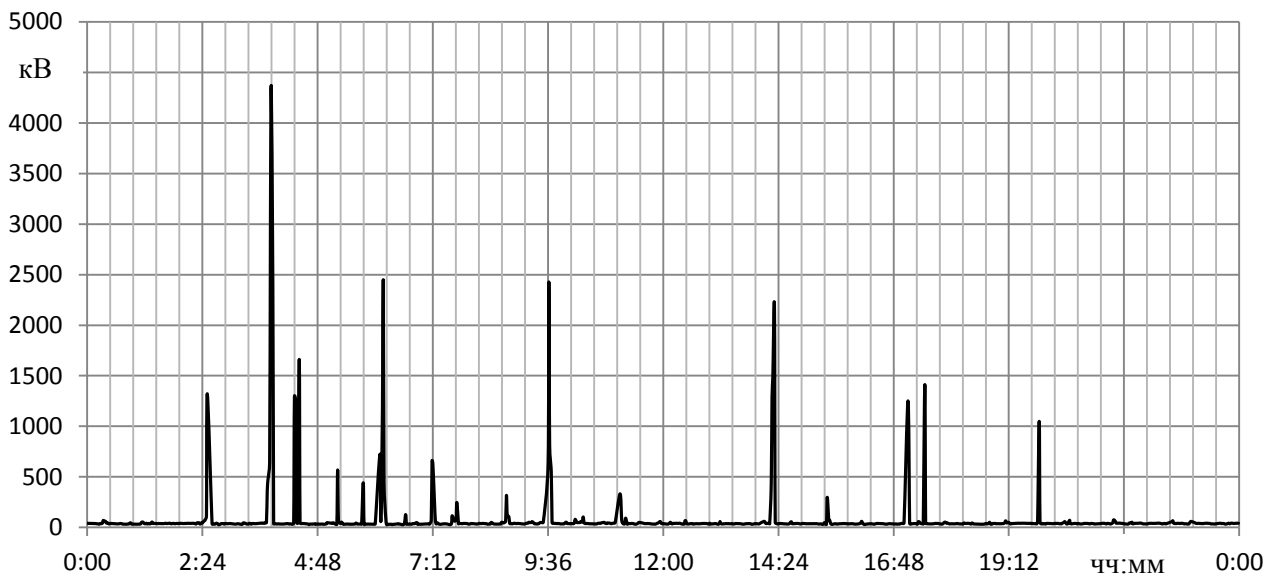
Рис. 2. Упрощенная схема протекания циркуляционных токов

Первый контур протекания циркуляционных токов включает в себя: тиристоры анодной группы первого моста инвертора - вентильные обмотки преобразовательного трансформатора – диоды катодной группы первого моста выпрямителя – реактор. Второй контур – тиристоры катодной группы второго моста инвертора – реактор – диоды анодной группы второго моста выпрямителя - вентильные обмотки преобразовательного трансформатора. И третий контур – тиристоры катодной группы первого моста инвертора – реактор (устанавливаемый между мостами инвертора по дополнению к проекту) – тиристоры анодной группы второго моста инвертора – вентильные обмотки трансформатора – диоды катодной группы второго моста выпрямителя – диоды анодной группы первого моста выпрямителя – вентильные обмотки преобразовательного трансформатора.

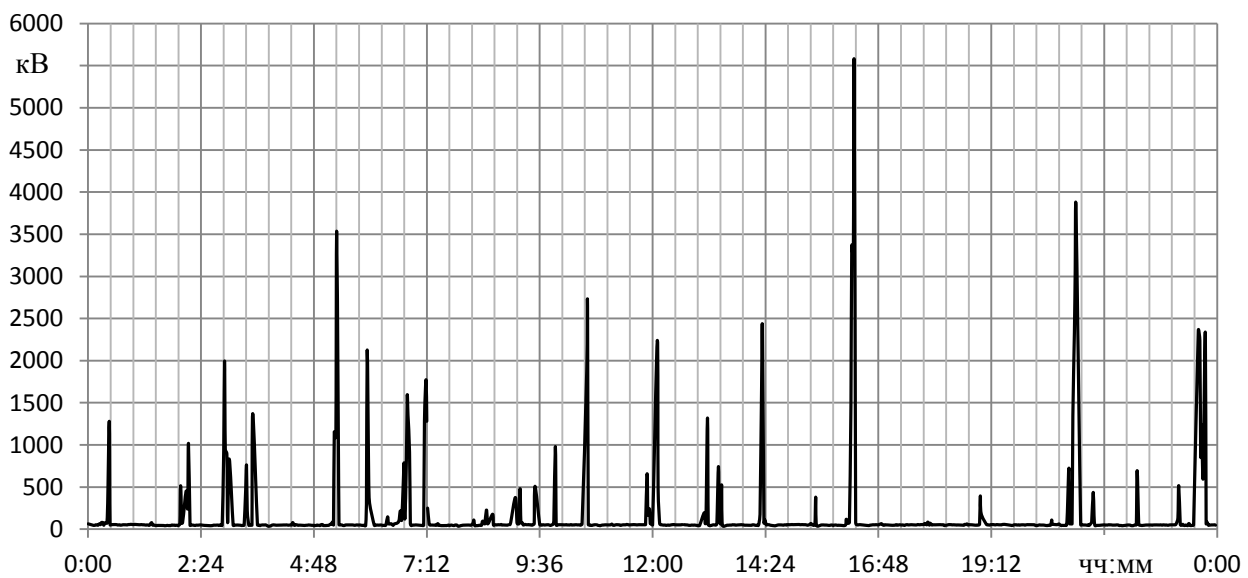
Из описания элементов [3], входящих в состав контуров следует, что определяющим в величине электрических потерь от протекания циркуляционных токов являются технические параметры токоограничивающих реакторов. Чаще всего параметры токоограничивающих реакторов выбираются без обоснования и без учета продолжительности работы инвертора. Отсутствуют какие-либо методические указания, определяющие порядок выбора параметров токоограничивающих реакторов для двенадцатипульсовых ВИП с учетом расчетного режима работы.

В ходе управления режимами эксплуатации инверторного преобразователя возникли трудности с обеспечением оптимальных энергетических показателей. Отсутствуют руководящие указания по выбору оптимальной внешней характеристики ВИП, исходя из условий конкретных участков. Теоретически и экспериментально не оценены потери энергии в контурах протекания циркуляционных токов ВИП и потери в токоограничивающих реакторах.

Для определения влияния значения уставки внешней характеристики инверторного преобразователя на величину электрической энергии, возвращенной во внешнюю сеть, на определенные периоды времени устанавливались значения уставок $U_{уст\_1} - 3650$ В и $U_{уст\_2} - 3600$ В. Шаг дискретности выбора уставки внешней характеристики составляет 50 В. Так при уставке $U_{уст\_1} - 3650$ В среднесуточное значение возвращенной энергии составило 473,43 кВт·ч, а при $U_{уст\_2} - 3600$ В – 1527,36 кВт·ч. Наблюдаемая зависимость имеет ожидаемый характер. Однако в этом случае нельзя с полной уверенностью говорить о варианте с $U_{уст\_2}$ как о более подходящем с точки зрения энергетической эффективности. Необходимо оценить какую долю из возвращенной составляет потребленная электрическая энергия от выпрямительных преобразователей как тяговой подстанции Яя, так и смежных тяговых подстанций Судженка и Ижморская. Для этого из программного комплекса «Энергия Альфа 2» были выгружены минутные замеры мощности инверторного преобразователя тяговой подстанции Яя, а также минутные замеры суммарной мощности выпрямительных преобразователей по тяговым подстанциям Яя, Судженка и Ижморская. На рис. 3 показаны суточные графики измерений мощности приема инверторного преобразователя тяговой подстанции Яя с уставками $U_{уст\_1} - 3650$ В и $U_{уст\_2} - 3600$ В.



а)



б)

Рис. 3. Суточный график измерений мощности приема инверторного преобразователя тяговой подстанции Яя

а) $U_{уст\_1} - 3650$; б) $U_{уст\_2} - 3600$ В

Видно, что при снижении значения уставки внешней характеристики инверторного преобразователя число и среднее значение мощности приема энергии рекуперации возросло. Так при $U_{уст\_1}$ зафиксировано 275 периодов приема энергии рекуперации инверторным преобразователем за 10 суток наблюдения. Процент времени нахождения инверторного преобразователя в

режиме возврата электрической энергии – 1,9 %. Наиболее продолжительные периоды – шестиминутные. При уставке $U_{уст\_2}$ зафиксировано 827 периодов приема энергии рекуперации. Процент времени нахождения инверторного преобразователя в режиме возврата электрической энергии – 5,7 %. Наиболее продолжительные периоды – восьмиминутные. Также при уставке $U_{уст\_2}$ зафиксировано по одному девяти- и десятиминутному периоду. Распределение периодов приема представлено на рис. 4.

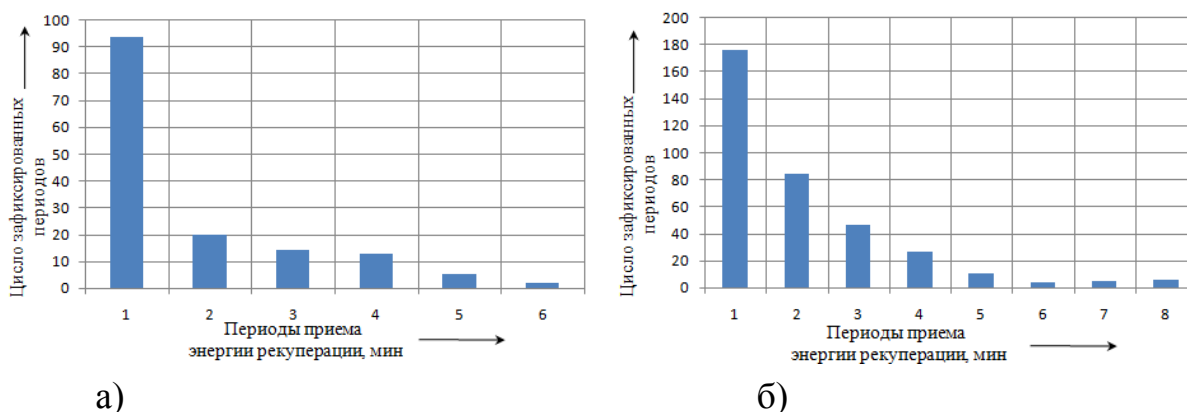
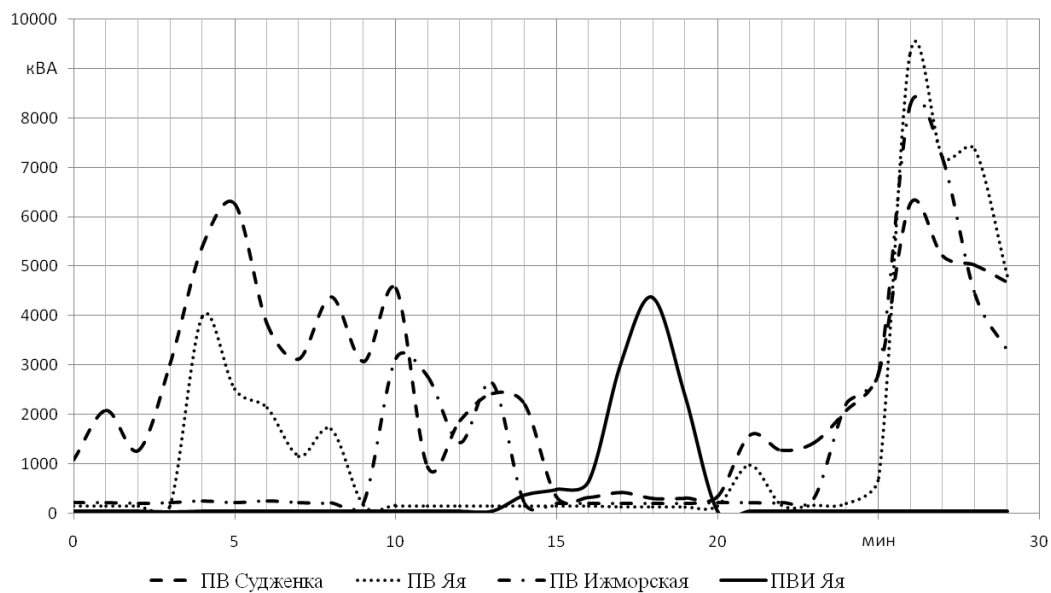


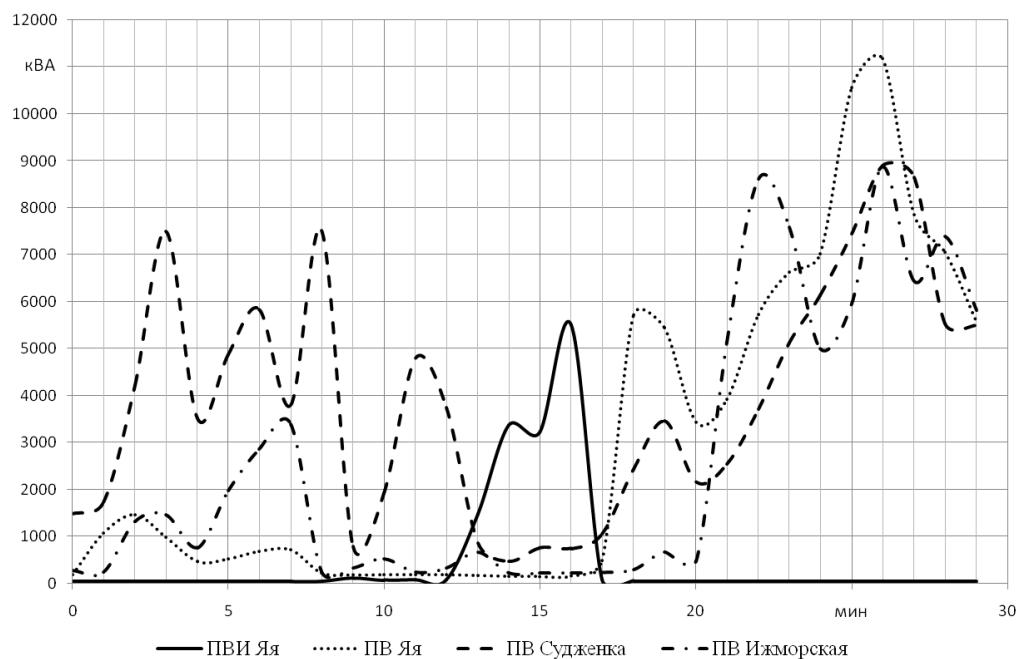
Рис. 4. Распределение периодов приема энергии рекуперации

а) $U_{уст\_1} = 3650$; б) $U_{уст\_2} = 3600$ В

Для оценки степени и доли подпитки инверторного преобразователя от выпрямительных преобразователей тяговой подстанции Яя, а также от выпрямительных преобразователей смежных подстанций Судженка и Ижморская построены графики их нагрузки. На рис. 5 показаны периоды максимальной загрузки инверторного преобразователя за отчетный период для каждой уставки внешней характеристики.



а)



б)

Рис. 5. График измерений мощности преобразователей на участке Судженка – Яя – Ижморская

а) $U_{уст\_1} - 3650$; б) $U_{уст\_2} - 3600$ В

где ПВИ Яя – мощность инверторного преобразователя тяговой подстанции Яя; PV Яя – суммарная мощность выпрямительных преобразователей тяговой подстанции Яя; PV Судженка – суммарная мощность выпрямительных преобразователей тяговой подстанции Судженка; PV Ижморская – суммарная мощность выпрямительных преобразователей тяговой подстанции Ижморская.

На рис. 5а с 16-й по 20-ю минуты измерений зафиксирован период работы инверторного преобразователя тяговой подстанции Яя с максимальной мощностью отдачи свыше 4000 кВт. Стоит отметить, что в данный период наблюдений практически отсутствует потребление электрической энергии выпрямительными преобразователями тяговых подстанций, что напрямую указывает на отсутствие их доли в возвращенной энергии рекуперативного торможения. На рис. 5б период работы инверторного преобразователя зафиксирован с 12-й по 17-ю минуты с максимальной мощностью отдачи немного ниже 6000 кВт, т.е. практически с номинальной мощностью инверторного преобразователя. Потребление электрической энергии выпрямительными преобразователями тяговых подстанций Яя и Ижморская практически отсутствует, а потребление тяговой подстанцией Судженка обусловлено наличием подвижного состава на межподстанционной зоне смежной зоне Судженка – Яя и также не влияет на объем возвращенной энергии. Отсутствие потребления электрической энергии выпрямительными преобразователями в момент максимальной мощности приема инверторного преобразователя позволяет с уверенностью полагать, что уставки внешней характеристики, сравниваемые выше, являются эффективными.

Целью данной статьи авторы считают обозначение ряда проблем, выявленных в ходе эксплуатации ВИП на двухпутном участке. А именно, отсутствуют общепринятые и утвержденные методики по настройке режимов работы ВИП исходя из условий конкретных участков дороги, на которых он установлен. Не выполнены исследования по выбору оптимальной внешней характеристики. Не определены оптимальные границы уверенного приема электрической энергии. Не проведена теоретическая и практическая оценка энергетических потерь при эксплуатации ВИП, не определены мероприятия, направленные на их снижение. Не проведены исследования расхода электрической энергии на собственные нужды и не определены пути его снижения.

Ввиду включения в программу обновления оборудования и устройств электроснабжения ОАО «РЖД» на ближайшие годы дальнейшее приобретение ВИП для Западно-Сибирской железной дороги решение вышеизложенных проблем становится крайне актуальным для повышения энергетической эффективности.

Список литературы

1. Энергетическая стратегия холдинга «Российские железные дороги» на период до 2020 года и на перспективу до 2030 года. Распоряжение ОАО «РЖД» № 2537 от 14.12.2016 г.

2. Неугодников, И. П. Токи циркуляции в двенадцатифазных схемах/ И. П. Неугодников// Вестник ВНИИЖТа.– 1987 – № 8. – С.21 – 25.

3. Проект «Техническое перевооружение тяговой подстанции Яя. Монтаж выпрямительно-инверторного преобразователя Западно-Сибирской железной дороги». ОАО «Томгипротранс». 2017.

УДК 008

С. Ю. Дрофа

ЭКОЛОГИЯ ЯЗЫКА В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЩЕСТВЕ

В статье затрагиваются проблемы культурного и языкового многообразия мира, влияние языка на общественное сознание. Особое внимание уделено вопросу экологии языка. Анализ языковой ситуации в информационном обществе, представленный в статье, демонстрирует, что игнорирование чистоты речи может привести к весьма отрицательным последствиям.

Проблема формирования национальной культуры остается центральным вопросом в области образования. Каждый язык - это часть мирового культурного наследия, поэтому развитие и сохранение национального языка становится всеобщей задачей. Язык не только чуткий индикатор интеллектуального, нравственного развития человека, его общей культуры, но и хороший воспитатель.

Каждый представитель конкретного народа, каждое его новое поколение, осваивая язык, приобщается через него к коллективному опыту, коллективному знанию об окружающей действительности, отвергаемым или принимаемым народом оценкам, ценностям, общепринятым социальным нормам поведения. Любой язык, аккумулируя опыт жизни народа во всем его разнообразии, является и его реальным сознанием. Отсюда следует, что язык не может не

влиять на опыт отдельного человека, его культуру и поведение. Все сферы жизни человека находятся под явным или неявным воздействием литературного языка, и успешность деятельности индивида в немалой степени зависит от того, в какой языковой среде проходит его жизнь. Потребность личности в грамотности неосознанно диктует и направление речевого поведения. Все это привело к тому, что современная языковая жизнь общества отмечается потерей ценностных языковых ориентиров.

Российский культуролог Ю.М. Лотман в своих «Лекциях по структурной поэтике» (параграф «Язык как материал искусства») утверждал, что структура языка – результат интеллектуальной деятельности человека, а потому сам по себе материал словесного искусства уже включает итоги деятельности человеческого сознания, что и придает ему совершенно особый характер в ряду других материалов искусства [1, с. 68].

Известно, что народность формируется как языковая группа. «...Народ и язык один без другого представлен быть не может» [2, с. 16]. Именно поэтому имеется совпадение в названиях народа и языка. Предполагается, что национальное самосознание состоит из этнического, культурного, языкового и религиозного элементов. И доминантным среди них является язык. Именно в языке запечатлен весь национальный характер, в нем как в средстве общения данного народа исчезают индивидуальности и проявляется общее. Утрата особенностей национального языка ведет к потере национального характера народа. Наличие единого национального языка обеспечивает обществу удобство общения в разных областях деятельности – от бытовой до производственной сферы. Единый язык нужен для быстрого развития производства, распространения технических достижений, экономической целостности страны. Национальный язык является средством развития всех видов искусства, литературы его единство имеет огромное значение для культуры, образования, для средств массовой информации, в целом, для всей жизни нации.

Однако существуют и ряд опасностей для языкового единства нации. Таковыми являются следующие факторы: сокращение подписки на центральные газеты и журналы в регионах, отсутствие литературных и научных журналов в розничной торговой сети; отсутствие интернет-связи в регионах; невозможность некоторых слоев населения ездить в туристические поездки по

стране, навещать родственников в других регионах; редкость повседневного общения между жителями разных областей страны, нехватка словарей, новых учебников русского языка в местных библиотеках; расширение сферы распространения жаргона в устной и письменной речи; местная интерпретация федеральных законов, искажающая их смысл и др.

Перечисленные выше факторы не несет большой опасности для языкового единства. Продуманная языковая политика центральной власти может решить многие проблемы. Необходимо развивать систему связи с регионами, шире использовать телевидение и радио для образовательных программ по русскому языку и культуре речи, создать службу русского языка на телевидении и следить за грамотностью всех передач. Большую пользу укреплению единства литературного языка приносит и дистанционное образование. Единообразие в толковании законов можно достичь проведением специальных семинаров и расширением лингвистической подготовки юристов.

Чистота речи также является одним из факторов сохранения национального языка. Чистота речи – это отсутствие в ней слов-паразитов, лишних слов, слов-сорняков. Конечно, данных слов в языке нет, таковыми они становятся из-за неуместного их употребления в речи говорящего. Такое явление может возникать в связи с волнением во время говорения, неумением мыслить публично, подбирать нужную лексику для выражения своих мыслей, и, конечно, бедность речи говорящего. Лишние слова не являются информативными, не несут никакой смысловой нагрузки и тем более не украшают речь, а наоборот засоряют ее, отвлекают внимание, затрудняя понимание. К сожалению, зачастую многие неправильно используют в своей речи: значит, так сказать, собственно говоря, вот, видите ли и т.п. Это производит не очень приятное впечатление. Помимо этого, подобные слова психологически воздействуют на слушателей. Чистота речи предполагает последовательное соблюдение языковых, стилистических и этических норм. Интересно, что засоренность речи у других замечают даже те, кто сам не соблюдает этого требования. Огромное влияние на чистоту речи в языке оказывают печатное, а тем более произнесенное с телеэкрана слово на массовую аудиторию. Средства массовой информации формируют речевую культуру всего общества.

Вопросом чистоты речевого поведения занимается немало ученых. Основоположником понятия «экология языка» является лингвист Э. Хауген в 1970 году. Главная идея Хаугена заключается в том, что языки, подобно различным видам животных и растений, находятся в состоянии равновесия, конкурируют друг с другом, и само их существование зависит друг от друга, как внутри государства и других социальных групп, так и в сознании человека, владеющего несколькими языками. Язык существует только в сознании говорящих на нём и функционирует только при взаимоотношениях с другими говорящими и с их социальным и естественным (природным) окружением [3, с.41-47]. Термин «экология языка» означает взаимодействие языка с окружающими его факторами, с целью сохранения самобытности каждого отдельного языка и поддержания языкового многообразия [4]. Общее состояние национального языка и культуры людей определяется речевой ситуацией в современном обществе. Создать ситуацию, когда язык становится на грани уничтожения могут не только войны или социальные проблемы, но и употребление в повседневной жизни иностранных слов там, где им не место. Речь не идет о том, что знать несколько языков плохо. Проблема в том, что иностранные слова употребляют неверно и безграмотно. Нередко можно увидеть названия магазинов на иностранном языке, написанные русскими буквами. Или в случае, когда одна часть слова написана на разных языках. В последствии такие слова переходят уже в повседневную речь и даже в литературу. Большое разнообразие распространено в СМИ. Этот процесс называют загрязнением языковой среды. Общение в интернете тоже негативно действует на речь. Предложения в социальных сетях односложны и состоят из нескольких слов, пунктуация зачастую опускается, так же как грамматика и синтаксис, происходит сокращение слов до нескольких букв. Данные языковые изменения в информационном обществе сложно регулировать. Язык всегда быстро и гибко реагирует на потребности общества. Можно без преувеличения сказать, что произошел лингвистический взрыв. Однако ничего страшного в этом нет, ведь заимствованные слова – это результат контактов, взаимоотношений народов, государств. Употребляя иностранные слова, мы обогащаем свою речь. Вспомним, какую огромную роль сыграли греческий и латинский языки в Европе, старославянский язык в славянском мире, арабский – на мусульманском Востоке. Занимаясь подсчетом заимствованных

слов, ученые смогли получить интересные данные. Так, в немецком языке заимствования исчисляются десятками тысяч, а в словарном материале английского языка они составляют более половины. Основными причинами заимствования являются исторические контакты народов, необходимость номинации новых предметов и понятий, экономия языковых средств, мода, авторитетность языка-источника и т.д. Все это экстралингвистические причины. К внутрилингвистическим причинам можно отнести отсутствие в родном языке нужного термина для нового предмета или понятия: плеер, хэппинг, импичмент и др. Тенденция к использованию одного заимствованного слова вместо описательного оборота является еще одной внутрилингвистической причиной заимствований. Например: гостиница для автотуристов - мотель, короткая пресс-конференция для журналистов - брифинг и др. Также появляется потребность в детализации значения. Например, для обозначения слуги в гостинице в русском языке укрепилось французское слово *портье*, для обозначения особого сорта варенья (в виде густой однородной массы) – английское *джем*. Потребность в специализации предметов и понятий ведет к заимствованию многих научных и технических терминов: например, *релевантный* вместо русского *существенный*, *локальный* вместо русского *местный*, *трансформатор* - вместо *преобразователь* и др. Помимо этого, наблюдается тенденция пополнять экспрессивные средства, ведущая к появлению иноязычных стилистических синонимов: *обслуживание* – *сервис*, *ограничение* – *лимит*.

Процесс заимствования слов - явление нормальное, а в определенные исторические периоды даже неизбежное. В основном, употребление иноязычной лексики обогащает словарный запас языка. Важность сохранения нормальной экологии языка заключается в том, что язык формирует мышление и культуру человека, определяет межличностные отношения. Со временем язык претерпевает изменения. Однако, не все перемены вредны. Задачи экологии языка заключаются не в том, чтобы закрыть язык от внешнего влияния, а в том, чтобы, внедряя что-то новое и полезное, сохранить при этом его особенность и самобытность.

Список литературы

1. Лотман, Ю. М. Лекции по структурной поэтике [Текст] / Ю. М. Лотман. – М.: Гнозио, 1994. – 560 с.
2. Срезневский, И. И. Мысли об истории русского языка [Текст] / И. И. Срезневский. – М.: Учпедгис, 1959. – 81 с.
3. Иванова Е. В. Цели, задачи и проблемы эколлингвистики. Прагматический аспект коммуникативной лингвистики и стилистики: сборник научных трудов [Текст] / Е. В. Иванова; отв. ред. Н.Б. Попова. – Ч.: ИИУМЦ «Образование», 2007. – 260 с.
4. Экология языка. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://sociolinguistics.academic.ru/823> (Дата обращения - 12.01.2018).

УДК 378.17

В. Б. Антипин

ОСНОВЫ МЕТОДИКИ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКИМИ УПРАЖНЕНИЯМИ СТУДЕНТОВ

В статье указывается о необходимости дополнительных занятий физической культурой и спортом с целью реализации потребности в движении студентов. Для этого предлагаются самостоятельные формы занятий физическими упражнениями. Приводятся основные методические принципы построения самостоятельных занятий физической культурой и спортом.

Современные условия жизни диктуют более высокие требования к биологическим и социальным возможностям молодого человека. Все возрастающие умственные и статические нагрузки, отсутствие дополнительной двигательной активности, малоподвижный образ жизни, нерациональное питание, приводят к увеличению значительной части студентов имеющих отклонения в состоянии здоровья.

Стоит отметить, что снижение двигательной активности занимает одну из лидирующих позиций в причинно-следственной цепочке факторов,

приводящих к росту заболеваемости, значительному снижению показателей здоровья, диагностируемых у абитуриентов и студентов вузов [3].

Под термином «двигательная активность» понимается сочетание разнообразных двигательных действий, выполняемых в повседневной жизни на организованных и самостоятельных занятиях физическими упражнениями и спортом. Важным является определение «оптимального» уровня двигательной активности, который компенсировал бы затраты энергии и способствовал дальнейшему совершенствованию личности [2].

В рекомендациях Всесоюзного научно-исследовательского института физической культуры (1983) отмечают необходимость в 10-14 ч в неделю двигательной активности для студентов. По мнению Н.М. Амосова (1985), недельная нагрузка должна быть большей – 16-18 ч [4]. В работах Б. Г. Фадеева [6] рекомендована нагрузка 9-10 ч в неделю. В докладе рабочей группы Совета при Президенте РФ по развитию физической культуры и спорта (март 2014 г.) отмечено, что объем недельной двигательной активности для студентов должен быть не менее 11 ч [1].

Согласно федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования «Дисциплины (модули) по физической культуре и спорту реализуются в рамках: базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» в объеме не менее 72 академических часов (2 зачетные единицы) в очной форме обучения; элективных дисциплин (модулей) в объеме не менее 328 академических часов. Указанные академические часы являются обязательными для освоения и в зачетные единицы не переводятся» [5]. Из этого следует, что на освоение практической части дисциплины «Физическая культура и спорт» отводится 328 часов. Если считать, что учебный семестр соответствует шестнадцати неделям, то при двух разовых занятиях на дисциплину «Физическая культура и спорт» должно отводиться 64 ч в семестр, что составляет 4 ч в неделю, или 1/3 «оптимального» уровня двигательной активности. Это при условии освоения дисциплины в течение пяти семестров. Однако в других случаях распределения учебной нагрузки может приводить и к одноразовым (2 ч в неделю) занятиям, например, если дисциплина осваивается три курса.

Очевидно, что программа по физическому воспитанию в вузе не в состоянии полностью устранить отрицательные последствия гипокинезии студентов. Важно отметить, что занятия по физической культуре в рамках

учебного времени не должны быть для студентов единственным способом реализации потребности в движении. В связи с этим нужно находить дополнительные резервы увеличения двигательного режима студентов. В помощь этому могут послужить самостоятельные формы занятий физическими упражнениями.

Целями самостоятельных занятий могут быть: активный отдых, укрепление и коррекция здоровья, повышение уровня физического развития и физической подготовленности, выполнение различных тестов (например, сдача нормативов ГТО), достижение спортивных результатов и т.д.

Конкретная направленность и организационные формы использования самостоятельных занятий зависят от пола, возраста, состояния здоровья, уровня физической и спортивной подготовленности занимающихся. Существуют следующие виды направленности самостоятельных занятий:

- гигиеническая – предполагает использование средств физической культуры для восстановления работоспособности и укрепления здоровья;

- оздоровительно-рекреативная – предусматривает использование средств физической культуры после окончания рабочего дня, в выходные дни и в период каникул в целях послерабочего восстановления организма и профилактики переутомления и перенапряжения;

- общеподготовительная – обеспечивает всестороннюю физическую подготовленность и поддержание ее в течение длительного периода времени на уровне требований и норм какой-либо системы тестов, например на уровне контрольных тестов для оценки физической подготовленности студентов согласно учебной программе вузов Российской Федерации;

- спортивная – имеет целью повышение спортивного мастерства занимающихся, участие в спортивных соревнованиях, достижение возможно высоких спортивных результатов;

- профессионально-прикладная – предусматривает использование средств физической культуры и спорта в системе научной организации труда и для подготовки к профессиональной деятельности с учетом особенностей получаемой специальности;

- лечебная – заключается в использовании физических упражнений, закаливающих факторов и гигиенических мероприятий в общей системе

лечебных мер по восстановлению здоровья или определенных функций организма, сниженных или утраченных в результате заболеваний или травмы.

Организационные формы самостоятельных занятий физическими упражнениями и спортом определяются их целью и задачами. Существуют три основные формы самостоятельных занятий: утренняя гигиеническая гимнастика, упражнения в течение учебного (рабочего) дня, самостоятельные тренировочные занятия в свободное время.

Утренняя гигиеническая гимнастика – это наиболее простая и доступная форма для организации и проведения самостоятельных занятий. Она включается в распорядок дня в утренние часы после пробуждения от сна.

В комплекс утренней гигиенической гимнастики следует включать упражнения для всех групп мышц, упражнения на гибкость и дыхательные упражнения. Не рекомендуется выполнять упражнения статического характера, со значительными отягощениями, на выносливость (например, длительный бег до утомления).

При составлении комплексов и их выполнении рекомендуется физическую нагрузку повышать постепенно, с максимумом в середине или во второй половине комплекса. Каждое упражнение следует начинать в медленном темпе и с небольшой амплитудой движений с постепенным ее увеличением. Между сериями из 2-3 упражнений (а для силовых упражнений – после каждого) выполняются упражнения на расслабление или медленный бег (20-30 с).

Дозировка физических упражнений, т.е. увеличение или уменьшение их интенсивности, обеспечивается изменением амплитуды движений, ускорением или замедлением темпа, увеличением или уменьшением числа повторений упражнений, включением в работу большего или меньшего числа мышечных групп, увеличением или сокращением пауз для отдыха.

Комплекс упражнений утренней гигиенической гимнастики должен подбираться с учетом состояния здоровья, возраста, пола, физической подготовленности, условий места занятий. Кроме того, при составлении и проведении комплекса необходимо придерживаться определенной последовательности.

При выполнении утренней гимнастики рекомендуется придерживаться определенной последовательности выполнения упражнений: медленный бег, ходьба (2-3 минуты), упражнение типа «потягивание» с глубоким дыханием,

упражнения на гибкость и подвижность для рук, шеи, туловища и ног, силовые упражнения без отягощений или с небольшими отягощениями для рук, туловища и ног (сгибание и разгибание рук в упоре лежа, упражнения с легкими гантелями – для женщин 1,5-2 кг, для мужчин 2-3 кг, с эспандерами и резиновыми амортизаторами и др.), различные наклоны и выпрямления в положении стоя, сидя, лежа, приседания на одной и двух ногах и др.; легкие прыжки или подскоки (например, со скакалкой) – 20-36 секунд, медленный бег и ходьба (2-3 минуты), упражнения на расслабление с глубоким дыханием.

Утренняя гигиеническая гимнастика может сочетаться с самомассажем и закаливанием организма. Сразу же после выполнения комплекса упражнений рекомендуется сделать самомассаж основных мышечных групп ног, туловища и рук и выполнить водные процедуры с учетом правил и принципов закаливания.

Упражнения в течение учебного (рабочего) дня обеспечивают предупреждение наступающего утомления, способствуют поддержанию высокой работоспособности на длительное время без перенапряжения. Упражнения выполняются в перерывах между учебными занятиями. Обычно это простые общеразвивающие упражнения (наклоны, повороты, круговые движения головы, круговые движения в плечевых, локтевых суставах и т.п.); изометрические (максимальное напряжение и расслабление мышц кистей, рук, ног, туловища); специальные для мышц глаз (движения глаз вправо-влево, вверх-вниз, круговые движения).

Выполнение физических упражнений в течение 10-15 мин через каждые 1-1,5 часа работы оказывают вдвое больший стимулирующий эффект на улучшение работоспособности, чем пассивный отдых в два раза большей продолжительности. Физические упражнения нужно проводить в хорошо проветренных помещениях. Очень полезно выполнять упражнения на открытом воздухе.

Самостоятельные тренировочные занятия можно проводить индивидуально и в группе из 2-5 человек и более. Выбор количества занятий в неделю зависит в значительной степени от цели самостоятельных занятий. Для поддержания физического состояния на достигнутом уровне достаточно заниматься два раза в неделю; для его повышения – не менее трех раз, а для достижения заметных спортивных результатов – 4-5 раз в неделю и более. Лучшее время для тренировок – вторая половина дня, через 2-3 часа после

обеда. Можно тренироваться и в другое время, но не раньше, чем через 2 часа после приема пищи и не позднее, чем за час до приема пищи или до отхода ко сну. Не рекомендуется тренироваться утром сразу после сна натошак, а также поздно вечером.

Тренировочные занятия, как правило, носят комплексный характер, т.е. должны способствовать развитию всего комплекса физических качеств, а также укреплению здоровья и повышению общей работоспособности организма. Специализированный характер занятий требует более индивидуального подхода и предварительной подготовки, т.е. специального отбора тренировочных средств, нагрузок, места и времени занятий, консультаций со специалистами.

Самостоятельные тренировочные занятия проводятся по общепринятой структуре: подготовительная (разминка), основная и заключительная части.

Подготовительная часть (разминка) делится на две части – общеразвивающую и специальную. Общеразвивающая часть состоит из ходьбы (2-3 мин.), медленного бега (женщины – 6-8 мин, мужчины – 8-12 мин), общеразвивающих гимнастических упражнений на все группы мышц.

Упражнения рекомендуется начинать с мелких групп мышц рук и плечевого пояса, затем переходить на более крупные мышцы туловища и заканчивать упражнениями для ног. После упражнений силового характера и растягивания следует выполнять упражнения на расслабление.

Специальная часть разминки преследует цель подготовить к основной части занятий те или иные мышечные группы и костно-связочный аппарат и обеспечить нервно-координационную и психологическую настройку организма на предстоящее в основной части занятия выполнение упражнений. В специальной части разминки выполняются отдельные элементы основных упражнений, имитация, специально-подготовительные упражнения, выполнение основного упражнения по частям и в целом. При этом учитывается темп и ритм предстоящей работы.

Основная часть тренировочного занятия обеспечивает решение задач всесторонней и специальной подготовленности посредством разучивания спортивной техники и тактики, воспитания волевых и развития физических качеств.

Заключительная часть тренировочного занятия предназначена для постепенного снижения нагрузки и, соответственно, восстановления организма. Содержание заключительной части обычно составляют упражнения невысокой интенсивности (малоинтенсивный бег (3-8 мин), ходьба (2-6 мин), а также дыхательные, маховые, растягивающие и релаксационные упражнения).

Наиболее распространенные средства самостоятельных занятий в вузах – это ходьба и бег, кросс, дорожки здоровья, плавание, ходьба и бег на лыжах, велосипедные прогулки, ритмическая гимнастика, атлетическая гимнастика, спортивные и подвижные игры, спортивное ориентирование, туристские походы, занятия на тренажерах.

При тренировочных занятиях (продолжительность 60 или 90 мин) можно ориентироваться на следующее распределение времени по частям занятий: подготовительная 15-20 (25-30) мин, основная 30-40 (45-55) мин, заключительная 5-10 (5-15) мин.

Всестороннее развитие физических способностей людей с помощью организованной двигательной активности (физической тренировки) помогает сосредоточить все внутренние ресурсы организма на достижении поставленной цели, повышает работоспособность, укрепляет здоровье, позволяет в рамках короткого рабочего дня выполнить все намеченные дела.

Список литературы

1. Доклад о развитии массового спорта и физического воспитания населения (март 2014 г.) [Текст]. – М. : [б. и.], 2014. – 182 с.
2. Ильинич, В. И. Физическая культура студентов и жизнь [Текст] / В. И. Ильинич. – М. : Гардарики, 2007. – 366 с.
3. Ильиных, И. С. Здоровье и физическое здоровье студентов в вузе [Текст] / И. С. Ильиных, Н. В. Надюк // Материалы IV Международной науч.-практич. конф. «Физическая культура и здоровье студентов вузов» (31 марта 2008 г.). – СПб. : Изд-во СПбГУП, 2008. – С. 49.
4. Кабачкова, А. В. Двигательная активность студенческой молодежи [Текст] / А. В. Кабачкова, В. В. Фомченко, Ю. С. Фролова // Вестн. Том. гос. ун-та. – 2015. – № 392. – С. 175 – 178.

5. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 7 августа 2014 г. № 935 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minobrnauki-Rossii-ot-07.08.2014-N-935/>

6. Фадеев, Б. Г. Физкультурный минимум в здоровом образе жизни [Текст] / Б. Г. Фадеев // Спортивная жизнь России. – 1986. – № 8. – С. 38 – 39.

УДК 167/168.0001.8+510:514.8:515.1:519.1/2/6/7+53+550.36+577.31

В. П. Сизиков

В ПОГОНЕ ЗА АТТЕСТАЦИЕЙ

Показано, что многие проблемы современного образования являются следствием ухода от системного единства и полноценности представления материалов дисциплин. Концепция базовых дисциплин делает возможным согласовывать пути различного развертывания представлений и умений, так что, в принципе, каждый учащийся может компенсировать свою слабость по освоению одних дисциплин через освоение им других дисциплин.

Принимая во внимание описанную в [1] концепцию базовых дисциплин, постараемся дать оценку устраиваемому из года в год в той или иной форме ажиотажу вокруг качества образования, включая аттестации вузов. Есть основания полагать, что эта процедура лишь еще больше приводит к падению качества образования.

Начнём с примера, когда одну из двух однотипных последовательных задач типового расчета студент решает блистательно, а в другой выполняет совсем не то, как будто придумывая сам себе новое задание. И такое приходится наблюдать не один год, причем со студентами разных курсов и факультетов и по задачам из разных дисциплин. Кое-кто по привычке спешит связать это со сложностью задач и материалов дисциплин и с недостатками их объяснений, настаивая на подходящих переменах рабочих программ, методик преподавания и оценивания. Однако устраивать реформаторские процедуры в случаях с приведенными примерами бессмысленно и даже вредно.

Как-никак, а приведенные примеры указывают, прежде всего, на сбой во внимании студента с риском перенаправить цель на выполнение того, что не

надо. Ситуация больше походит на наличие запущенной психической болезни у студента, тем более что по способностям этот студент оказывается обычно на высоте. И причиной для зарождения и укрепления такого синдрома болезни вполне могло стать отсутствие у этого студента условий для обучения его еще в школе на уровне, отличном от примитивного. Способному учащемуся невольно приходилось на занятиях часто отвлекать свое внимание на более серьезные думы и задачи. Редкие, а то и вовсе разовые в году процедуры типа олимпиад спасение в этом моменте принести не могут. Так что не сложность задач и материалов дисциплин, а, наоборот, их примитивность, начиная со школьной скамьи, приводит к указанной психической болезни у учащихся.

Кто-то заметит, что слабым учащимся тоже надо дать неплохое мини-образование. К тому же сильный учащийся по одной дисциплине вполне может оказаться слабым по другой дисциплине. Однако это вовсе не значит, что сложность задач и материалов по каждой дисциплине должна быть сведена до мини-уровня, полностью посильного слабым учащимся. Ведь на то и оценки, чтобы выражать различные уровни освоения учащимися дисциплины. А вот тестирование уместно использовать как раз для слабых учащихся, оцениваемых на двойку, при решении вопроса о возможности перевода их в следующий класс уже по примеру братьев наших меньших.

Конечно, сложность задач и материалов по любой дисциплине не должна быть и чрезмерной. Тем не менее, она должна достаточно полно охватывать тот объем знаний, который может быть востребован и использован учащимися в обычной жизни по окончании школы и в выпускающих дисциплинах при специальном образовании. Другое дело, что задачи и материалы по дисциплине должны допускать дифференциацию по уровням сложности для выстраивания оценок по освоению учащимися этой дисциплины. Однако с этим моментом, как правило, проблем нет. Проблемы возникают и обычно остаются вне здравого разрешения в связи с качественным разнообразием тем и разделов во многих дисциплинах.

Так, в русле высшей математики можно выделить свыше 30 качественно разных разделов. При традиционном подходе актуально было бы по каждому из них получать отдельную оценку. И кое-что в этом направлении уже работает, только вот на условиях разрушения системного единства математики и знаний по ней, а также увеличения общей нагрузки на студентов. А именно, некоторые

разделы извлекли из единой математики и оформили под них отдельные дисциплины. Явные и давние примеры этого подаются дискретная математика и статистика. А в ряде мест и вовсе всю математику поделили на несколько отдельных дисциплин. Однако сколь бы оригинальными ни были матрицы связей между такими дисциплинами, первые понятия в высшей математике должны быть связаны с представлениями о множествах, соответствиях, отношениях, операциях и даже алгебраических структурах, а это повторяет первый приличный раздел из дискретной математики. Аналогично, понятия математической статистики из курса высшей математики вновь повторяются в дисциплине-статистике. В итоге имеем, либо повторную трату сил и времени на первичные понятия математики, либо отсутствие сведений об этих понятиях в основном курсе математики с утратой им качеств полноценности.

Однако главным минусом в развернутых отношениях к математике как дисциплине является утрата системного единства и согласованности в понятиях и представлениях из нее. В свою очередь, согласно словам министра образования РФ, знание компетенций без глубинного базиса ничего не дает. Если приведение подобных членов студентом в формуле при встрече с ней в одном из разделов математики сработает как автоматическая процедура, это часто не значит, что такое сработает при встрече с этой же формулой в другом разделе математики, особенно, если эти разделы математики представлены разными дисциплинами. А ведь на деле разделы математики тесно связаны между собой, образуют единую систему, не живут друг без друга. Учет этого системного единства делает возможным сформировать сразу и более полноценный, и более простой для понимания, и более скорый для изложения курс высшей математики по сравнению с традиционными ее курсами. В частности, традиционный гигантский раздел по пределам последовательностей можно свести к одной странице из раздела по пределам функций, а при изложении дифференцирования разумнее первичным считать понятие дифференциала функции, а не ее производных, избегая в итоге нежелательных многочисленных расхождений в представлениях о функциях и возможностях их использования. Кроме того, в рамках единого курса возможен выход на качественно новый уровень работы со статистиками, в котором основу составляют поведение и динамика распределений, а не просто их оценки, на информационную бедность которых указывал уже и сам президент РФ.

Кто-то вновь поспешит заявить, что новый вариант курса высшей математики потребует более высокого уровня абстрагирования и из-за этого, в принципе, окажется непосильным для студентов. Однако сводить причину к уровню абстракции, попросту говоря, нелепо. Причина коренится, скорее, в традиции безальтернативно навязывать однообразные толкования материалов, а не разъяснять истинную, как правило, абстрактную природу вещей. И такая традиция продиктована указанным выше сведением дисциплины до минимального уровня, полностью посильного слабым учащимся. Если после этого учащийся и не превратится в робота, ему все равно чрезвычайно трудно будет избавиться от навязанного однообразия и выйти на новый, более полный и адекватный уровень представлений. Причем такой тупиковый синдром может явиться в освоении материалов не только математики, но и других дисциплин. По сути, традиционная стратегия образования сама с первых же шагов старается сделать из учащихся братьев наших меньших, а впоследствии стонет, не зная, кого бы и как в таких результатах обвинить. В свою очередь, проявление заботы о системном единстве и согласованности понятий и представлений в дисциплине уже является шагом по раскрытию истинной природы вещей, так что и понимание материалов дисциплины при этом в итоге оказывается на деле более полноценным и простым, а сам учащийся получает возможность избавиться от тупикового синдрома робота.

Как ни много говорится об избыточности дисциплин в школьном образовании и перегрузке из-за этого школьников, ситуация в этом плане лишь еще больше продолжает усугубляться. А ведь причины такого, по сути, те же, что и описанные проблемы у дисциплины математики при обучении студентов. Чтобы приобретаемые в школе знания были достаточно полноценными для жизни, соответствующие им дисциплины, в том числе математику, приходится со временем все более пополнять новыми материалами. Однако, вместо того, чтобы именно пополнить дисциплину, проявив при этом подходящую заботу о ее системном единстве и компактификации, предпочтение отдается доставке в ранге отдельных предметов множества независимых, часто рассогласованных фрагментов этой дисциплины. При таком подходе вполне возможны ситуации, когда одно и то же понятие будет толковаться принципиально различно, а на такой почве и вовсе не исключены описанные вначале варианты проявления запущенной психической болезни у студента.

В указанных проблемах нет оснований останавливаться только на одной математике, на деле они характерны для образования в целом, включая и гуманитарную сферу. И это в силах понять каждый, кто сам не превратился в робота, не свел свою деятельность до узкого круга программ и представлений. Более того, концепция базовых дисциплин [1] показывает, что каждый человек как актер выстраивает свою, индивидуальную, по сути, картину представлений, образы которой, тем не менее, имеют прообразы в картинах представлений, выстраиваемых другими людьми. Еще шире это раскрывается в теориях всего [2], затрагивая многообразие картин мировоззрений. Можно сказать, что представления одного человека служат, как правило, абстракциями для другого. И главное состоит в том, чтобы уметь согласовывать эти картины представлений, находить взаимопонимание. Вот бы к чему надо, прежде всего, готовить учащихся. Да и сам процесс обучения состоит, по сути, в поиске согласований между тем, что учащийся уже освоил, и тем, что ему дают. Преподаватель должен помогать учащемуся в этом деле понимания, в работе с абстракциями, а не просто навязывать ему автоматом ряд шаблонов и затем через тесты проверять этот автоматизм. Разумеется, при системном единстве дисциплины выхода на ее понимание и полноценность достичь проще.

Таким образом, не следует относиться к образованию и оцениванию его с позиций формирования им заведомо высокоодаренных гениев и, по сути, ухода от дифференциации учащихся по уровню освоения ими материалов дисциплин. Вслед за этим необходимо сами материалы дисциплин заготавливать из расчета оказаться полезными и актуальными даже для высокоодаренных гениев. И в любом случае важно заботиться о системном единстве каждой дисциплины, избегать ее дробления на независимые фрагменты. Тем более что через такое единство через привлечение концепции базовых дисциплин можно компенсировать недостатки в освоении трудно воспринимаемых дисциплин.

Список литературы

1. Сизиков, В. П. Концепция базовых дисциплин. [Текст] / В. П. Сизиков // Инновационные проекты и технологии в образовании, промышленности и на транспорте: Материалы научной конференции 08 февраля 2017 г. – Омск: ОмГУПС, 2017. – С. 217 – 224.

2. Теории всего. [Текст]: отчёт № 2172 о НИР (промежуточный) / Омский государственный университет путей сообщения; рук. работы В.П. Сизиков; исполн.: Т.Ю. Круковская, В.Ф. Кузнецов, Л.С. Петрова, В.П. Сизиков. – Омск: ОмГУПС, 2017. – 83 л. – Библиогр.: л. 79–83. – (в пер.) – № ГР 01201368699. – Инв. № 217071020016.

УДК 37.06

М. Б. Перепелица

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ФАСИЛИТАЦИЯ КАК ОСНОВА УСПЕШНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В статье раскрывается важность педагогической фасилитации для успешной реализации инновационных образовательных технологий (на примере индивидуального проектирования) в организациях системы среднего профессионального образования.

Задачи, которые стоят перед профессиональными образовательными организациями, заключаются в подготовке компетентного, конкурентно способного специалиста на рынке труда, готового к непрерывному совершенствованию своей личности. Поэтому среди множества педагогических технологий, предлагаемых к использованию в образовательном процессе, на занятиях по дисциплинам цикла ОГСЭ мы реализуем технологии проектного и информационно-развивающего обучения.

Каждая образовательная технология представляет собой процессную систему совместной деятельности студентов и преподавателя с целью достижения ожидаемого результата. В результате педагогического взаимодействия возникают различные психологические новообразования личностного и межличностного характера – феномены или эффекты. Они могут иметь конструктивный (развивающий) или деструктивный (разрушающий) характер.

Одним из значимых конструктивных феноменов педагогического взаимодействия является психологический статус личности, который позволяет осуществить процесс активного, последовательного, прогрессивного развития и саморазвития личности как педагога, так и обучающегося. В трудах К.Роджерса

(американского психолога-гуманиста) подчеркивается, что процесс обучения должен стать средством личностного роста субъектов, а образовательное поле представлять собой ситуацию комфорта и успеха [1]. Его точку зрения разделяет и российский психолог С.А. Смирнов: педагог, в обязательном порядке, должен стать референтным (авторитетным, признанным). При этом следует учесть, что педагог должен находиться «на шаг впереди» в ситуации передачи профессионального Знания [4].

Термин «фасилитация» (от англ. *facility* — благоприятные условия) вошёл в педагогику западно-европейских стран ещё в XX веке. Сейчас педагогическая фасилитация понимается как повышение продуктивности образования (обучения, воспитания) и развитие субъектов профессионально-педагогического процесса за счет их особого стиля общения и личности педагога [6].

Педагог как фасилитатор учения — это человек, создающий благоприятные условия для самостоятельного и осмысленного учения, стимулирующий любознательность и познавательные мотивы обучающихся, активизирующий групповую деятельность, предоставляющий учащимся разнообразный учебный материал [7].

Анализ поведения студентов на занятиях педагогов-фасилитаторов показывает, что они проявляют более высокий уровень заинтересованности в позитивных результатах учебной деятельности, ответственности, инициативы, самостоятельности. Межличностные отношения выстраиваются на основе эмпатии, уважения, взаимного доверия, искренности и становятся основой для дальнейшего общения в рамках профессиональной этики.

С 2015 года в техникуме реализуется идея индивидуального проектирования. Выполнение индивидуального проекта обучающимися первого курса по ОУД 04. История является обязательным условием получения среднего профессионального образования на базе основного общего образования с одновременным получением среднего общего образования в пределах соответствующей образовательной программы СПО.

Индивидуальный проект понимается как:

- целенаправленно организованная и результативная учебно-исследовательская деятельность обучающегося (учебно-познавательная,

социальная, художественно-творческая и др.) по актуальным проблемам современности;

- метод личностно-ориентированного обучения;
- способ повышения качества образования;
- активная форма обучения, позволяющая создать условия для освоения обучающимися личностных, метапредметных и предметных результатов;
- учебный проект, дающий возможность обучающемуся продемонстрировать свои достижения в самостоятельном освоении содержания общеобразовательной дисциплины и будущей профессиональной деятельности;
- обязательное задание в рамках внеаудиторной самостоятельной работы по изучаемой дисциплине.

Работа над индивидуальным проектом сочетает в себе реализацию таких гуманитарных технологий как проектного и информационно-коммуникационного обучения [2, 5].

Обратимся к теории. Практикующие преподаватели считают, что индивидуальное проектирование побуждает студентов к осмыслению своей деятельности с позиций социального, личностного, профессионального подходов; к целеполаганию, ориентированному на значимые результаты (успех); к самоорганизации; к анализу и синтезу информации из разных источников; к демонстрации собственных подходов в решении проблемы согласно своим возможностям. Однако помимо этого, на мой взгляд, следует отметить наиважнейшее качество этого процесса: индивидуальное проектирование позволяет модернизировать взгляды студента и преподавателя на сам процесс образования. Теперь, студент-исследователь (а именно ему отводится основная роль в процессе обучения) и преподаватель-менеджер выступают в качестве партнёров, стремятся к достижению цели, выбирая более удобные, с одной стороны, и более оригинальные способы и средства, с другой. Причём, стоит заметить, что все инновационные процессы в различных областях науки и техники при разработке проекта приветствуются и являются важной составляющей.

Рассмотрим образовательные задачи в профессиональном обучении, которые решаются в процессе подготовки индивидуального проекта:

- повысить уровень информированности специалиста (базовой и текущей);

- активизировать его образовательную деятельность;
- отразить профессиональную компетентность по данной проблеме;
- сконцентрировать и систематизировать необходимую информацию;
- обеспечить комплексно-методический подход в изучении определенного вопроса;

- сформировать исследовательские компетенции;
- использовать диалектический метод исследования;
- реализовать создание актуальных проектов;
- применить дифференцированный подход в обучении;
- спрогнозировать социальный статус будущего специалиста;
- настроить специалиста на достижение практикоориентированного результата.

При организации индивидуального проектирования крайне важно обратить внимание на личностные особенности преподавателя (его мировоззренческие позиции, профессиональные интересы, педагогические взгляды) и обучающегося (уровень интеллектуального развития, специальность, способность к самоорганизации).

Сам процесс работы над проектом обычно проходит по следующему плану:

1. Исходный этап.

- Определение проблемы: обоснование актуальности вопроса, анализ изученности, формулирование темы.
- Формулирование гипотезы о результатах и способах достижения результата.
- Определение цели проекта и поэтапных задач.

2. Организационный этап.

- Определение сроков выполнения проекта, составление плана и графика промежуточной отчетности.
- Выбор средств и методов выполнения.
- Обсуждение критериев оценки качества проекта и способа оценивания.
- Выбор способа оформления результатов и сценария презентации.
- Выбор формы работы (индивидуальной, групповой, коллективной), распределение обязанностей.

3. Реализация проекта.

- Сбор, анализ и обобщение информации из разных источников.
- Проведение исследования и структурирование материалов.
- Подготовка наглядно-графического материала (графиков, таблиц, схем, фотографий, текстов, видеоматериалов и т.д.).
- Оформление материалов для презентации (заключение, статья, доклад, электронная презентация, выставка и т.д.).
- Контроль и коррекция промежуточных результатов.

4. Заключительный этап.

- Общественная презентация проекта.
- Экспертиза проекта в соответствии с заданными критериями.
- Рефлексия: обсуждение процесса и итогов работы, групповых и личностных достижений [3].

Какие же ключевые компетенции формируются в процессе работы над проектом? Например, проектировочные (определение цели, разработка проектного задания, планирование работы и распределение обязанностей, реализация проекта, оформление результатов, общественная презентация, рефлексия); познавательные (навыки самостоятельной работы с информацией, самостоятельного конструирования знаний, применения к решению новых познавательных задач); исследовательские (выявление проблем, сбор информации, построение гипотез, экспериментирование, обобщение); коммуникативные (передача информации, умение слушать и понимать другого); социальные (умение сотрудничать в групповом общении и принятии решений, принимать собственные решения и брать за них на себя ответственность, регулировать конфликты); информационные (владение способами получения информации из разных источников, её обработка и хранение).

Понимают ли будущие специалисты, что индивидуальные проекты дают им возможность проявить свои личностные качества, в том числе и профессиональные?

Для ответа на эти вопросы была проведена анкета среди обучающихся по специальности «08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство»:

1. Знакомы ли Вы с понятием «технология проектного обучения»?

2. Работали ли Вы когда-нибудь над созданием проекта?
3. Вызывает ли у Вас интерес подобная работа?
4. Что при подготовке проекта у Вас вызывает сложность?
5. Нравится ли Вам презентовать свои проекты и почему?
6. Проявляются ли Ваши профессиональные компетенции в работе над проектом?
7. Можете ли Вы через проект передать личностное отношение к заявленной проблеме?
8. После презентации проекта изменилось ли Ваше отношение к однокурсникам как будущим профессионалам?
9. Отразится ли на Вашей дальнейшей карьере приобретённый опыт проектирования?

По итогам опроса можно сделать ряд выводов: около 15% студентов получили первичные навыки работы над проектами ещё в школе, для остальных - это новая, но интересная работа, не вызывающая особых сложностей. Уставшие от рутины и «одинаковости» знаний, студенты отдают предпочтение именно этому виду работы, потому что в нём сочетается не только свобода творчества и самовыражения, но и широта, и глубина информации. Возможность использовать различные художественные приёмы, формы работы, компьютерные программы расширяет их профессиональные горизонты. Между ними существует здоровая конкуренция, а это подталкивает к новым поискам, возникает желание удивить будущих коллег. Ограниченность своих возможностей как пользователей ПК, студенты «перекрывают» за счёт обращения к преподавательскому составу. Обозначение этой проблемы как личной, влияющей на профессиональный рост, становится стартовой площадкой для изменения ситуации. Групповая или командная работа, так или иначе, приводит к необходимости быть толерантными. А опыт полезного и приятного общения с однокурсниками выводит межличностные отношения на новый уровень. На основе полученных результатов студент может разработать план самообразования и самовоспитания, как текущий, так и перспективный.

Следует отметить, что работа над индивидуальным проектом позволяет погрузить будущего специалиста в квазипрофессиональную среду. Создать условия для развития интеллектуальных способностей, критического мышления, самостоятельного поиска источников информации и

прогнозирования результатов, профессионального роста. Обязательность и срочность проекта воспитывают ответственное отношение к выполнению работы. А проекты, затрагивающие нравственные вопросы, так или иначе демонстрируют отношение человека к заявленной проблеме. Юношеский максимализм и открытость высказываемых студентами мнений позволяет закрепить позитивные и корректировать негативные моральные аспекты.

Немаловажным моментом становится и возможность сохранить лучшие проекты студентов в базе СП СПО ОТЖТ (на бумажных или электронных носителях). Это позволяет с уважением отнестись к выполненной работе, при необходимости вернуться к ней, использовать лучшие проекты в конкурсах, выставках, сравнить уровень исполнения в начальном и последующих периодах обучения, продемонстрировать приращение профессиональных компетенций.

Таким образом, педагогическая фасилитация является основой успешной реализации таких образовательных технологий как индивидуальное проектирование.

Список литературы

1. Роджерс, К. Р. Гуманистическая психология [Электронный ресурс] – URL: <https://erudition.ru/referat/printref/id>.
2. Зеер, Э. Ф., Павлова, А. М., Садовникова, Н. О. Профориентология: Теория и практика: Учебное пособие для высшей школы [Электронный ресурс] – URL: <http://lib.convdocs.org/docs/index-41119.html>.
3. Новиков, А.М. О развитии методических систем [Электронный ресурс] – URL: http://www.anovikov.ru/artikle/met_sys.htm.
4. Педагогические теории, системы, технологии / под ред. С. А. Смирнова – [Электронный ресурс] http://pedlib.ru/index2.php?dir=3/0259&num_page=1&part=Books.
5. Полат, Е. С. Метод проектов [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.google.com/document/d/13xOCJ50yaEkIzYq2kuRf3nbzVDewud6fcIkMzFqyrq4/edit>.
6. Фасилитация педагогическая [Электронный ресурс] – URL: dic.academic.ru.

7. Феноменологическая теория личности К. Р. Роджерса [Электронный ресурс] – URL: https://studopedia.ru/10_6912_fenomenologicheskaya-teoriya-lichnosti-k-r-rodzhersa-html

УДК 930.1(09):329.021.3(571)

С. П. Исачкин

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ О СИБИРИ В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ИСТОРИЯ» В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

В работе рассматривается методика использования материалов о политической ссылке в Сибирь периода Первой мировой войны, выявляется специфика преподавания соответствующих вопросов в курсе «История» для технических вузов.

Использование местного материала в исторических курсах всегда поощрялось в кругах вузовских преподавателей. Это дает возможность повысить интерес обучающихся к соответствующим дисциплинам на всех уровнях подготовки специалистов. В частности в Омском государственном университете путей сообщения студентам бакалавриата и специалитета преподаются дисциплины «История» и «История железнодорожного транспорта», в магистратуре изучается «История и методология научно-технической деятельности», в аспирантуре – «История и философия науки».

Как показывает опыт, наибольший эффект в образовательном процессе оказывает привлечение местных материалов в практику преподавания курса «История» в силу специфики данной дисциплины. В результате изучения событий, фактов, конкретных примеров из истории городов и сел, или даже целых регионов студенты познают прошлое родного края, в определенной степени расширяя свой кругозор, а главное – приобретают навыки сравнительного анализа общего и особенного, объективного и субъективного, закономерного и случайного в ходе развития общественной жизни. Эти навыки, безусловно, могут быть использованы будущими специалистами в их профессиональной деятельности.

Вместе с тем в силу ограниченности часов на освоение данной дисциплины в технических вузах преподаватели практически не имеют

возможность использовать местный материал в учебном процессе. Дело, как правило, ограничивается выполнением студенческих рефератов с соответствующей проблематикой. Однако таким образом удастся охватить лишь незначительное количество студентов.

В сложившейся ситуации оптимальным способом привлечения местного материала может быть использование тем курса, в которых гармонично сочетаются мировые, общероссийские и региональные проблемы. В частности по дисциплине «История» такой темой является «Первая мировая война». При этом в ходе ее изучения самой сложной для восприятия студентов признается, по мнению многих преподавателей, проблема отношения различных политических сил России к империалистической войне. В данном случае тесное переплетение вопросов зарубежной и отечественной истории присутствует самым непосредственным образом. Вместе с тем стратегия и тактика политических партий России в отношении войны разрабатывалась не только за границей, но и в Сибири, где в качестве ссыльных находились такие лидеры отечественной социал-демократии как Я. М. Свердлов, Г. К. Орджоникидзе, М. В. Фрунзе, Г. И. Петровский, И. В. Джугашвили, В. В. Куйбышев, Ю. О. Мартов, Ф. И. Дан, И. Г. Церетели, С. Л. Вайнштейн и др. Таким образом, рассмотрение партийно-политических вопросов истории Первой мировой войны неразрывно связано с использованием материалов не только мировой и отечественной истории, но и истории Сибирского региона.

Приступая к освещению указанных вопросов необходимо разъяснить, что понятие «интернационализм» в широком смысле означает дружбу и братство народов, а в узком – идейно-политическую платформу партийных сил. Сущность такого интернационализма заключалась в классовом сплочении пролетариата разных стран против империалистических войн. Поэтому неудивительно, что наиболее интенсивное развитие идеи интернационализма получили в социал-демократических кругах периода Первой мировой войны. Данный процесс особенно остро протекал в России, где данная идеология разделялась на несколько направлений. Лучше всего в отечественной историографии изучены большевистские взгляды на мир, войну и революцию, благодаря в первую очередь советским историкам. В августе 1914 г. В. И. Ленин написал «Тезисы о войне», вскоре переработанные в манифест Центрального комитета партии «Война и российская социал-демократия» [1].

В данном документе основывались и выдвигались очень спорные лозунги: «Превращение империалистической войны в гражданскую», «Поражение царского правительства в мировой войне», «Создание III Интернационала, свободного от классовых компромиссов». Большинство современных ученых считают их неконструктивными и даже вредными для безопасности Отечества. Это отражено и в учебной литературе.

Гораздо труднее студентам разобраться с интернационалистскими идеями других представителей российской социал-демократии. В учебной и методической литературе об этом практически ничего не сказано, а в научной присутствует значительный разброс мнений, с которыми не просто разобраться даже преподавателям.

В частности ученым хорошо известно антивоенное воззвание ссыльных социал-демократов Минусинска, выпущенное осенью 1916 г. [2, л. 4]. Начиная с советского периода принято считать, что оно было написано Ф. И. Даном и И. Г. Церетели в целях поддержки платформы Ю. О. Мартова в отношении империалистической войны [3, с. 203]. Однако данная трактовка вопроса представляется очень сомнительной. Во-первых, И. Г. Церетели в рассматриваемое время отбывал ссылку в Иркутской губернии, в силу чего не мог быть соавтором указанной листовки. Во-вторых, ее текст, составленный Ф. И. Даном, не мог отражать платформу Ю. О. Мартова, поскольку эти политики представляли разные направления меньшевиков-центристов. Конечно, нельзя не учитывать того факта, что оба они поддерживали лозунг «Мир во что бы то ни стало!». Механизм его заключения был разработан П. Б. Аксельродом и состоял в давлении пролетариата на партийные верхи с целью созыва специальной международной конференции для принятия решения об одновременном отзыве социалистов из правительств воюющих стран и отказа парламентских фракций от голосования за военные кредиты. Потеряв опору в социал-демократии, империалисты Европы, по замыслам П. Б. Аксельрода, не смогли бы продолжать кровопролитие и вынуждены были бы заключить мир [4, с. 117]. Такова была позиция правого центра российской социал-демократии, которую пропагандировали в Сибири Ф. И. Дан, И. Г. Церетели, С. Л. Вайнштейн и ряд других видных политиков.

Не возражал против такого развития событий и Ю. О. Мартов, но он при всем этом предпочитал более решительные меры борьбы с империалистической

войной. Возглавляя левый центр меньшевиков-интернационалистов, Ю. О. Мартов призывал к мировой революции. Особенно отчетливо это прозвучало в письме «К российским товарищам» Заграничного секретариата Организационного комитета РСДРП, членом которого являлся Юлий Осипович. Там содержались следующие призывы: «Пусть в России народ поднимется для того, чтобы взять судьбы своей страны в свои руки, чтобы дотла уничтожить оплот всемирной реакции – царизм, чтобы сбросить с себя иго дворянского землевладения, – и германские милитаристы почувствуют, что каждый дальнейший их шаг вглубь России начинает им грозить восстанием в тылу!» [5, с. 387]. Как видно, за мир предлагалось бороться далеко немирными средствами.

Эта позиция нашла наиболее яркое выражение на страницах русской эмигрантской газеты «Голос». Даже В. И. Ленин называл ее «лучшим социалистическим изданием в Европе». [Цит. по: 6, с. 214]. В свою очередь Ю. О. Мартов в докладе на совещании меньшевистских лидеров в Цюрихе заявлял, что его воззрения на войну в главных чертах совпадают с ленинскими, а в статье «Русский марксизм и война» он констатировал: «Судя по некоторым признакам, у нас боятся, что, заняв непримиримую позицию, мы можем лить воду на мельницу ленинизма... Гораздо горшая опасность совпасть кое в чем существенном с нашими демократами марксистскообразными и народническими, идущими на поводу у кадетских руководителей общественного мнения» [5, с. 367]. Примечательно, что даже сотрудники царского Охранного отделения прогнозировали слияние мартовцев с ленинцами [7, с. 265, 266]. Однако этого не произошло, поскольку для первых из них был неприемлем тезис о поражении правительства своей страны в мировой войне. По мнению Ю. О. Мартова, «неверно то положение, будто всякое поражение ведет к революции». «Можно признать, – размышлял он, – что и при победе создадутся условия, облегчающие общественный прогресс. Заранее учесть для России вероятные последствия победы и поражения невозможно» [5, с. 366]. Поэтому выдвижение соответствующего лозунга он считал бессмысленным.

Ю. О. Мартов и его единомышленники были также против открытых призывов к гражданской войне. Они полагали, что лозунг мира является «кровным братом» лозунга гражданской войны, а агитация социалистов за прекращение кровопролития уже сама по себе означала «призыв к восстанию в

Германии, к перевороту во всех странах, где существует несправедливость и гнет» [5, с. 366]. Иначе говоря, если господствующие классы будут не в состоянии заставить народы истреблять друг друга, то они потеряют власть над трудящимися, к которым она и должна перейти.

Единомышленники Ю. О. Мартова искренне верили, что лозунг мира не только гуманнее, но и эффективнее призывов к гражданской войне, не понимая всю его иллюзорность. Однако во всех тонкостях данной платформы разбирались лишь руководители левого меньшевистского центра, а рядовые его представители нередко объединялись с большевиками, принимая их программные установки. Это наглядно подтверждает контрвоззвание «Группы революционных социал-демократов» на упомянутую декларацию Ф. И. Дана [8].

Приведенные факты свидетельствуют о непримиримых противоречиях различных течений РСДРП в сибирской ссылке, которая являлась прямым отражением положения дел в российской социал-демократии рассматриваемого периода. Усвоив сущность противоречий пораженцев, оборонцев, правых и левых центристов обучающиеся смогут участвовать в сложных дискуссиях на практических занятиях, готовить диспуты, доклады, рефераты в часы КСР, выступать на научных конференциях. Естественно, может возникнуть вопрос: зачем нужны эти, казалось бы строго специальные знания, студентам технического вуза? Однако в истории не бывает мелочей. Так пропаганда ленинского лозунга о поражении царского правительства в войне ослабило Россию, что привело к событиям 1917 г. Другой тезис В. И. Ленина о превращении мировой войны в гражданскую вообще был реализован на практике, но обернулся уже против тех, кто его выдвигал, так как пришедшие к власти большевики не были заинтересованы в глобальном конфликте внутри российского общества. Был осуществлен и третий ленинский лозунг, касающийся создания III Интернационала. В результате в ходе сплочения рабочего класса передовых стран в борьбе за свои права крупный капитал решился на серьезные социальные уступки, что мирным путем улучшило жизнь трудящихся в Западной Европе и Северной Америке.

Таким образом, использование материалов о ссылке в Сибирь будет способствовать лучшему усвоению темы «Первая мировая война» в процессе преподавания дисциплины «История». Эти знания, в свою очередь, помогут

будущим специалистам правильно ориентироваться в социально-политической обстановке современного мира.

Список литературы

1. Ленин, В. И. Война и российская социал-демократия [Текст] / В. И. Ленин // Полн. собр. соч. – Т. 26. – С. 13 – 23.
2. Российский государственный архив социально-политической истории (РГАСПИ). – Ф. 356. – Оп. 1. – Д. 74.
3. Борьба большевиков в Сибири против оппортунизма за создание и укрепление партийных организаций (1894 – 1917 гг.) [Текст] / под. ред. В. М. Самосудова. – Омск: Зап. Сиб. кн. изд-во, 1980. – 287 с.
4. Тютюкин, С. В. Война, мир, революция. Идеинная борьба в рабочем движении России 1914 – 1917 гг. [Текст] / С. В. Тютюкин. – М.: Мысль, 1972. – 240 с.
5. Меньшевики: Документы и материалы. 1903 – 1917 гг. [Текст] – М.: Изд-во РОССПЭН, 1996. – 515 с.
6. Тютюкин, С. В. Марксисты и русская революция [Текст] / С. В. Тютюкин, В. В. Шелохаев. – М.: РОССПЭН, 1996. – 240 с.
7. Большевики: Документы по истории большевизма с 1903 по 1916 г. бывшего Московского охранного отделения. [Текст] – М.: Политиздат, 1990. – 335 с.
8. Воззвание «Группы революционных социал-демократов» в Минусинске 1916 г. // Красная летопись. – 1924. – № 2. – С. 213 – 215.

УДК 340

И. Н. Сенин

ПРАВОВОЕ СОЗНАНИЕ И ЕГО ДЕФОРМАЦИИ

В статье рассматривается значение правосознания в правовой системе, анализируются причины, приводящие к деформациям правосознания, то есть искажениям адекватного восприятия права, указываются формы деформаций правосознания и предлагаются меры по преодолению этих деформаций, формированию у населения высокого уровня правосознания и правовой культуры.

Правовое сознание определяет идеальную духовную сторону права, поскольку выражает отношение индивида, группы, или общества к действующему или желаемому праву. Высокий уровень правосознания предполагает восприятие права как духовной и культурной ценности на основе знания законов и умения использовать их предписания для достижения общественно-полезной цели.

Между тем, оставляющие желать лучшего, социально-экономические условия жизни и несовершенство существующей правовой системы зачастую способствуют неверному, искаженному восприятию права и правовой действительности. В результате правосознание оказывается деформированным, неспособным адекватно осознавать и оценивать право и правовые явления. Деформации правосознания могут проявляться в различных формах:

Правовой идеализм – преувеличение реальных регулятивных возможностей правовой формы.

Правовая демагогия – намеренно-обманное, конфликтное, внешне эффективное воздействие отдельного лица либо различных объединений субъектов на чувства, знания, действия доверяющих им людей, посредством различных форм ложного одностороннего либо грубо извращенного представления правовой действительности для достижения собственных порочных корыстных целей, обычно скрывааемых под видом пользы народу и благосостояния государства.

Правовой дилетантизм (невежество) – небрежное отношение к юридическим ценностям, вольное обращение с текстом закона, оценкой юридической практики не в силу корыстных целей, а в силу незнания.

Правовой нигилизм – отрицание ценности права, необходимости правовых средств в регулировании общественных отношений.

Подобные деформации способствуют формированию отрицательных правовых установок, приводя в итоге к совершению правонарушений. Исходя из этого, деформациям правосознания необходимо оказывать противодействие.

Противодействие деформациям правосознания может быть определено как активная, целенаправленная деятельность общества, направленная на выявление и устранение причин и условий их возникновения и проявления, в целях формирования высокого уровня правосознания и правовой культуры личности, социальной группы и общества.

Факторы противодействия деформациям правосознания предполагают наличие процесса, затрагивающего изменение объективных условий жизни

общества в сторону улучшения, ведение целенаправленной идеологической, воспитательной и организационной работы, создание комплекса специальных юридических мер, направленных на формирование положительных правовых установок, правомерное поведение участников общественных отношений. Здесь необходимо сотрудничество юристов с экономистами, политологами, социологами, педагогами, которые вместе призваны разрабатывать конкретные пути устранения причин и условий, предопределяющих возникновение деформаций правосознания.

Такая деятельность должна быть построена на основе функционирования единой системы взаимодействия государственных органов, общественных организаций и индивидов. К сожалению ее в настоящее время не существует, как не существует и информационно-аналитического обеспечения данной деятельности.

Не менее важная задача, требующая решения – повышение эффективности правовой системы. Восприятие населением правовой системы как социально ценного института, значительно снижает вероятность формирования деформаций правосознания.

Одновременно с этим деятельность государства должна быть направлена на осуществление главной цели – создание и укрепление благосостояния населения, обеспечение личной безопасности граждан, которая «не мыслится без свободного доступа к медицинским услугам, образованию, культуре. А эти сферы становятся все более недоступными для большей части населения» [9, с. 20].

Ряд ученых рассматривает различные меры, осуществление которых могло бы способствовать снижению деформаций правосознания. Так, Ю.А. Тихомиров предлагает учитывать формирование и действие в обществе неформальных институтов [10, с.31], создающих неофициальные правила и нормы поведения, которые могут противодействовать официальному праву, тем самым способствуя возникновению деформаций правосознания. Исходя из этого, необходим анализ происходящих изменений в правовой сфере, чтобы поддерживать позитивные и отторгать негативные явления в праве, укрепляя этим силу и авторитет права и снижая уровень деформаций правосознания.

Следует согласиться и с В.И. Гойманом, рассматривающим совершенствование правоприменения в качестве фактора снижения роста деформаций правосознания, что должно проявиться в направлении правоприменения на максимально эффективное обеспечение прав и законных

интересов личности. «Необходимо признать основным критерием оценки правоприменительной деятельности степень удовлетворенности населения ее результатами» [5, с. 5].

М.С. Егорева отмечает недостаточность правовой информированности граждан, негативно влияющей на развитие правосознания. «Государство обязано информировать граждан обо всех законодательных актах-новеллах доступными ему средствами» [6, с. 109.]. Обеспеченность населения адекватной юридической информацией, ее точность, способны повысить правовую культуру общества, снижая деформированность правосознания.

В борьбе с деформациями правосознания имеет значение своевременная и доступная юридическая помощь гражданам.

Н. Р. Мухудинова выделяет следующие формы юридической помощи [7, с. 15]:

1. При формировании правосознания (право на юридическую информацию, разъяснение содержания правовых норм, получение юридического образования).

2. При обеспечении прав и свобод личности (дача консультаций, помощь в составлении документов, представительство и защита интересов).

3. При защите прав и свобод личности (при привлечении лица к любому виду юридической ответственности).

Представляется, что юридическая помощь должна неуклонно совершенствоваться.

Оказание юридической помощи возможно посредством создания и развития юридических клиник, способных в значительной степени удовлетворить потребности населения в правовой информации.

Ключевая задача их деятельности – оказание бесплатной юридической помощи, независимо от материального положения и места жительства обратившегося, что особенно удобно для социально незащищенных и малообеспеченных лиц.

В целях профилактики деформаций правосознания значительное внимание должно быть уделено правовому воспитанию населения, которое целесообразно начинать уже с детского возраста. В.Ф. Пирожков указывает, что в советском обществе было задействовано свыше пятидесяти социальных институтов и должностных лиц, которым государством вменялось в обязанность заниматься профилактикой преступности несовершеннолетних. Сейчас большинство из таких объединений бездействует [8, с.7].

Все полезное из прошлого опыта необходимо реконструировать и использовать с учетом изменения личности подростка и социальной ситуации в стране.

Важна работа по социальной адаптации лиц, освобожденных из мест лишения свободы. Последствием пребывания в местах лишения свободы, как правило, является приобщение к обычаям преступного мира, формирование и закрепление деформаций правосознания.

Как указывает В.Л. Васильев, необходимо проведение специальной работы по психологической подготовке осужденных к жизни в новых условиях. «Социальная адаптация может считаться успешной, когда социально полезные связи освобожденного в основных сферах жизнедеятельности установлены и не имеют существенных отклонений (нормальные отношения в семье, наличие жилья, постоянного места работы, участие в общественной жизни, полезное проведение досуга, повышение образовательного и культурного уровня)» [3, с.605].

Таким образом, правосознание нуждается в систематическом, рациональном формировании, стимулировании, позитивном социальном развитии.

Если механизм правового регулирования воплощен в сложном юридическом инструментарии, опирается на государственное принуждение, то механизм действия правосознания замыкается на чисто духовной сфере, указывает С.С. Алексеев [1, с.115]. И здесь для преодоления деформаций правосознания полезным может оказаться «социальное конструирование реальности», которое представляет собой по определению П. Бергера и Н. Лукмана, «процессы, с помощью которых любая система знания становится социально признанной в качестве реальности»[2, с.30]. Они предлагают четыре ступени социального конструирования реальности:

1. Хабитуализация (привычка; превращение в повседневность).
2. Типизация (повторяющиеся образцы взаимодействия, создающие социальную структуру).
3. Институционализация (воплощение идей путем закрепления образцов поведения в социальных нормах).
4. Легитимация (передача сложившихся институтов новым поколениям).

Полагаем, что использование подобных способов для формирования развитого правового сознания и преодоления его деформаций, могло бы стать полезным.

В целях формирования правовых ценностей могут использоваться СМИ, литература, искусство, деятельность ученых и общественных организаций, а также государства не только устанавливающего, но и активно защищающего провозглашенные нормы.

При планировании мер противодействия возникновению деформаций правосознания может принести пользу и синергетический подход на основе самоорганизации. Немецкий физик Г. Хакен определил самоорганизацию как спонтанное образование, за счет совместного действия многих подсистем. Самоорганизация относится и к социальным системам, включая право. Так как самоорганизация предполагает не один, а несколько вариантов развития, есть возможность выбрать наиболее предпочтительный для следования в данном направлении. Исходя из этого, в целях совершенствования правовой системы Ю.Ю. Ветютнев предлагает: «Изучить общественные отношения, найти параметры порядка и облечь их в правовую форму»[4, с. 64], что будет способствовать в том числе и значительному снижению деформаций правосознания.

В создании эффективной правовой системы, приносящей реальную пользу обществу и личности, – залог формирования высокого уровня правовой культуры личности и общества и успешного противодействия процессам, ведущим к возникновению любых форм деформаций правосознания.

Список литературы

1. Алексеев С. С. Теория права / С. С. Алексеев. – М.: Издательство «БЕК», 1994. – 220 с.
2. Бергер П. Социальное конструирование реальности. Трактат по социологии знания / П. Бергер, Т. Лукман. – М.: «Медиум», 1995. – 323 с.
3. Васильев, В. Л. Психологическая характеристика адаптации освобожденного к условиям жизни на свободе / В. Л. Васильев // Юридическая психология. – СПб., 2000.
4. Ветютнев, Ю. Ю. Синергетика в праве / Ю. Ю. Ветютнев // Государство и право. – 2002. – № 4. – С.64 – 72.
5. Гойман В. И. Правовой нигилизм: пути преодоления / В. И. Гойман // Советская юстиция. – 1990. – № 9. – С. 3 – 5.

6. Егорева, М. С. Доступ граждан к правовой информации как условие развития правосознания и формирования правовой культуры / М. С. Егорева // Государство и право. – 2001. – № 9. С. 108 – 110.

7. Мухудинова, Н. Р. Обеспечение конституционного права каждого на получение квалифицированной юридической помощи в российском уголовном процессе : автореф. дис. ... канд. юрид. наук. Ижевск, 2005. 26 с.

8. Пирожков, В. Ф. Криминальная психология / В. Ф. Пирожков. – М.: «Ось-89», 2001. – 704 с.

9. Рубчевский, К. В. Права человека и отчуждение человека от власти и общества в современной России / К. В. Рубчевский // Проблемы правового регулирования в современном обществе : материалы междунар. науч.-практ. конф. – Омск, 2005. – С. 19 – 21.

10. Тихомиров, Ю. А. Право официальное и неофициальное / Ю. А. Тихомиров // Российское право. – 2005. – № 5. – С. 80 – 87.

УДК 338.22

Е. А. Колесник, В. П. Шпалтаков

МОДЕРНИЗАЦИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ В КОНТЕКСТЕ ФОРМИРОВАНИЯ НОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА

В статье дана характеристика прогнозируемых изменений в машиностроении при распространении шестого технологического уклада. Приведен ряд основных проблем, сдерживающих технологическое развитие машиностроения. Обоснована ценность модернизации машиностроения как ресурса перехода к новому технологическому укладу.

Переход к шестому ТУ кардинально повысит эффективность основных направлений развития экономической системы [1]. Впечатляющие изменения прогнозируются в машиностроении – синтез нано- и биотехнологий, робототехники, микроэлектроники приведет к созданию сборочных автоматизированных комплексов, способных собирать любые объекты (в том числе и макроскопические) по заранее разработанной сетке. Изменится характер труда в машиностроении и роль человека в производственном процессе (рис. 1).

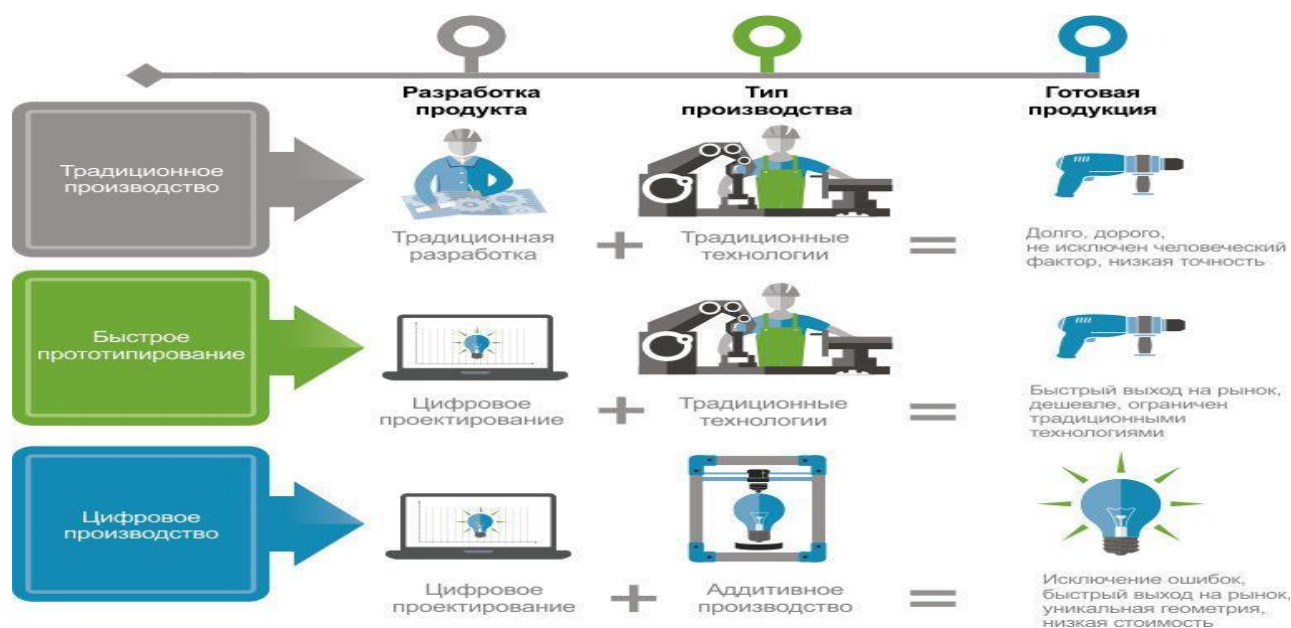


Рис. 1. Различия в традиционном и аддитивном производстве
(при цифровой трансформации машиностроения)

Машиностроение определяет технологический уровень развития экономики. Прибыль от данной отрасли, получаемая каждые 8-10 лет, способствует техническому перевооружению всей промышленности развитых стран мира. От уровня развития машиностроения зависят материалоемкость, энергоёмкость валового внутреннего продукта, производительность труда, промышленная безопасность и обороноспособность государства. Именно поэтому данная отрасль выступает как основа нового технологического уклада (рис. 2).

Распространение шестого технологического уклада в машиностроении России сдерживается незначительным масштабом, неотработанностью соответствующих технологий и неготовностью социально-экономической среды к их широкому применению. В частности технологическое отставание машиностроения России обусловлено [2]:

1. Снижением доли наукоемкой продукции (около 2,6 % в среднем по отрасли);
2. Высокой степенью износа основных фондов (до 75 %). Более того, за счет низких темпов обновления основного капитала (0,1-0,5 % в год) увеличивается удельный вес полностью изношенных фондов – 15 % в общем объеме основных фондов в среднем по машиностроению за 2015 г.;

3. Недостаточным финансированием НИОКР. Доля расходов на НИОКР в последние годы колеблется в пределах 1-1,5 % ВВП (рис. 3). В 2016 г. она составила 1,2 % ВВП – 44 451,5 млн. долл.

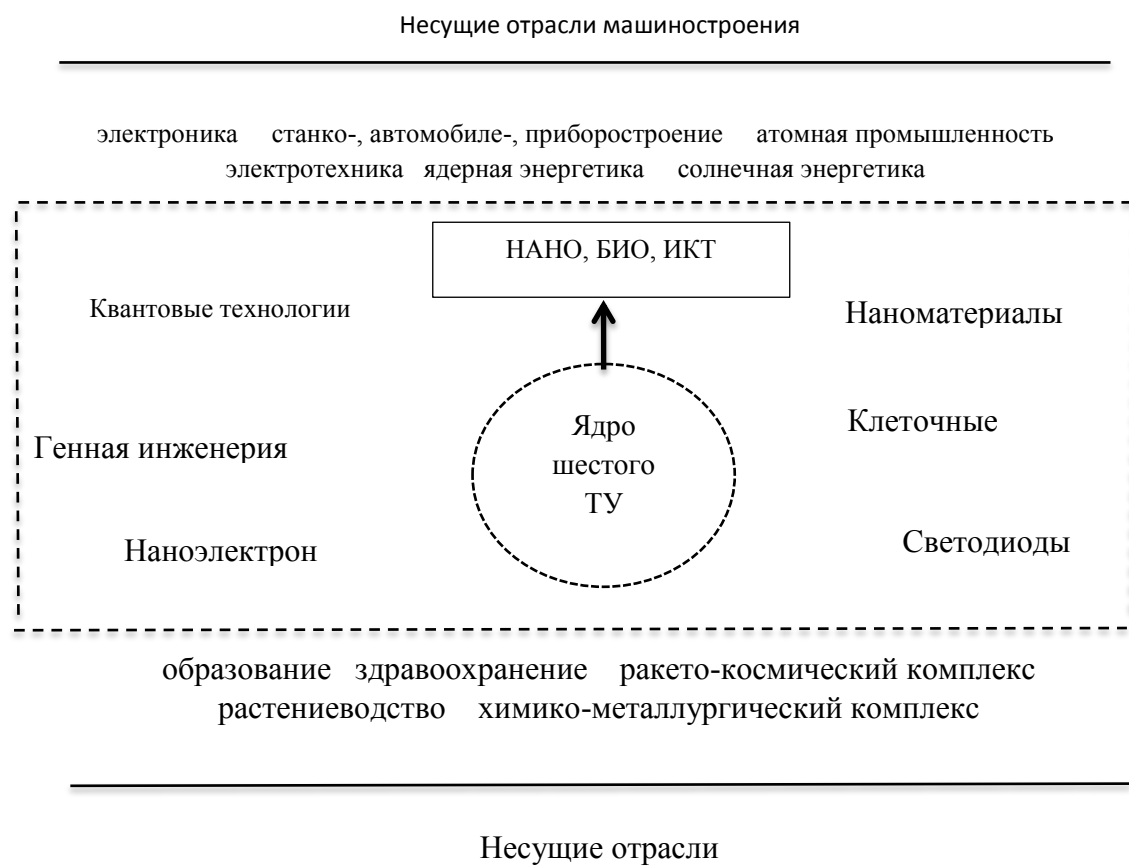


Рис. 2. Машиностроение как основа шестого технологического уклада (разработка автора)

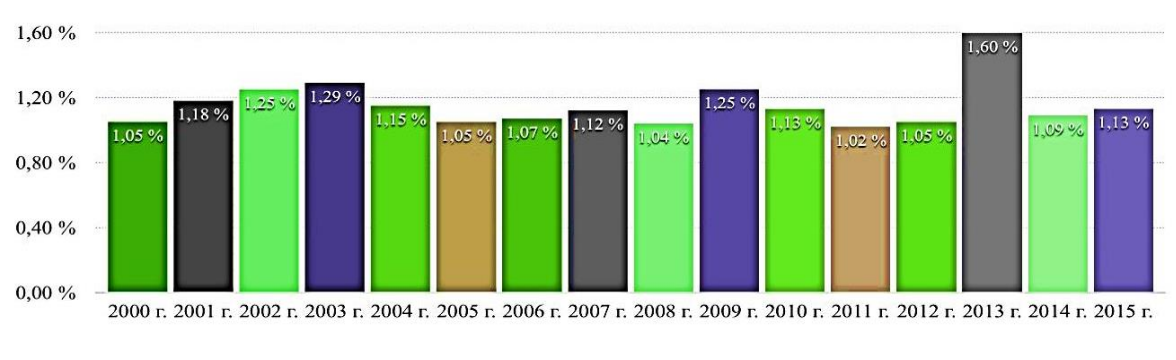


Рис. 3. Динамика расходов на НИОКР в России в % к ВВП, 2000-2015 гг. (автор по [3])

4. Низким уровнем патентной активности (рис. 4) [4]. Кроме того в России доля коммерциализации интеллектуальной собственности, охраняемой

патентами, достаточно мала – 2 % из 265 тыс. действующих патентов [25]. И только около 4-5 % отечественных предприятий занимаются внедрением инноваций в машиностроении. В Германии, Японии, США и Франции доля инновационно активных предприятий составляет 70-82 % [5].

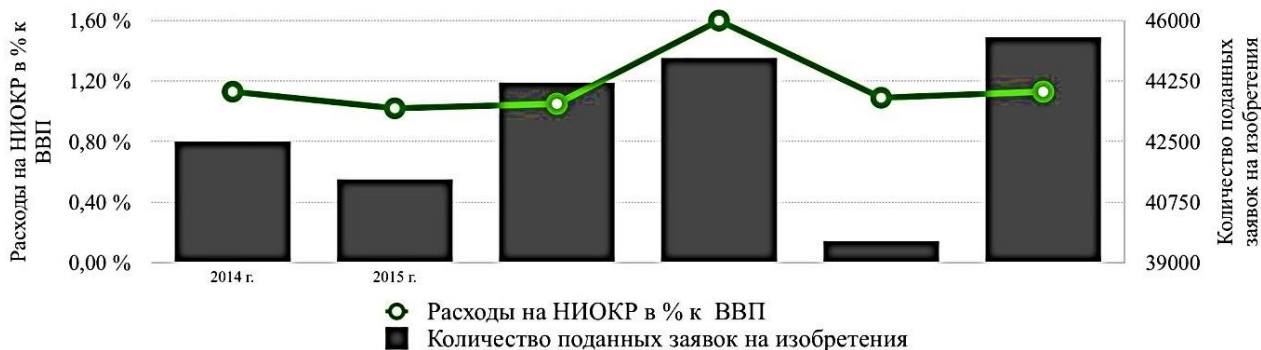


Рис. 4. Зависимость патентной активности от уровня финансовой поддержки НИОКР (автор по [3] и [4])

Как следствие – в России, 6-й технологический уклад пока даже не формируется. Доля технологий 5-го уклада составляет примерно 5-8 % (и только в военно-промышленном комплексе и в авиакосмической отрасли), 4-го – около 32-34 %, третьего – свыше 50 % [5].

Ценность модернизации машиностроения как ресурса перехода к новому технологическому укладу обусловлена несколькими аспектами. Во-первых, машиностроение – «лидирующая отрасль среди других отраслей промышленности в развитии и использовании высоких технологий» [6]. При этом машиностроение подвержено колебаниям экономической конъюнктуры в большей степени, чем другие отрасли экономики. Соответственно отрасль требует государственной поддержки для сохранения равномерности своего развития.

Во-вторых, опережающее развитие машиностроения лежит в основе смены технологических укладов. Тут необходимо принимать во внимание «обеспечивающий» характер данной отрасли – инновационные продукты выпускаются с использованием машин и оборудования, поставляемого машиностроением. В данном случае машиностроение занимает верхние сегменты цепочек добавленной стоимости, обеспечивая при этом технологическими ноу-хау заказчиков, относящихся к нижним сегментам таких

цепочек (к примеру, био- и нанотехнологии, производство современных материалов, микро-, фотоэлектронника и др.).

В-третьих, развитие машиностроения будет способствовать формированию цепочки добавленной стоимости с мультипликационным эффектом от технологической интеграции и кооперации, который распространится на смежные отрасли промышленности (металлургическая отрасль и др.), в том числе произойдет прирост добавленной стоимости, увеличение конкурентоспособности продукции и производительности труда.

Выводы

1. Модернизация машиностроения в контексте формирования нового технологического уклада связана с экономико-технологическими и организационными преобразованиями в промышленности.

2. Формирование нового технологического уклада возможно только при высокотехнологичном машиностроительном комплексе.

3. Ценность модернизации машиностроения как ресурса перехода к новому технологическому укладу обусловлена «обеспечивающим» характером отрасли.

Список литературы

1. Глазьев, С. Ю. О стратегии модернизации и развития экономики России в условиях глобальной депрессии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://glazev.ru/articles/1-mirovoy-krizis/54428-o-strategii-modernizatsii-i-razvitija-jekonomiki-rossii-v-uslovijakh-global-no-depressii> (дата обращения 21.01.2018).

2. Колесник, Е. А. Проблемы цифровой трансформации машиностроения / Е. А. Колесник / Актуальные вопросы развития экономики: Материалы международной научно-практической конференции. / под ред. д.э.н., доц. В. А. Ковалева и к.э.н., доц. Б. Г. Хаирова. – Омск. – 2017. – 248 с.

3. Наука и инновации: Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/economydevelopment/ (дата обращения: 22.01.2017).

4. Роспатент. Годовой отчет 2015 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.rupto.ru/about/reports/2015_1 (дата обращения: 11.01.2017).

5. Половинкин, В. Н. Модернизация машиностроения. Цифры. Тенденции. Вызовы / В. Н. Половинкин, А. Б. Фомичев // Экспертный Союз. – 2012. – № 1. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.unionexpert.ru/index.php/2011-07-25-15-56-33/item/264-modernization_engineering_figures_trends_challenges (дата обращения: 20.09.2014).

6. Кондратьев, В. Б. Глобальный рынок машиностроения / В. Б. Кондратьев // Перспективы. Электронный журнал. – 2013 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.perspektivy.info/rus/ekob/globalnyj_rynok_mashinostrojenija_2013-10-24.htm (дата обращения: 12.10.2014).

УДК 811.111:656.2

Е. В. Демишкевич

ФУНКЦИОНАЛЬНО-СЕМАНТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕРМИНОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Данная статья посвящена описанию лингвистических особенностей английской терминологии железнодорожного транспорта. Рассматриваются источники формирования терминов. Анализ исследуемого материала позволил выделить основные источники формирования терминологии и описать способ образования английских терминов железнодорожного транспорта. Автор приходит к выводу, что железнодорожная терминология пополняется за счёт заимствований и вторичной номинации уже существующей единицы в качестве имени для нового обозначаемого – терминологизации уже существующих в языке слов. Любая техническая терминология использует общеупотребительные слова в значении терминов.

Анализ английской железнодорожной терминосистемы в современном её состоянии с точки зрения представленности в ней разных эпох и сфер распространения научного языка и разных способов образования даёт возможность обнаружить в данной терминосистеме, наряду с неологизмами слова, зафиксированные чуть ли не первыми памятниками письменности, например: *drill* – бурав; *screw* – винт; *rattletrap* – колымага (громоздкий экипаж); *grate* – колосник (чугунная решетка для прохода воздуха под

топливо); *gauge* - лекало (род линейки для вычерчивания кривых линий): *knob* – набалдашник, сверло; рядом с собственно терминологическими образованиями, приспособленными для специальной сферы слова общеобиходного употребления или местные диалектные слова и даже просторечия, например: *relief-track* – обгонные пункты (допускают обгон поездов и в необходимых случаях перевод поезда с одного главного пути на другой; *line section* – околоток (подразделение дистанции пути; обеспечивают содержание и ремонт пути; *land fall* – оползни (деформация основания и откосов земляного полотна; *tongue* – остряк (часть стрелки перевода поездов с одного пути на другой).

Подобная пестрота состава английской железнодорожной терминологии свидетельствует о том, что терминология берёт истоки и пополняет ресурсы из разных источников и с помощью разных языковых средств, что формирование каждой терминосистемы имеет, как правило, длительную историю, в которой отражаются особенности формирования английского языка разных эпох в целом под влиянием внутренних и внешних по отношению к языку факторов.

Особый источник формирования английской железнодорожной терминологии, столь же традиционный, постоянный и активный – это образование терминов на английской основе средствами собственной словообразовательной системы или на основе международного терминологического фонда.

Говоря о терминообразовании как о процессе создания специальных наименований, вслед за многими исследователями, мы выделяем различие, существенное для нашего исследования, когда термины создаются из готовых стандартных частей, то есть терминоэлементов, и когда они создаются средствами морфологического словообразования – аффиксацией – по готовым моделям [1 – 4] и др.

Так, английские железнодорожные термины-существительные могут употребляться в качестве дериватов различных частей речи, например: *banking* – толкач (добавочный паровоз в хвосте поезда, подталкивающий его сзади); *to bank* – толкать; *compactor* – стабилизатор пути (самоходная машина на рельсовом ходу для ускоренной выправки и стабилизации железнодорожного пути); *incompact* – неплотный, нестабильный; *compacting* – стабилизирующий; *crossing* – пересечение путей сообщения (место, где железная дорога пересекается с другой железной дорогой или другими путями

сообщения - автомобильными дорогами, городскими улицами, трамвайными и троллейбусными путями); *cross* – встречный; *easement* – переходная кривая (кривая переменной кривизны, сопрягающая круговую кривую с прямым участком железнодорожного пути); *ease* – облегчать; *easing* – вспомогательный; *lead* – стрелочная горловина (структурный элемент железнодорожной станции - входная (выходная) часть путевого развития железнодорожной станции с группой стрелочных переводов, соединяющих парковые пути между собой вытяжными, соединительными и подъездными путями); *leading* – передний; *leader* – проводник вагона.

Такие слова, как *detector* – детектор (прибор для обнаружения и регистрации неисправностей подвижного состава); *defectoscope* – дефектоскоп (устройство для обнаружения дефектов, для скоростного контроля головок рельсов); *pantograph* – пантограф (устройство, обеспечивающее токосъём с контактной сети); *recuperation* – рекуперация (возвращение части материалов или энергии для повторного использования в том же технологическом процессе) и т.п., которые в современных европейских языках насчитывают уже многие тысячи, исторически восходят, прежде всего, к греческому и латинскому источникам.

В качестве стандартных терминологических элементов выступают чаще всего греко-латинские по происхождению морфемы, ставшие международным терминологическим фондом и вполне освоенные всеми европейскими языками.

Наиболее продуктивно в английской железнодорожной терминологии используются универсальные международные терминологические элементы, такие, как *a* - (отрицание) – *a-minus*, *a-negative* – отрицательный вывод источника напряжения; *anti* - (противопоставление) – *anti-creep device* – противоугон; *anti-drum* – звуконепроницаемость; *anti-hunting device* – стабилизирующее устройство; *micro* – (малый) - *microcomputing* – расчёты с помощью микро ЭВМ; *micro-inch* – миллионная доля дюйма; *micro probe* – микродатчик; *micro code* – микрокоманда; *macro* – (длинный, большой) – *macro code* – макрокод; *macroscopic lattice* – макроскопическая решетка; *auto* - (автоматический) – *auto bond* – дроссельный стык; *auto-coupling* – индуктивная связь; *autotuning* – автонастройка; *moto* – (моторный) – *moto grader* – автогрейдер; *tele* – (действующий на дальнее расстояние) – *tele-engineering* – техника дальней связи; *teleblocking system* – телеблокировка; *telesignalization* – телесигнализация;

radio - (относящийся к радио) – *radio in-fill* – радиозаполнение; *radio consol* – радиоконсоль; *radio-locating measure* – радиолокационный измеритель.

Значительный процент английских железнодорожных терминов составляют слова-заимствования из других языков. Эти термины, как правило, приходят в английскую железнодорожную терминологию как готовые языковые единицы вместе с понятиями и реалиями, наименованиями которых они являются, например: *viaduct* – виадук – заимствовано из французского языка в XVIII в. (французское *viaduc*; сложение латинского *via* – «дорога» и *ductus* – «проведение» (от *ducere* – «вести»); *ballast* – балласт – от немецкого *bal* – «плохой», «бесполезный»; *griffel* – грифель – от немецкого *griffel*; *dempfer* – демпфер – от немецкого *dämpfer* – глушитель; *bolt* – болт – от немецкого *bolt*; *graphite* – графит – от французского *graphite*; *depot* – депо – от французского *depot* – склад, хранилище; *detail* – деталь – от французского *detail*, буквально – подробность.

Появление заимствованных терминов объясняется усилившимися научными контактами учёных разных стран, совместной разработкой конкретных научных проблем, что требует сближения (одинаковости) соответствующих терминологий. В тех случаях, когда термины создаются на основе греко-латинских языковых элементов, они легко становятся интернациональными. В тех же случаях, когда термины образуются на базе национального языка и при этом широко распространены в научной литературе на других языках, они, как правило, не переводятся, а заимствуются другими языками [1, 3].

Искусственность создания свойственна всем словам специальной лексики, исконным и заимствованным. Искусственность их создания, развития или заимствования уравнивает единицы специальной лексики независимо от их происхождения. При этом слова, созданные на основе исконной лексики своего языка, нередко получают спецификацию. Спецификация выводит слово из общего употребления, вводя его в соответствующее терминологическое поле.

Анализ функционально-семантического направления в области английского железнодорожного терминообразования позволяет сделать вывод о том, что возникновение терминологии вообще возможно лишь тогда, когда наука достигает достаточно высокой степени развития, то есть термин возникает тогда, когда данное понятие настолько развилось и оформилось, что

ему можно присвоить совершенно определённое научное словесное выражение. Наименования, таким образом, отражают одновременно многие системные характеристики технических терминов, поскольку понятия, как и факты реальной действительности, взаимосвязаны [5, с. 44].

Номинативный инвентарь английской железнодорожной терминологии пополняется в основном за счёт как заимствований (*computer* – компьютер, *internet* – интернет), так и вторичной номинации, то есть использования в акте номинации фонетического облика уже существующей единицы в качестве имени для нового обозначаемого – терминологизации уже существующих в языке слов (*enginge* – двигатель, *locomotive* – локомотив). Любая техническая терминология использует общеупотребительные слова в значении терминов. Так, в английской железнодорожной терминологии есть *head carrige* – головной вагон; *rail base* – подошва рельса; *spike* – костыль; *track grading* – профиль пути; *bull-headed rail* – двухголовый рельс и т.п. Все выделенные слова существуют в английском общелитературном языке с иными или частично отличающимися значениями.

Вовлечению общеупотребительных слов в английскую железнодорожную терминосистему способствовало сходство обозначаемых ими предметов и процессов с некоторыми процессами и явлениями в железнодорожной практике.

Ассоциативные признаки, актуализируемые в процессе вторичной номинации, могут соответствовать компонентам переосмысляемого значения, а также таким смысловым признакам, которые, не входя в состав дистинктивных признаков значения, соотносятся с фоновым знанием носителей языка о данной реалии или о внутренней форме значения. Так, английские железнодорожные термины создаются как путем использования уже существующих в языке наименований (*haul* – перегон, *lock* – замок, *frame* – рампа), так и в результате переосмысления общеизвестных слов (*stock* – состав, передача, *rail supply* – рельсовая сеть, *rail lengths* – рельсовая плеть) и профессиональных наименований (*spring buckle* – серьга рессоры; *dead-ended track* – тупиковый путь), хотя при этом, в силу возникновения новых содержаний, между ранее зарегистрированными и новыми значениями могут возникнуть противоречия.

Основанием для метафорического или метонимического переноса служит полное или частичное внешнее сходство (*cat's back* – горб горки; *brake shoe* –

тормозной башмак; *ladder track* – стрелочная улица; *ballast bed* – балластное корыто и т.п.), подобие функций (*drainage gallery* – дренажная галерея; *filter pillow* – фильтрующая насыпь; *anti-water-bearing base plate* – противопучинная подушка); признаков (*turout track* – вытяжной путь, *cooling jacket engine* – двигатель с охлаждающей рубашкой); общности производимого впечатления (*railway density* – полотно железной дороги; *abutment pier* – бык; *track creep* – угон пути); смежности, пространственной близости (*manhole* – ниша тоннеля; *step-shaped route* – ступенчатый маршрут; *lead* – стрелочная горловина; *track yard* – парк путей); назначению (*head bridge truss* – главная ферма моста; *end-face* – грузовой фронт). Большинство общеупотребительных слов – субстантивов, как показывают толковые словари, в явном или скрытом виде определяются через соотнесение слова с ближайшим родом и видовыми отличиями [6]. Но существенное отличие английского железнодорожного термина от слов общей лексики заключается в том, что лишь только меняется его дефиниция (в связи с развитием науки, созданием новых гипотез и т. п.), то есть меняется объём терминируемого понятия, существующий термин становится нерелевантным, например, *coaching traffic* – пассажирский транспорт со временем был заменён на *passenger traffic*.

Функционально-семантический анализ показал, что источниками формирования английской железнодорожной терминологии является образование терминов средствами собственной словообразовательной системы или на основе международного терминологического фонда.

Список литературы

1. Авербух, К. Я. Общая теория термина [Текст] / К. Я. Авербух. – М. : Изд-во МГОУ, 2006. – 252 с.
2. Алексеева, Л. М. Проблемы термина и терминообразование [Текст]: Учебн. пособ. по спец. курсу / Л. Е. Алексеева. – Пермь. : Изд-во Пермского ун-та, 1998. – 120 с.
3. Гринёв-Гриневиц, С. В. Терминоведение [Текст]: Учебн. пос. / С. В. Гринёв-Гриневиц. – М. : Академия, 2008. – 304 с.
4. Лейчик, В. М. Терминоведение: Предмет, методы, структура [Текст] / В. М. Лейчик. – М. : УРСС Эдиториал, 2007. – 256 с.

5. Новикова, Т. А. Моделирование терминосистемы на основе тезаурусного описания терминов в профессиональной подготовке студентов технического вуза [Текст] / Т. А. Новикова. Монография. – М. : Компания Спутник +, 2008. – 358 с.

6. Гринев, С. В. Введение в терминоведение [Текст] / С. В. Гринёв. – М. : 1993. – 309 с.

УДК.796.212

Е. Н. Мироненко, А. Н. Нефедченко

ОРГАНИЗАЦИЯ И СОДЕРЖАНИЕ СПОРТИВНО – ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СРЕДИ СОТРУДНИКОВ ОмГУПС

В статье рассматриваются вопросы о формировании мотивационной сферы к занятиям спортом у сотрудников. Анализируется история возникновения спартакиады сотрудников и внедрения комплекса «Готов к труду и обороне».

В последнее время наблюдается изменение отношения населения к занятиям различными формами физических упражнений. Из простой и ясной системы двигательной активности спорт разросся в одно из наиболее важных социальных явлений, которое достаточно трудно оценить в целом. Значение феномена «спорт» значительно расширилось и включает в себя понятие игра, физические упражнения и просто здоровый образ жизни. Мы замечаем, что простая двигательная активность занимает все большее пространство в жизнедеятельности человека, в том числе и сотрудников университетов. И все чаще преподаватели вузов, стремясь к наиболее полной самореализации, стараются вести спортивный стиль жизни.

Учитывая важность пропаганды здорового образа жизни и развития корпоративной культуры кафедрой физическое воспитание и спорт (ФВС) совместно с профсоюзным комитетом сотрудников ОмГУПС десять лет назад было принято решение о проведении Спартакиады среди сотрудников университета. Для подготовки к данным соревнованиям организованы занятия в бесплатных спортивных секциях, руководят которыми сами сотрудники на общественных началах. Работают секции по волейболу, баскетболу,

настольному теннису, бадминтону, фитнесу, оздоровительной аэробике, атлетической гимнастике.

Целью Спартакиады является пропаганда здорового образа жизни, привлечение к регулярным занятиям физической культурной и спортом и выявление сильнейших спортсменов среди сотрудников.

Задача Спартакиады:

1. Привлечение сотрудников к регулярным занятиям физической культурой и спортом;
2. Сплочение коллектива;
3. Укрепление командного духа путем состязаний и командных тренировок;
4. Пропаганда здорового образа жизни и семейных ценностей;
5. Повышение веры сотрудников в себя и свои возможности.

На начальном этапе в программу Спартакиады входило шесть видов спорта с общим количеством участников около восьмидесяти человек. В дальнейшем программа подвергалась совершенствованию: за десять лет было апробировано четырнадцать видов спорта. Кафедрой ФВС было проведено анкетирование сотрудников университета на предмет их предпочтений занятий различными видами спорта. В настоящее время программа соревнований включает девять видов спорта: лыжные гонки, плавание, бадминтон, настольный теннис, волейбол, мини-футбол, дартс, стрельба из пневматической винтовки, и с 2018 года в программу добавлен новый вид зимняя рыбная ловля со льда. Количество участвующих сотрудников в Спартакиаде за десять лет возросло до 250 человек. В дальнейшем планируется увеличение количества видов спорта и повышение массовости данных соревнований.

Очень радует нас, как организаторов, так и всех участников, что в последние годы на спортивные площадки, показывая всем пример, выходят члены ректората: сам ректор – Сергей Михайлович Овчаренко (лыжные гонки, футбол), проректор по научной работе С. Г. Шантаренко (стрельба), проректор по воспитательной работе и социальным вопросам Ю.Н. Хмельницкий (Лыжные гонки, стрельба), проректор по хозяйственной работе и строительству И.Е. Зименков, ранее исполнявший обязанности первого проректора С.А. Лунев (волейбол, стрельба), начальник учебно-методического управления С.А. Баландин (стрельба, мини-футбол) и др. Надеемся, что в будущем,

руководство университета будет выступать своей сборной командой по отдельным видам спорта.

Кроме участия в Спартакиаде среди сотрудников ОмГУПСа наши преподаватели участвуют в соревнованиях областного и других уровней: 1) кросс наций, 2) лыжня России, 3) сибирский международный марафон, 4) Сибирский полумарафон, 5) традиционный профессорско–преподавательский турнир по бадминтону, 6) во всероссийских играх «Спорт поколений» среди работников железнодорожного транспорта.

Традиционно в середине июня проходит торжественное мероприятие, посвященное закрытию спортивного сезона, на котором участники получают памятные призы, кубки, благодарственные письма.

В летний период у сотрудников университета имеется возможность заниматься физической культурой и спортом в Спортивно–оздоровительном лагере «Транспортник» в с. Чернолучье.

Хочется отметить, что с 1 сентября 2014 года в соответствии с Указом Президента Российской Федерации № 172 введен в действие на территории Российской Федерации Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс «Готов к труду и обороне», который сегодня является программной и нормативной основой физического воспитания населения [1].

Целями комплекса являются повышение эффективности использования возможностей физической культуры и спорта в укреплении здоровья, гармоничном и всестороннем развитии личности, воспитании патриотизма и обеспечение преемственности в осуществлении физического воспитания населения.

В Приказе Минспорта России № 739 от 29 августа 2014 года определен Порядок организации и проведения тестирования населения, который осуществляется центрами тестирования по выполнению видов испытаний, нормативов, требований к оценке уровня знаний и умений в области физической культуры и спорта [3].

Выполнившие нормативы комплекса отмечаются золотыми, серебряными или бронзовыми знаками отличия, а также получают массовые спортивные звания и разряды. В СССР было два вида значков – золотой и серебряный, а в России к ним добавился еще и бронзовый значок ГТО, что делает воссоздаваемый комплекс еще более схожим с Олимпийскими играми для масс [4].

Сегодня уже стало нормой для преуспевающих людей следить за своей физической подготовленностью, посещать фитнес-клубы, бассейны, спортивные залы, корты и т.д. Такие люди интересны и привлекают к себе внимание окружающих. Становится понятным, что достижение успеха в жизни, во многом зависит от уровня здоровья и работоспособности гражданина [2].

Можно создать множество бонусов для получивших значок ГТО: премия, путевка на отдых, возможность бесплатного посещения спортивных мероприятий, платных спортивных секций и т.п.

В рамках работы по внедрению Комплекса ГТО в ОмГУПСе сделаны первые шаги: размещены на информационных стендах университета и кафедры ФВС нормативные документы, виды испытаний (тесты), нормативы, требования к оценке уровня знаний и умений в области физической культуры и спорта, проводятся спортивно-массовые мероприятия, организовываются встречи с выдающимися спортсменами, ветеранами спорта.

Благодаря руководству университета, в университетском студенческом городке построена площадка для воркаута, с элементами тренажеров, для подготовки к сдаче норм ГТО.

На кафедре ФВС ОмГУПС регулярно проводятся методические занятия по видам спорта и физических упражнений, входящих в комплекс ГТО.

Более 30 сотрудников университета сдавали нормы ГТО в прошлом году. Положение о спартакиаде сотрудников ОмГУПСа в 2016 году было составлено таким образом, что итог командного первенства по факультетам и институтам подводится исходя из выполнения участниками испытаний норматива, соответствующего значку отличия комплекса ГТО. Дистанции также приближены к дистанциям комплекса. Это сделано для приобщения сотрудников к нормативам комплекса. Удивило нас, как организаторов, что в отличие от студентов, большинство сотрудников показывали результаты в личных соревнованиях соответствующие нормативам знаков отличия (в основном золотой и серебряный).

Начав работу по привлечению студентов и сотрудников к сдаче норм комплекса ГТО, мы пришли к следующим заключениям:

1. Для привлечения большего числа населения к сдаче норм ГТО, необходимо в первую очередь создать условия для занятий физическими упражнениями в шаговой доступности от мест проживания населения:

оборудовать во дворах комплексы тренажеров для подготовки к сдаче норм, сделать доступным для всех слоев общества посещение спортивных объектов.

2. Необходимо уйти от принудительного подхода. Создать льготы и привилегии для выполнивших нормы ГТО на золотой, серебряный значок и бронзовый значок.

3. Необходимо открыть достаточное количество центров тестирования, для беспрепятственного прохождения регистрации и сдачи норм.

4. Для работников необходимо предусмотреть материальный стимул для выполнения норм ГТО.

5. Необходимо проводить соревнования по сдаче норм ГТО для разных возрастов населения, на разных уровнях, начиная от внутришкольного, или внутриуниверситетского, заканчивая Российским и Международным масштабом!

В заключении хочется отметить, что наш университет всегда стремится закрепить за собой звание одного из самых спортивных вузов г. Омска, вуза пропагандирующего здоровый образ жизни и развитие корпоративной культуры.

Список литературы

1. Курамшин, Ю. Ф. Комплекс ГТО в системе физического воспитания студентов: история создания и развития [Текст] / Ю. Ф. Курамшин, Р. М. Гадельнин / Теория и практика физической культуры. – 2014. – № 7. – С. 9 – 12.

2. МIRONENKO, Е. Н. Внедрение комплекса «Готов к труду и обороне» в жизнедеятельность студенческой молодежи / Современные проблемы ГТО, образования, физического воспитания, туризма и здоровьесбережения молодежи / Е. Н. МIRONENKO, Я. Ю. Свиридов, А. А. Терещенко // Сборник научных трудов международной студенческой науч. – практ. конф., Выпуск 9, Т. 2 / Уральский государственный университет путей сообщения. Екатеринбург, 2016. – С. 381 – 386.

3. Физическое состояние и готовность студенческой молодежи к выполнению нормативов всероссийского физкультурно – спортивного комплекса ГТО 2014 года [Текст] / Е. И. Перова, В. А. Куренцов и др. / Вестник спортивной науки, 2014, № 2. – С. 55 – 60.

4. Павлова, И. В. Физическая готовность студентов к сдаче норм комплекса «Готов к труду и обороне» нового поколения [Текст] / И. В. Павлова, Т. Ю. Белова / Физическое воспитание и студенческий спорт глазами студентов: Материалы всероссийской науч. – практ. конф. с международным участием. Казань, 2015. – С. 502 – 503.

УДК 329

В. Е. Степанов

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ПАРТИЙНОЙ СИСТЕМЫ В ПОСТСОВЕТСКОЙ РОССИИ

В статье приведен перечень факторов, негативно влияющих на развитие партийной системы современной России. Анализируются исторические, социально-политические, правовые причины, препятствующие формированию устойчивой партийной системы в качестве базового института гражданского общества нашего государства.

Политические партии являются одним из базовых институтов в рамках формирования и развития политической системы государства. Будучи выразителем интересов различных социальных групп, они во многом являются индикатором действующего в данной стране политического режима. Именно в условиях демократии политические партии являются отражением политического плюрализма в стране. Это является базовым условием практической реализации многообразия политических сил в стране с различными идеологическими установками. Тем самым создаются легальные условия для деятельности в стране оппозиционных политических сил, которые выступают не только принципиальными критиками действующей власти, но и предлагают альтернативные варианты решения конкретных проблем в различных сферах общественной жизни.

Безусловно, в каждом государстве, в котором функционируют политические партии, есть своя специфика их формирования и развития. Аналогично в каждом государстве формируется свой тип партийной системы, который подвергается различным трансформациям. В России история деятельности политических партий затрагивает достаточно короткий

промежуток исторического развития. Более того, большая часть этого времени приходится на функционирование однопартийной системы в рамках советского периода истории. Ключевым фактором подобного явления стал тоталитарный политический режим, отличительной особенностью которого наличие единственной политической партии, в то время как наличие других подобных образований является невозможным в принципе.

Несмотря на то, что политические партии начали активно формироваться еще в конце XIX века, их официальная деятельность в правовом поле стала возможна только в начале XX века. Данное решение властей было напрямую связано с событиями первой русской революции 1905-1907 гг. в ее фазе подъема.

Тогда С.Ю. Витте, председатель кабинета министров, не являясь сторонником либеральных реформ и разделения властей на законодательную, исполнительную и судебную, но понимая опасность сложившейся в обществе ситуации, составил и направил Николаю II меморандум о положении дел, программы реформ и Манифест об усовершенствовании государственного порядка. 17 октября 1905 года Николай II подписал данный Манифест. Тем самым, Государственная Дума превратилась в законодательный орган власти. Две палаты парламента – Государственная Дума и Государственный Совет наделялись равными правами в области законодательства, могли противостоять монарху в случаях несогласия с ним в области контроля над бюджетом и принятия новых законов. Избирательными правами наделялись те классы населения, которые раньше были его лишены. Манифест предоставил возможность создавать политические партии [1; с. 57].

Несмотря на это, деятельность оппозиционных политических партий в значительной степени ограничивалась, о чем свидетельствует опыт функционирования первой и второй Государственной Думы, которые были распущены властями до истечения срока своих полномочий. Разгон второй Государственной Думы завершился принятием нового избирательного закона, который значительно ограничил круг избирателей. При этом значительные преимущества получили избиратели с высоким имущественным цензом, что, в конечном счете, сказалось на итогах выборов. Государственная Дума Российской Империи III созыва была лояльной властям и проработала весь предусмотренный законом пятилетний срок.

Революционные события февраля и октября 1917 года кардинально видоизменили политическую систему и роль в ней политических партий. Приход к власти большевиков predetermined полный крах многопартийной системы. Разгон Учредительного собрания и удаление из правительства левых эсеров привели к возникновению однопартийной системы. Показательно, что с приходом к власти РКП(б) (впоследствии ВКП(б) – КПСС) начала сращиваться с государственным аппаратом. Результатом этого процесса было огосударствление коммунистической партии, превратившейся в надстройку над системой государственного управления. Так, именно И.В. Сталин, в 1930-е – начале 1940-х гг. являвшийся вождем партии, был руководителем страны, а не В.М. Молотов, занимавший пост главы советского правительства [2; с. 22].

Таким образом, за период чуть более десяти лет в начала XX века, наше государство прошло путь от юридического закрепления деятельности различных политических партий до однопартийности. При этом мировая практика в рамках политического процесса развитых демократических государств выработала цивилизованные нормы взаимоотношений между правящей партией и оппозицией. Например, в США перед принятием важных решений президент обращается не только к своим однопартийцам, но и политическим оппонентам.

Более того, принадлежность к определенной партии далеко не всегда является гарантией поддержки всех инициатив со стороны представителей данной партии. Так, одно из ключевых программных положений президента США Дональда Трампа – отмена реформы здравоохранения, которую реализовал его предшественник Барак Обама, не было реализовано, в том числе по причине критики данной идеи со стороны представителей республиканской партии, которую представляет действующий глава американского государства.

На протяжении 70 лет политическое и социально-экономическое развитие советского общества определяла Коммунистическая партия Советского Союза (КПСС). Эта структура монополизировала всю полноту власти в стране. Любой вопрос во всех сферах жизни населения входил в компетенцию соответствующего комитета коммунистической партии. Попытки создания альтернативных политических групп однозначно оценивались государственными структурами как самое тяжелое уголовное преступление. Таким же образом толковалось покушение на официальную идеологию КПСС – марксизм- ленинизм [3; с. 6].

Партия, в которой к 1989г. состояло 20 миллионов человек, выглядела несокрушимым монолитом не только в глазах официальной пропаганды. Поэтому для многих внутри и вне России быстрый крах КПСС, закат однопартийной системы выглядит загадкой. Для ее объяснения довольно часто используется информация на уровне слухов и домыслов. Между тем, господство партии-монополиста объективно порождало проблемы, которые угрожали внутренней стабильности режима.

Взяв на себя функции тотального контроля и управления всей деятельностью общества, КПСС перегрузила свои структуры вопросами, далеко выходящими за пределы компетенции политической партии. Контроль за деятельностью огромного хозяйственного комплекса, ориентированного на выполнение волюнтаристских решений людей, которые пытались воплотить в жизнь утопические идеи, требовал постоянного расширения аппарата КПСС.

То есть тоталитарный политический режим, основанный на самодержавии в царской России, а в дальнейшем - длительный период советской диктатуры стали мощными сдерживающими факторами, тормозящими формирование и развитие партийной системы в стране. Традиции однопартийности в нашей стране выработали в сознании части людей стойкое неприятие политических партий, крайне низкий уровень доверия к данному политическому институту.

Ряд исследователей указывают на преемственность ряда тенденций в современной политической жизни страны: «российский социум как в начале XX века, так и сейчас, характеризуется...монологическим характером отношений между властью и обществом, отсутствием политики как публичной сферы, в рамках которой происходит диалог равноправных участников политического процесса и в которой, согласно политологическим канонам, и должен решаться главный политический вопрос – вопрос о власти» [4; с. 106-107]. Безусловно, вопрос власти – ключевой в повестке деятельности политических партий, так как завоевание власти для оппозиции и ее сохранение для правящей партий является основной задачей.

Крах советской однопартийной системы привел к крайне хаотичному процессу формированию протопартийных структур различной идеологической направленности. В общественное сознание, а затем и в политический процесс на рубеже 1980-1990-х годов вторглись ранее запрещенные идеологии: либерализм, национализм, социал-демократия. В российском обществе

возникла реальная конкуренция политических идеологий, оказавшаяся решающим фактором формирования политической многопартийности [5; с. 55].

Несмотря на то, что партийная система в постсоветской России стала альтернативной, участие властей в формировании партийных структур продолжает оставаться активным. «Выбор России», «Партия российского единства и согласия (ПРЕС)», «Демократический выбор России», «Наш дом – Россия», «Отечество – вся Россия», «Единство (в дальнейшем – «Единая Россия»)» - это названия партий и движений, чье создание напрямую связано с ключевой ролью административного ресурса для участия в парламентских выборах как федерального, так и регионального и местного уровней. Специфика подобных «партий власти» заключается в том, что она является производной от самой власти, а не от общества» [6; с. 266].

Реальной проблемой формирования современной демократической партийной системы является политическая пассивность населения, его нежелание участвовать в политической жизни страны (высокий уровень политического абсентеизма). Безусловно, подобные установки не способствуют самоорганизации населения «снизу», формированию институтов гражданского общества, к которым относятся и политические партии.

Особая роль в формировании и функционировании партий отводится молодежи, ее политической активности. К сожалению, значительная часть молодых людей в нашей стране не являются активным участником политического процесса, что также сдерживает построение полноценной партийной системы. Ярким примером тому является отказ от участия в выборах в качестве избирателей.

Существуют три модели негативного электорального поведения молодых людей. Первая модель может быть выражена следующим образом: «На выборы не хожу, потому что мой голос ничего не изменит». Исходя из этой модели, неучастие молодежи в выборах объясняется тем обстоятельством, что на политической сцене отсутствуют силы, способные агрегировать интересы молодежи, что неизбежно ведет к неверию молодых людей в собственные силы. Вторая модель: «На выборы не хожу, потому что мне это вообще неинтересно». Эта модель характерна для значительной части молодежи, которая занята своими собственными делами и для которой политическая жизнь вообще не представляет никакого интереса [7; с. 14].

Третью модель можно определить следующей фразой: «На выборы не хожу, потому что никому не верю, политика – это грязное дело». Эта модель

голосования объясняет неучастие в выборах по причине общего неприятия действующей власти и института выборов. Молодые выборы считают, что выборы – это циничный процесс, их механизм хорошо известен. За деньги кандидат нанимает команду, ему пишут речи, выпускают листовки, учат подстраиваться под избирателя – и победа обеспечена. Он много обещает, но ничего не делает. Молодые люди не хотят быть пешками в чужой игре и поэтому отказываются в ней участвовать [7; с. 14]. Роль молодежи, ее политическая активность, безусловно, должны быть реализованы в значительной степени. Это связано с высокой мотивацией деятельности, стремлением открывать для себя новые сферы деятельности. С другой стороны, молодежь как никто знакома с проблемами людей своей возрастной категории, что позволило бы политическим партиям более эффективно решать подобные насущные вопросы.

Незначительной роль политических партий остается еще и потому, что в стране невелика роль парламента в управлении политическим процессом при доминировании исполнительной вертикали власти. Все это приводит к тому, что выборы в парламент значительно уступают по своей важности президентским, а, следовательно, снижают роль политической партии в формировании и развитии гражданского общества в стране [8; с. 37]. Если в странах с парламентской формой правления партии являются не только активным участником выборов в органы законодательной власти, но и формируют исполнительную власть, то в России с ее полупрезидентской формой правления партии лишены такой возможности.

Согласно действующей Конституции РФ их роль сводится к рассмотрению в Государственной Думе кандидатуры на должность Председателя Правительства РФ. После трехкратного отклонения представленных кандидатур премьер-министра Государственной Думой Президент РФ назначает Председателя Правительства, распускает Государственную Думу и назначает новые выборы. Данная конституционная норма явно не добавляет политической значимости политическим партиям, работающим в нижней палате российского парламента.

Само же гражданское общество в стране характеризует неоформленность, неартикулированность и противоречивость интересов. Российское общество переживает процессы стремительных трансформаций, повышенной социальной мобильности, а это в свою очередь порождает значительные проблемы в

определении любыми политическими партиями и общественно-политическими движениями своей социальной базы [8; с. 38].

Стоит также отметить постоянные изменения, происходящие в избирательном законодательстве, которые регулируют деятельность политических партий. Изменился тип избирательной системы при выборах в Государственную Думу: на смену пропорциональной избирательной системе по партийным спискам пришла смешанная система (по партийным спискам и одномандатным округам). Именно по смешанной системе проходили последние выборы в нижнюю палату российского парламента 18 сентября 2016 года.

Таким образом, формирование и развитие партийной системы в современной России имеет ряд трудностей. К данным факторам относятся политические традиции нашего государства, которые включают длительный период тоталитаризма. Крах советской однопартийной системы привел к весьма хаотичному развитию протопартийных структур, резким политическим трансформациям. В настоящее время формирование партий как институтов гражданского общества сдерживается активностью государства, создающего подобные структуры «сверху» при активном привлечении административного ресурса.

Одним из индикаторов слабого уровня гражданского общества является политическая пассивность значительной части населения, его нежелание использовать легальные формы политического участия, включая активное и пассивное избирательное право (право избирать и быть избранным). Правовая основа деятельности политических партий также остается весьма нестабильной, что свидетельствует о том, что партийная система современной России находится в фазе своего становления и активного развития.

Список литературы

1. Курмаз, А. И. Обособление и выделение законодательной ветви власти в российском государстве в начале XX века / А. И. Курмаз // Общество и право. – 2012. – № 2. – С. 57 – 61.
2. Никитин, А.Ф. Российская многопартийность: истоки и перспективы / А. Ф. Никитин // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В. Г. Белинского. – 2007. – № 7. – С. 21 – 24.

3. Абрамов, В. Н. Многопартийность в постсоветской России: тенденции, проблемы, общественные потребности / В. Н. Абрамов. – М.: ИЧП Магистр, 1997. – 40 с.

4. Разин С. Ю. Российская многопартийность и имперский миф в истории русской революции / С. Ю. Разин // Власть. – 2009. – №2. – С. 106 – 110.

5. Ильичев, А. Б. Идеологические основания формирования российской многопартийности в начале 1990-х годов / А. Б. Ильичев // Вестник Поволжского института управления. – 2013. – № 2. – С. 51 – 57.

6. Степанов, В. Е. К вопросу о понятии «партия власти» / В. Е. Степанов // Инновационные проекты и новые технологии в образовании, промышленности и на транспорте. Материалы научной конференции. Омск, ОмГУПС. – 2017. – С. 261 – 266.

7. Сербин, М. В. Проблемы повышения электоральной активности молодежи в условиях современной многопартийности в Российской Федерации / М. В. Сербин. – 2011. – № 29. – С. 14 – 16.

8. Сафонов, В. Е. Зачем и для чего нужны политические партии в современной России? / В. Е. Сафонов // Вестник РГГУ. Серия «Международные отношения. Регионоведение». – 2010. – № 4. – С. 35 – 42.

УДК 001.891.57

В. Г. Шантаренко

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТНОЙ ЗАДАЧИ В ВИЗУАЛЬНОМ ИНФОРМАЦИОННОМ ПОЛЕ

В работе рассмотрен пример моделирования в визуальном информационном поле на основе системного подхода как процесс перекодирования информации при решении текстовой вероятностной задачи.

Визуальное информационное поле – способ представления информации на плоскости в форме, доступной для визуального восприятия. Системный подход – способ организации информации в виде информационной системы, в основе которого лежит целевое выделение частей (состав системы), вычленение связей между частями (структура системы), соединение частей в единое целое – систему и выявление взаимодействия системы с окружающей средой. В

визуальном информационном поле информация представляется тремя моделями: текстовой, образно-знаковой и знаковой. Математическая знаковая модель имеет математический механизм решения, позволяющий получать недостающую информацию. Роль визуального информационного поля обусловлена тем, что при решении сложных задач необходимо оперировать большим количеством информации, которую мозг не может одновременно удерживать в оперативной памяти. Эту информацию мы проецируем на плоскость. В процессе развития цивилизации человечество разработало способы визуализации информации на плоскости. При этом информация выглядит либо как образ – изображение реального объекта, либо как знак – специальное изображение, созданное человеком с определенной целью. Особые знаки используются специальным образом в системах письменности и позволяют конструировать тексты.

В основе метода решения текстовой задачи лежит информационное моделирование в визуальном информационном поле на базе системного подхода как перекодирование информации, или последовательное построение разных видов моделей визуального информационного поля. Далее мы рассмотрим реализацию указанной технологии на примере решения вероятностной задачи на нахождение вероятности события.

Общая система вероятностной задачи:

1. Система вероятностной задачи на нахождение вероятности события определяется условиями двух типов. В задаче первого типа описывается некоторый вероятностный опыт, то есть определенные действия в заданных условиях, результат которых можно наблюдать. В рамках этого опыта задано некоторое событие, вероятность которого требуется найти. В задаче второго типа описываются некоторые события с известными вероятностями и некоторое событие, вероятность которого требуется найти. Условие задачи описывается в форме текста. Частями системы являются события, связи между частями определяются операциями над событиями.

2. Система имеет основную числовую характеристику вероятность события, которая задается классически числом p от 0 до 1, или в процентах числом $100p$, причем при вычислениях используется число p , а в условии и в ответе допустимо использование числа $100p$ процентов.

3. Состояние системы определяется набором значений известных числовых характеристик и известных вероятностных отношений между

событиями. Процесс решения задачи представляется как перевод системы из начального состояния, соответствующего набору данных из условия задачи, в конечное состояние, в котором неизвестные ранее числовые характеристики и вероятностные отношения из требования задачи становятся известными. При этом строится последовательность промежуточных состояний системы.

4. В задаче первого типа необходимо по описанию опыта ввести и описать главное событие, вероятность которого необходимо найти, используя комбинаторику. Вычисление вероятности главного события производится с помощью формул комбинаторики и определения классической вероятности. В задаче второго типа необходимо установить связи между главным событием, вероятность которого требуется найти, и событиями с заданными вероятностями. В результате исследования главное событие выражается через остальные события с помощью операций над событиями в алгебре событий, после этого искомая вероятность находится по формулам классической вероятности.

5. Общие связи - это вероятностные связи между событиями или вероятностями событий, которые берутся из общих знаний теории вероятностей. Сложность решения вероятностной задачи обусловлена тем, что заранее неизвестно, какие общие связи из множества всех известных вероятностных связей необходимы в процессе решения. Чем больше общих связей требуется для построения решения задачи, тем больше промежуточных состояний принимает система, следовательно, тем сложнее задача.

6. Частные связи представлены вероятностными отношениями между событиями и значениями вероятностей событий, которые заданы в условии задачи. Выявленная общая связь становится частной связью системы задачи при ее интерпретации в системе обозначений задачи.

7. Цель: присвоить искомым числовым характеристикам конкретные числовые значения, то есть получить числовое значение вероятности искомого главного события задачи.

8. Взаимодействие с информационной окружающей средой осуществляется в процессе решения (общая информация взаимодействует с частной).

Общие принципы построения формализованной текстовой модели:

1. В задаче первого типа выделяем основное множество всех исходов, то есть простейших неделимых результатов опыта, а затем выделяем подмножество всех исходов, благоприятных для главного события. В задаче второго типа выделяем главное событие и дополнительные события, которые связаны с главным. Вводим подходящие обозначения.

2. В задаче первого типа приписываем числовые характеристики основным и благоприятным исходам и описываем отношения между основными и благоприятными исходами. В задаче второго типа приписываем числовые значения вероятностям дополнительных событий и описываем логические отношения между событиями, выделяя простейшие части в их описаниях и связывая их логическими операциями «ИЛИ» - перебор, «И» - одновременность, «НЕ» - отрицание.

3. В задаче первого типа вводим неизвестные числовые характеристики мощностей основного множества всех исходов и множества благоприятных исходов, а также вероятности главного события. В задаче второго типа вводим неизвестную числовую характеристику вероятности главного события.

Общие принципы построения образно-знаковой модели.

В задаче первого типа в качестве образно-знаковой модели выступают диаграммы Венна. Квадрат представляет основное множество всех исходов, круг внутри квадрата представляет множество всех благоприятных исходов главного события. Другую образно-знаковую модель для описания комбинаторной части решения будем называть модель-лото: в мешочке для лото находятся бочонки, на которых нанесены натуральные числа номера начиная с единицы. Из мешочка производим случайный отбор бочонков и составляем из них набор или необходимую комбинацию. Упорядоченный набор представляется в виде ленты с пронумерованными слева направо клетками, в которые вписываем номера отобранных бочонков, неупорядоченный набор представляется в виде круга, внутрь которого вписываем номера отобранных бочонков в произвольном порядке. Операцию отбора представляем стрелкой, проведенной из мешочка к изображению набора как результата отбора. Вводим числовые характеристики конструкции: n – число бочонков в мешочке, m – число бочонков в наборе. Вводим качественные характеристики конструкции. V – возвратность операции отбора, которая может принимать значения «да» -

отбор с возвратом, или «нет» - отбор без возврата. U – упорядоченность набора, которая может принимать значения «да» - набор упорядочен, или «нет» - набор неупорядочен. W – повторность набора, которая может принимать значения «да» - набор с повторениями номеров, или «нет» - отбор без повторений номеров.

В задаче второго типа в качестве образно-знаковой модели выступают те же диаграммы Венна, в которых теперь квадрат представляет полную группу событий, а круги в нем представляют описанные в условии задачи события. Другая образно-знаковая модель строится в виде таблицы, в которой строки соответствуют событиям из условия задачи, в первом столбце записаны буквенные обозначения событий. Во втором столбце записаны описания событий из текста условия задачи, а в третьем столбце даны описания соответствующих событий в виде текста, разбитого на простые логические части, связанные логическими связками «ИЛИ» - перебор, «И» - одновременность, «НЕ» - отрицание.

Принципы поиска связей по образно-знаковой модели.

Общие связи для задач первого типа берутся из общих знаний комбинаторики о типах комбинаций и формул для вычисления числа комбинаций данного типа. Кроме того используются общие знания теории вероятностей, в частности формула классической вероятности. Для установления общих связей необходимо присвоить значения характеристикам модели-лото на основании исследования текстовой формализованной модели. Необходимо ответить на следующие вопросы: чему равно число бочонков в мешочке n , сколько бочонков отобрали в набор m , является ли отбор с возвратом V , будет ли набор упорядоченным U , наблюдается ли повторяемость номеров в наборе W . После присвоения значений характеристикам образно-знаковой модели остается классифицировать тип комбинации.

В задаче второго типа общие связи берутся из общих знаний алгебры событий и формул классической вероятности. Для их выявления следует установить соответствия между разными языками или способами представления информации: языком диаграмм Венна, языком теории множеств, языком логики и языком алгебры событий в теории вероятностей. Объединению кругов в диаграмме Венна соответствуют объединение множеств, логическая связка «ИЛИ», операция сложения событий.

Пересечению кругов в диаграмме Венна соответствуют пересечение множеств, логическая связка «И», операция умножения событий. Внешней части круга в диаграмме Венна соответствует дополнение множества до основного, логическая связка «НЕ», операция противопоставления события.

Записав общую связь в обозначениях образно-знаковой модели задачи, получим новую частную связь в задаче. Добавление этой частной связи к системе задачи переводит ее в новое состояние. Если на некотором шаге получено состояние системы, в котором все компоненты требования условия задачи уже включены в решение, то такое состояние считаем конечным.

Построение математической знаковой модели.

Для задачи первого типа после определения типа комбинации выбираем соответствующую формулу комбинаторики и интерпретируем ее в условиях задачи. После того, как найдены значения числа всех исходов, и числа всех благоприятных исходов остается вычислить значение вероятности искомого события. Для задачи второго типа после выявления связей между главным событием и дополнительными событиями составляем представление главного события в виде алгебраического выражения от дополнительных событий с помощью операций сложения, умножения и противопоставления событий. Затем представляем вероятность главного события через вероятности дополнительных событий по формулам классической вероятности. Остается интерпретировать полученную формулу в условиях задачи и вычислить значение вероятности искомого события.

Практические результаты применения методики.

Методика обучения математике средствами визуального информационного поля применяется автором в течение последних десяти лет в двух направлениях. Первое направление – это индивидуальная работа со школьниками при подготовке их к сдаче ЕГЭ по математике. В результате все обучаемые школьники успешно сдали ЕГЭ и поступили в высшие учебные заведения. Второе направление – это преподавание курса высшей математики студентам инженерных специальностей в ВУЗе. Введем следующие обозначения: У – успеваемость в процентах с учетом не явившихся на экзамен студентов, УИ – успеваемость в процентах без учета не явившихся на экзамен студентов, К – качество знаний в процентах с учетом не явившихся на экзамен студентов, КИ – качество знаний в процентах без учета не явившихся на

экзамен студентов. В трех экспериментальных группах, обучающихся по программе специалитета в 2015-2017 годах, были получены следующие результаты. I семестр: У-91,03, К-64,55, УИ-92, КИ-65,16. II семестр: У-86,24, К-59,47, УИ-98,41, КИ-65,7. III семестр: У-92,15, К-72,41, УИ-100, КИ-78,56. IV семестр: У-88,75, К-76,64, УИ-100, КИ-87,05. В двух группах, обучающихся по программе бакалавриата в 2015-2017 годах, среди которых одна была экспериментальной, а вторая референтной, были получены следующие результаты. Экспериментальная группа: I семестр: У-94,44, К-72,22, УИ-100, КИ-76,47; II семестр: У-87,5, К-75, УИ-87,5, КИ-75; III семестр: У-93,78, К-87,5, УИ-100, КИ-93,33; IV семестр: У-93,75, К-87,5, УИ-100, КИ-93,33. Референтная группа: I семестр: У-92,85, К-64,29, УИ-92,85, КИ-64,29; II семестр: У-90,91, К-54,54, УИ-90,91, КИ-54,54; III семестр: У-90,91, К-54,54, УИ-90,91, КИ-54,54; IV семестр: У-90,91, К-63,64, УИ-90,91, КИ-63,64. Представленные выше данные показывают, что качество знаний в экспериментальных группах выше, чем в референтной группе, как с учетом не явившихся на экзамен студентов, так и без учета не явившихся на экзамен студентов.

Список литературы

1. Перегудов, Ф. И. Введение в системный анализ [Текст] / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко. – М.: Высш. Шк., 1989. – 340 с.
2. Штофф, В. А. Моделирование и философия [Текст] / В. А. Штофф. – М.: Наука, 1966. – 250 с.
3. Шантаренко, В. Г. Системный подход к обучению студентов математике на основе моделирования в визуальном информационном поле как способ реализации когнитивно-визуального подхода [Текст] / В. Г. Шантаренко // Сибирский педагогический журнал / Новосибирский гос. педагогический университет. Новосибирск. – 2008, – № 6. – С.155 – 163.
4. Шантаренко, В. Г. Сопровождение студентов нематематических специальностей в процессе обучения математике средствами визуального информационного поля в курсе аналитической геометрии [Текст] / В. Г. Шантаренко // Сибирский педагогический журнал / Новосибирский гос. педагогический университет. Новосибирск. – 2009. – № 2. – С. 76 – 86.

5. Шантаренко, В. Г. Моделирование задачи на движение в визуальном информационном поле [Текст] / В. Г. Шантаренко / Актуальные проблемы преподавания математики в техническом вузе: материалы третьей межвуз. науч.-метод. конф. 27-28 сентября, 2013. Омск: – Изд-во ОмГТУ, 2013. – С. 127 – 134.

6. Шантаренко, В. Г. Моделирование задачи на работу в визуальном информационном поле [Текст] / В. Г. Шантаренко / Актуальные проблемы преподавания математики в техническом вузе: материалы межвуз. науч.-метод. конф. 3-4 октября, 2014. Омск: – Изд-во ОмГТУ, 2014. – Вып. 2. – С. 177 – 185.

7. Шантаренко, В. Г. Моделирование задачи на проценты в визуальном информационном поле [Текст] / В. Г. Шантаренко / Актуальные проблемы преподавания математики в техническом вузе: материалы межвуз. науч.-метод. конф. 2-3 октября, 2015. Омск: – Изд-во ОмГТУ, 2015. – Вып. 3. – С. 169 – 174.

8. Шантаренко, В. Г. Моделирование геометрической задачи в визуальном информационном поле [Текст] / В. Г. Шантаренко / Актуальные проблемы преподавания математики в техническом вузе: материалы межвуз. науч.-метод. конф. 30 сентября-октября, 2016. Омск: – Изд-во ОмГТУ, 2016. – Вып. 4. – С. 177 – 183.

УДК 004.056.53

А. Г. Малютин, А. А. Лаврухин, А. В. Васильев

СПОСОБ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДВУХЭТАПНОЙ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ

Рассматривается задача повышения надежности методов контроля и управления доступом к информационным и автоматизированным системам управления на основе биометрической идентификации личности. Предлагается способ на основе двухэтапной биометрической идентификации личности с учетом поведенческих характеристик субъекта и статического идентификатора.

Одним из путей развития методов контроля и управления доступом к информационным ресурсам, материальным объектам и оборудованию автоматизированных систем управления, а также в задачах уникальной

идентификации личности, является внедрение подходов, основанных на личностных биометрических особенностях человека. К таким особенностям относят физиологические или поведенческие характеристики, являющиеся уникальными и полученными от рождения, либо приобретенные с возрастом или под влиянием внешних воздействий. Наиболее популярными в настоящее время биометрическими признаками являются: отпечатки пальцев, форма ладони, форма лица, радужная оболочка глаза, сетчатка глаза, голос, рукописный почерк [1, 2]. На основе этих признаков строятся методы биометрической идентификации.

Основные понятия биометрии вводятся в соответствующих международных и отечественных стандартах и законодательных актах, к основным из которых можно отнести:

- ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-1-2008 – Автоматическая идентификация. Идентификация биометрическая. Форматы обмена биометрическими данными. Часть 1;

- стандарты международного подкомитета по стандартизации ISO/IEC JTC 1/SC 37 Biometrics и технического комитета 098 Росстандарта;

- Статья 11 Федерального закона «О персональных данных» № 152-ФЗ от 27 июля 2006 г.;

- ГОСТ ISO/IEC 2382-37-2016 – Межгосударственный стандарт. Информационные технологии. СЛОВАРЬ. Часть 37. Биометрия;

- ANSI INCITS 381, ANSI INCITS 379, ANSI INCITS 396, ANSI INCITS 385 (международные стандарты, определяющие формат хранения данных о изображении отпечатка пальца и ладони, ирисе, геометрии рук, геометрии лица соответственно).

Также на сегодняшний день существуют биометрические программные интерфейсы (API), которые стали стандартами де-факто:

- BioAPI – реализует взаимодействие с биометрическими сканерами разных типов посредством унифицированного API. Существуют две версии стандарта: ANSI/INCITS 358-2002 – BioAPI 1.1 и ANSI/INCITS 434-2007, ISO/IEC 19784-1:2005 – BioAPI 2.0;

- WBF – Windows Biometric Framework. Данный API предоставляется компанией Microsoft начиная с ОС Windows 7 и Windows Server 2008 (для серверных версий). На данном этапе поддерживается только работа со сканерами отпечатков пальцев;

– BSAPI – собственный API компании UPEK (теперь это часть компании Authentec), который поддерживается операционными системами Windows, OS X, Linux.

В частности, в ГОСТ ISO/IEC 2382-37-2016 вводятся такие базовые понятия как:

– биометрическая идентификация (biometric identification) – процесс поиска по базе данных биометрических регистраций, направленный на поиск и возврат идентификатора(ов) биометрического контрольного шаблона, связанного с одним индивидом;

– биометрическая верификация (biometric verification) – процесс подтверждения биометрического заявления при сравнении;

– идентифицировать (identify) – биометрический поиск по базе данных биометрических регистраций для поиска и возвращения идентификатора (идентификаторов) биометрического контрольного шаблона, относящегося к одному индивиду;

– подтверждать (verify) – подтверждение биометрического заявления через сравнение.

В процессе биометрической идентификации путем анализа личностных признаков пользователя системы происходит выявление принадлежности пользователя к определенному классу объектов системы. Далее в процессе аутентификации осуществляется проверка того что субъект, предъявивший свой идентификатор, на самом деле является именно тем субъектом, идентификатор которого он использует.

В табл. 1 приведена классификация биометрических параметров и соответствующих методов биометрической идентификации, получивших наибольшую популярность при создании систем биометрической идентификации.

Наиболее распространенным в настоящее время методом биометрической идентификации является распознавание отпечатков пальцев посредством сканеров отпечатков (оптические, ультразвуковые и полупроводниковые сканеры). Метод идентификации по форме руки опирается на рассмотрение геометрических особенностей кисти руки человека. При этом с помощью специальных сканеров составляются разные проекции кисти руки, создается трехмерный образ, и формируются метаданные об основных параметрах кисти

руки: ширина и длина ладони, форма кисти, геометрия фаланговых складок, расположение кровеносных сосудов и другие.

Таблица 1

Биометрические параметры

Применяются часто (просты в реализации)		Применяются редко (сложны или требуется специальное оборудование)	
<i>Статические Физиологические</i>	<i>Динамические Поведенческие</i>	<i>Статические Физиологические</i>	<i>Динамические Поведенческие</i>
Отпечатки пальцев	Подпись	Сетчатка глаза	Клавиатурный почерк
Геометрия ладони и руки	Голос	Форма ушей	Рукописный почерк
Геометрия лица	Типовые жесты	Узор кровеносных сосудов	Походка
Радужная оболочка глаза		Запах	Движение губ
		Отражение от кожи	
		ДНК	
		Термограмма	

К биометрическим характеристикам человеческого глаза относятся рисунок сетчатки, расположение кровеносных сосудов на дне глаза, рисунок радужной оболочки. Методы распознавания по лицу занимают второе место по распространённости и набирают популярность. Это вызвано доступностью средств и бесконтактным способом получения изображений, а также большим количеством изображений, находящихся в свободном доступе. Реже применяется идентификация по кровеносным сосудам лица с использованием специальных инфракрасных видеокамер.

Наиболее распространенным способом анализа поведенческих характеристик является метод распознавания по голосу. Он чувствителен к многим внешним факторам, которые влияют на надежность (это могут быть внешние шумы, разговор другого человека, эмоциональное состояние и здоровье человека). Также популярен метод идентификации по почерку или подписи человека.

Для оценки качества биометрического распознавания используют ряд статистических характеристик, основными из которых являются следующие показатели [2, 3]:

– FTE (Failure to Enroll Rate – коэффициент ошибочной регистрации, т. е. процент возникновения ситуации, когда система не может зарегистрировать пользователя в системе:

$$FTE = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N FTE(n), \quad (1)$$

где N – общее число попыток; $FTE(n)$ – количество отказов в доступе к общему количеству попыток каждого пользователя отдельно;

– FAR (False Acceptance Rate) – коэффициент ложного пропуска, т.е. процент возникновения ситуаций, когда система разрешает доступ пользователю, незарегистрированному в системе:

$$FAR = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N FAR(n), \quad (2)$$

где N – общее число попыток; $FAR(n)$ – количество успешных независимых попыток распознаться как персона к общему количеству независимых попыток.

Чем больше попыток будет сделано, тем более надежными будут получены результаты;

– FRR (False Rejection Rate) – коэффициент ложного отказа, вероятность отказа доступа лицу, имеющему допуск:

$$FRR = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N FRR(n); \quad (3)$$

где N – общее число попыток; $FRR(n)$ – количество отказов в доступе к общему количеству попыток каждого пользователя отдельно.

При выборе биометрического идентификатора необходимо учитывать, что надежная работа системы биометрической идентификации возможна только при выполнении следующего приближенного равенства:

$$FAR \times N^2 \approx 1 \rightarrow N \approx \sqrt{\frac{1}{FAR}}, \quad (4)$$

где N – это число образцов в базе данных; $FAR(n)$ – количество успешных независимых попыток распознаться как персона к общему количеству независимых попыток.

Которое выводится из расчета, что вероятность ложного совпадения полученного образца для базы данных N равна произведению FAR на N .

В табл. 2 приведены значения этих показателей для некоторых методов биометрической идентификации.

Таблица 2

Значения статистических характеристик

Биометрические параметры	FAR, %	FRR, %
Отпечаток пальца	0,001	0,6
Распознавание лица 2D	0,1	2,5
Распознавание лица 3D	0,0005	0,1
Радужная оболочка глаза	0,00001	0,016
Сетчатка глаза	0,0001	0,4
Рисунок вен	0,0008	0,01

В связи с тем, что многие динамические и статические методы распознавания уязвимы, задача совершенствования методов биометрической идентификация является актуальной [2].

На основании двухэтапной аутентификации предлагается повысить надежность методов биометрической идентификации путем использования двух идентификационных признаков: динамических и статических [4]. При этом процесс идентификации будет протекать в несколько этапов и стадий. В табл. 3 представлена структура двухэтапной аутентификации на основе методов биометрической идентификации. На первом этапе анализируются поведенческие идентификаторы, а на втором – статические.

В качестве поведенческого идентификатора могут быть использованы походка, голос или движение губ. На первой стадии первого этапа происходит получение образца и анализ идентификатора. На второй стадии проводится параметрическая идентификация динамических моделей, описывающих поведение идентификатора. Полученные значения параметров модели сравниваются с эталонными значениями в базе системы. Оценка близости параметров проводится на основе интегрального критерия.

Процесс двухэтапной биометрической идентификации

Двухэтапная аутентификация	Этап 1 Поведенческий идентификатор	Стадия 2 Статический идентификатор
Стадия I	Динамические процессы: Получение образца	Получение статического образца
Стадия II	Параметрическая идентификация образца	Параметрическая идентификация образца
Стадия III	Оценка близости оценок параметров	Выбор претендента
Стадия IV	Выбор претендентов	Принятие решения

На втором этапе, который по структуре идентичен первому, используется статический идентификатор (например: отпечаток пальца, лицо, ладонь или глаз человека), у которого значения параметров FRR и FAR наименьшие и удовлетворяют равенству (4). На последней стадии второго этапа выполняется выбор претендента и принятие решения о результате идентификации.

Описанный подход обеспечит повышение надежности систем биометрической идентификации, а также обеспечит взаимную компенсацию недостатков определенного типа биометрических идентификаторов (поведенческих или статических) и усилит их преимущества. Кроме того, за счет уменьшения количества эталонных образцов на первом этапе, достигается повышение скорости работы всей системы биометрической идентификации.

Список литературы

1. Руководство по биометрии [Текст] / Бол Руд М., Коннел Джонатан Х. и др. – М.: Техносфера, 2007. – 368 с.
2. Лебеденко, Ю. И. Биометрические системы безопасности [Текст] / Ю. И. Лебеденко. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2012. – 160 с.
3. Шаньгин, В. Ф. Защита информации в компьютерных система и сетях / В. Ф. Шаньгин. – М.: LVR Пресс, 2012. – 592 с.
4. Малютин, А. Г. Совершенствование методов контроля и управления доступом в АСУ ТП на основе биометрической идентификации личности [Текст] / А. Г. Малютин, А. В. Васильев / Инновационные проекты и технологии машиностроительных производств. – 2017. – № 2 – С. 32 – 40.

АННОТАЦИИ

УДК 621.311

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ НАКОПИТЕЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ УЧАСТКОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА С ТЯЖЕЛОВЕСНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

Незевак Владислав Леонидович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, ст. научн. сотрудник Научно-исследовательской части, доцент каф. «Электроснабжение железнодорожного транспорта» электромеханического факультета, ОмГУПС.

Тел.: 89139716355

E-mail: NezevakWL@mail.ru

Шатохин Андрей Петрович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС) .

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук ст. преподаватель каф. «Подвижной состав электрических железных дорог» электромеханического факультета, ОмГУПС.

Тел.: 89620540430

E-mail: Shatohin_ap@mail.ru

Необходимость пропуска тяжеловесных и длинносоставных поездов на электрифицированных участках железных дорог постоянного тока, совершенствования системы тягового электроснабжения и повышение энергетической эффективности перевозочного процесса на сегодняшний день не возможно выполнить без внедрения различных энергосберегающих технологий и мероприятий. В результате выполненной работы по обработке данных поездок локомотивов серий 2ЭС6 и 2ЭС10 с различными массами и профилями пути участков получены усредненные параметры работы накопителя электроэнергии в системе тягового электроснабжения постоянного тока в условиях организации движения с тяжеловесными и длинносоставными поездами. Режимы работы накопителя электроэнергии носят кратковременный характер. Усредненная по случаям продолжительность работы накопителя энергии в режиме заряда составляет порядка 100 с, а объем возвращаемой энергии электроподвижным составом, определяющий энергоемкость составляет в среднем 100 кВт·ч, при этом максимальная мощность – 7,1 МВт.

Ключевые слова: система тягового электроснабжения, тяжеловесное движения, тяговая нагрузка, режим работы, энергетическая эффективность перевозок, пост секционирования, накопитель электрической энергии, электроподвижной состав, эксперимент.

DEFINITIONS OF PARAMETERS ELECTRIC ENERGY STORAGE FOR STOCKS OF THE CONSTANT CURRENT WITH HEAVY MOVEMENT

Nazevak Vladislav L.

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Cand. Tech. Sci., docent of the electricity supply department of the faculty of electromechanics. OSTU.

Tel.: 89139716355

E-mail: NezevakWL@mail.ru

Shatokhin Andrey P.

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Cand. Tech. Sci., Teacher of the electric railways' rolling train department of the faculty of electromechanics. OSTU.

Tel.: 89620540430

E-mail: Shatohin_ap@mail.ru

The need to skip heavy and long-distance trains on electrified sections of the railways of direct current, improve the traction power supply system and improve the energy efficiency of the transportation process to date is not possible without implementing various energy-saving technologies and measures. As a result of the performed work on processing the data of trips of locomotives of the 2ES6 and 2ES10 series with different weights and path profile profiles, average parameters of the electric power storage in the DC traction power supply system were obtained in conditions of traffic organization with heavy and long-distance trains. The operating modes of the power storage device are of a short-term nature. The average life of the energy storage device in the charging mode is about 100 s, and the volume of energy returned by the electric rolling stock, which determines the energy intensity averages 100 kWh, with a maximum power of 7.1 MW.

Keywords: traction power supply system, heavy traffic, traction load, operating mode, energy efficiency of transport, post-sectioning, electric energy storage, electric rolling stock, experiment.

УДК 621.311.69

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ БЛОКОВ ПИТАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ ПАРАМЕТРОВ
ТЯГОВОЙ СЕТИ ПОСТОЯННОГО ТОКА 3,3 кВ**

Плотников Юрий Викторович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Инженер-исследователь научно-производственной лаборатории «Энергосберегающие технологии и электромагнитная совместимость», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 44-39-23

E-mail: ra9mjr@mail.ru

В статье представлено описание экспериментальной лабораторной установки высокого напряжения постоянного тока 3,3 кВ, предназначенной для отладки и тестирования элементов автоматизированных систем учета электроэнергии для фидеров контактной сети и электроподвижного состава постоянного тока.

Ключевые слова: электроподвижной состав, система тягового электроснабжения, энергетическая эффективность, система учета электроэнергии, источник питания, измеритель параметров тяговой сети.

THE EXPERIMENTAL LABORATORIAL FACILITY FOR STUDYING THE POWER SUPPLY OF THE MEASURER OF TRACTION NETWORK DC 3.3 kV

Plotnikov Yuriy Viktorovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Research engineer of scientific and industrial laboratory «Energy saving technologies and electromagnetic compatibility», OSTU.

Phone: (3812) 44-39-23

E-mail: ra9mjr@mail.ru

The article presents the description of the experimental laboratory facility of a high voltage DC 3.3 kV, intended for debugging and testing elements of automated systems of electricity metering for the DC feeders of the contact network and DC electric rolling stock.

Keywords: electric rolling stock, traction power supply system, energy efficiency, power control system, power supply, measuring the parameters of a traction network.

УДК 621.314

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЯГОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ МАССЫ ПОЕЗДОВ

Кузнецов Андрей Альбертович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Теоретическая электротехника», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-88.

E-mail: kuznetsovaa@omgups.ru.

Кузьменко Антон Юрьевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Теоретическая электротехника», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-88.

E-mail: kuzo17@ya.ru.

Кузнецова Мария Андреевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Магистрант, ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-88.

E-mail: kuznetcova994@gmail.com.

В статье рассматриваются методы диагностирования силовых трансформаторов. Показаны способы повышения эффективности методов диагностирования трансформаторов при увеличении пропускной способности поездов. Приводятся возможности акустических методов диагностирования.

Ключевые слова: тяговый трансформатор, диагностирование, изоляция, частичные разряды, график нагрузки.

IMPROVING EFFICIENCY OF DIAGNOSING TRACTION TRANSFORMERS METHODS WITH MASS OF TRAINS INCREASING

Kuznetsov Andrey Albertovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Dr. Sci. Tech., professor, head of the department "Theoretical electrical engineering", OSTU.

Tel.: (3812) 31-06-88.

E-mail: kuznetsovaa@omgups.ru

Kuzmenko Anton Yurievich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Ph.D. in Technical Sciences, the senior lecturer of the department "Theoretical electrical engineering ", OSTU.

Tel.: (3812) 31-06-88.

E-mail: kuzo17@ya.ru.

Kuznetsova Mariia Andreevna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Master student of the OSTU.

E-mail: kuznetcova994@gmail.com.

In this article, methods for diagnosing power transformers are considered. The ways of increasing the efficiency of methods for diagnosing transformers with increasing the capacity of trains are shown. Possibilities of acoustic diagnostic methods are given.

Key words: traction transformer, diagnostics, insulation, partial discharges, load graph.

УДК 629.1.027.115

БУКСОВЫЙ УЗЕЛ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАГРУЗОК

Гриц Дмитрий Борисович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г.Омск, пр. Маркса, 35.

Преподаватель кафедры «Теория механизмов и детали машин», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-18.

E-mail: gritstmdm@mail.ru

В рамках планируемого увеличения нагрузок на ось колесной пары грузового вагона, а так же скоростей движения, необходимо оценить нагрузочную способность типового буксового узла. Для обеспечения требуемой нагрузочной способности необходимо предусмотреть внесение конструктивных изменений в типовой буксовый узел.

Ключевые слова: подшипник, модернизация, сепаратор, нагрузочная способность, букса.

BOOK NODE FOR PERSPECTIVE LOADS

Grits Dmitry Borisovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Teacher of the department "Theory of mechanisms and machine parts", OSTU.

Tel.: (3812) 31-06-18.

E-mail: gritstmdm@mail.ru

In the context of the planned increase in the loads on the axle of the wheel pair of the freight car, as well as the speeds of movement, it is necessary to estimate the load capacity of a typical axle box unit. To ensure the required load capacity, it is necessary to provide for the introduction of structural changes into the standard pedestrian unit.

Keywords: bearing, modernization, separator, loading capacity, box.

УДК 656.216.23

КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕЕЗДАХ

Ахмедзянов Гаяз Гумарович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС)

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика и телемеханика», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-55.

E-mail: 1zzzz1omsk@gmail.com

Лупаревич Дмитрий Александрович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС)

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Студент института автоматизации, телекоммуникаций и информационных технологий, ОмГУПС.

E-mail: dima_luparevich_@mail.ru

Посох Дарья Дмитриевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС)

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Студент института автоматизации, телекоммуникаций и информационных технологий, ОмГУПС.

E-mail: minerva080295@gmail.com

В статье рассмотрены проблемы обеспечения безопасности и организации движения на железнодорожных переездах. Проведен анализ аварий на железнодорожных переездах. Предложены современные способы решения проблем организации движения на переездах.

Ключевые слова: сортировочная горка, отцепы, вагонные замедлители точечного типа, буксовый узел.

COMPREHENSIVE SAFETY ON LEVEL CROSSING

Akhmedzyanov Gayaz Gumarovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Ph. D in Technical Science, the senior lecturer of the department "Automatic and telemechanic", OSTU.

Tel.: (3812) 31-18-72.

E-mail: 1zzzz1omsk@gmail.com

Luparewitsch Dmitrij Alexandrowitsch

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Student of the Institute of Automatics, telemechanics and information technology, OSTU.

E-mail: dima_luparevich_@mail.ru

Posoh Darya Dmitrievna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Student of the Institute of automatics, telemechanics and information technology, OSTU.

E-mail: minerva080295@gmail.com

This article discusses the problems of ensuring security and traffic management at railway crossings. The analysis of accidents at railway crossings is carried out. The time and distance of approaching the train to the railway crossing are calculated. Modern ways of solving the problems of the movement organization at the crossings are proposed.

Keywords: hump yard, cars, wagon moderators of point, axle box unit.

УДК 331.45:331.482

НОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА В ОАО «РОССИЙСКИЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ»

Хмельницкий Юрий Николаевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности и экология», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-07-94.

Мусаткина Бэла Владимировна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Старший преподаватель кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-07-94.

E-mail: iovv@mail.ru

Игнатов Олег Васильевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Старший преподаватель кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология»,
ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-07-94.

E-mail: bg_omgups@mail.ru

В работе приведен анализ причин производственного травматизма в транспортной отрасли. Рассмотрены отраслевые нормативные акты и методики, направленные на совершенствование системы управления профессиональными рисками, повышение культуры безопасности труда, вовлечение персонала в работу по охране труда на предприятиях железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: охрана труда, железнодорожный транспорт, управление профессиональными рисками.

**NEW INSTRUMENTS TO OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH
ADMINISTRATION IN JSC «RUSSIAN RAILWAYS»**

Khmelnitsky Yury Nikolaevich

State Transport Univirsity (OSTU).

35, Marx av. Omsk, 644046, Russia.

Ph. D., the senior lecturer, head of the department «Life Safety and Ecology », OSTU.

Phone: (3812) 31-07-94.

Musatkina Bela Vladimirovna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Supreme teacher of Department «Life Safety and Ecology», OSTU.

Phone: (3812) 31-07-94.

E-mail: iovv@mail.ru

Ignatov Oleg Vasilevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Supreme teacher of Department «Life Safety and Ecology», OSTU.

Phone: (3812) 31-07-94.

E-mail: bg_omgups@mail.ru

The analysis of the causes of industrial injuries in the transport industry is given in the paper. Sectoral normative acts and methods aimed at improving the occupatinal risk management system, improving the safety culture, involving personnel in the work on occupational safety at railway transport enterprises are considered.

Keywords: occupational safety, railway transport, occupatinal risk management system.

**ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЦИАЛЬНО-ТРУДОВЫХ ОТНОШЕНИЙ НА
ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА:
АКСИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД**

Легчилина Елена Юрьевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой «Менеджмент, маркетинг и коммерция», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-18-27. E-mail: legcelena@yandex.ru.

Настоящая статья посвящена вопросам трансформации социально-трудовых отношений на предприятиях железнодорожного транспорта на основе методологии синергетического и аксиологического подходов. При написании статьи применялись общенаучные методы (анализ, синтез, обобщение). Рассмотрено авторское видение процесса трансформации системы социально-трудовых отношений, которое предполагает модификацию системы социально-трудовых отношений с изменением целевой направленности и ценностей основных элементов системы СТО («институциональное пространство», «трудовые процессы», «человеческие ресурсы», «процесс взаимодействия» (отношения)).

Ключевые слова: социально-трудовые отношения, уровень оплаты труда, ценности, система мотивации, синергетический подход.

**RANSFORMATION OF SOCIAL AND LABOR RELATIONS IN THE RAILWAY
TRANSPORT ENTERPRISES: AN AXIOLOGICAL APPROACH**

Legchilina Elena

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Ph.D. in economic Sciences, head of the Department "Management, marketing and Commerce", OSTU

Tel.: (3812) 31-18-33.

E-mail: legcelena@yandex.ru.

The article deals with the issues of transformation of social and labor relations at the enterprises of railway transport on the basis of synergetic methodology and axiological approaches. When writing the article were used General scientific methods (analysis, synthesis, generalization). Considered the author's vision of the process of transformation of the system of social-labor relations, which involves the modification of the system of social-labor relations with a change in the focus and values of the main elements of the system STR ("institutional space", "labor processes", "human resources", "interaction process" (relationship)).

Key words: socio-labor relations, wages of labor, values, motivation system, synergistic approach.

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОРПОРАТИВНЫХ ЦЕННОСТЕЙ НА ПРИМЕРЕ
МЕЖДУНАРОДНЫХ И НАЦИОНАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОМПАНИЙ:
АКСИОЛОГИЧЕСКИЙ И ЛИНГВИСТИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ**

Казанцева Анна Сергеевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Старший преподаватель кафедры «Менеджмент, маркетинг и коммерция», ОмГУПС.

Тел.: 8-923-695-82-15

E-mail: Kazancev-nikolya@yandex.ru

В статье проведен анализ корпоративных ценностей более чем 160 международных и национальных транспортных и логистических компаний из более, чем 130 стран. Идентифицированы наиболее часто встречающиеся ценности на английском и русском языках. Сделаны выводы о недостаточной мере исследования данного вопроса на стыке наук: аксиология, менеджмент, лингвистика.

Ключевые слова: корпоративные ценности, аксиологический менеджмент, аксиологическая лингвистика, транспортные и логистические компании.

**RESEARCH OF CORPORATE VALUES ON THE EXAMPLE OF INTERNATIONAL
AND NATIONAL TRANSPORT COMPANIES:
AXIOLOGICAL AND LINGUISTIC ASPECTS**

Kazantseva Anna Sergeevna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Senior Lecturer of the department "Management, marketing and commerce ", OSTU.

Tel.: 8-923-695-82-15

E-mail: Kazancev-nikolya@yandex.ru

The article analyzes the corporate values of more than 160 international and national transport and logistics companies from more than 130 countries. The most common values in English and Russian are identified. Conclusions are drawn that there is insufficient research into this issue at the intersection of sciences: axiology, management, and linguistics.

Key words: corporate values, axiological management, axiological linguistics, transport and logistics companies.

**ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО
УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ**

Гольяпина Ирина Юрьевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат юридических наук, доцент кафедры «Таможенное дело и право», ОмГУПС.
E-mail: goltyapinaiu@mail.ru

Рассмотрены проблемы правового обеспечения государственного управления системой образования. Изложено понятие государственного управления в сфере образования. Отмечены недостатки закона «Об образовании в Российской Федерации». Аргументируется необходимость повышения эффективности государственного управления в сфере образования. Обосновывается необходимость систематизации правового материала и внесение изменения в отдельные статьи.

Ключевые слова: образование, закон об образовании, систематизация законодательства об образовании.

PROBLEMS OF LEGAL SUPPORT OF STATE ADMINISTRATION OF THE EDUCATIONAL SYSTEM IN RUSSIA

Goltyapina Irina Yurevna

Candidate of Law, Associate Professor of the Department of Customs and Law
Omsk State Transport University
644046, Omsk, pr. Marksa, 35.
E-mail: goltyapinaiu@mail.ru

The problems of legal provision of public administration of the education system are considered. The concept of public administration in the sphere of education is presented. The shortcomings of the law "On Education in the Russian Federation" are noted. The need to improve the efficiency of public administration in the sphere of education is argued. The necessity of systematization of legal material and introduction of changes into separate articles is substantiated.

Key words: education, law on education, systematization of legislation on education.

УДК 625.1

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АССОЦИАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ УНИВЕРСИТЕТОВ СТРАН АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКОГО РЕГИОНА

Тэттер Владимир Юрьевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС)
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.
Кандидат технических наук, доцент, ОмГУПС.
Телефон: (3812)-31-06-88.
E-mail: tetterv@gmail.com.

Приведены основные направления деятельности ассоциации транспортных университетов стран Азиатско-Тихоокеанского региона, рассмотрены тезисы доклада от ОмГУПС на X симпозиуме ассоциации, описана деятельность и оборудование лабораторий Корейского научно-исследовательского института железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: Учебные программы, повышение квалификации, скоростное движение, транспортный коридор, испытательное оборудование.

THE ACTIVITIES OF THE ASSOCIATION FOR TRANSPORT UNIVERSITIES IN ASIA-PACIFIC REGION

Tetter Vladimir Yurievich

Omsk State Transport University (OSTU)

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, OSTU,

Phone: (3812) -31-06-88.

E-mail: tetterv@gmail.com.

The main directions of activities of the Association for transport universities in Asia-Pacific region, reviewed abstracts from OSTU on the X Symposium of the Association described the activities and equipment of laboratories, Korea research Institute of railway transport.

Key words: curriculum, professional development, high-speed traffic, transport corridor test equipment.

УДК 629.4.027

СОЕДИНЕНИЕ «КОЛЕСНЫЙ ЦЕНТР – БАНДАЖ» ПОСАДКОЙ НА КОНУС

Рауба Александр Александрович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046, Российская Федерация.

Доктор технических наук, профессор кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава», ОмГУПС.

Тел.: +7 (3812) 31-18-11.

Обрывалин Алексей Викторович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава», ОмГУПС.

Телефон: +7 (3812) 31-18-11.

Дюндин Вадим Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирант кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава», ОмГУПС.

Телефон: +7 (3812) 31-18-11.

E-mail: DyundinVV@mail.ru

В статье приведены предварительные расчеты о возможности повышения прочности посадки бандажа на колесном центре путем изменения геометрии посадочных поверхностей. Повышение работоспособности соединения предполагается достичь путем придания сопряженным поверхностям бандажа и колесного центра конической формы.

Ключевые слова: конусность, бандаж, колесный центр, проворот, посадка с натягом.

THE CONJUNCTION «WHEEL CENTER – BANDAGE» OF CONIC INTERFERENCE FIT

Rauba Alexander Alexandrovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx st., Omsk, 644046, the Russian Federation.

Doctor of Technical Science, Professor of the department «Technology of transport mechanical engineering and repair of a rolling stock», OSTU.

Phone: +7 (3812) 31-18-11.

Obryvalin Aleksey Viktorovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk.644046, Russia.

Cand.Tech.Sci., the senior lecturer of the department «Technology of transport mechanical engineering and repair of a rolling stock», OSTU.

Phone: (3812) 31-18-11.

Dyundin Vadim Vladimirovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk.644046, Russia.

Graduate student of the department «Technology of transport mechanical engineering and repair of a rolling stock », OSTU.

Телефон: (3812) 31-18-11.

E-mail: DyundinVV@mail.ru

The article presents preliminary calculations on the possibility of increasing the strength of the bandage at the wheel center by changing the geometry of the landing surfaces. Increasing the efficiency of the connection is expected to be achieved by making the conical surfaces of the bandage and the wheel center conical.

Keywords: taper, bandage, wheel centre, crank, interference fit.

УДК 620.162.4

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕНИЙ В ЗОНЕ КОНТАКТА ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ОПТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Аверков Константин Васильевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава».

Попов Андрей Юрьевич

Омский государственный технический университет (ОмГТУ).

644050, г. Омск, пр. Мира, 11.

Доктор технических наук, профессор кафедры «Металлорежущие станки и инструменты», ОмГТУ.

E-mail: popov_a_u@list.ru.

Шайдулина Софья Ленаровна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Магистрант кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава», ОмГУПС.

В статье предложена новая методика анализа напряжений в зоне контакта зубьев зубчатых колес. Предлагается новая методика, основанная на поляризационно-оптическом методе. Приведено описание опытной установки, предложена методика тарирования.

Ключевые слова: контактные напряжения, тарирование, интерференция, испытания, образец, обработка, спектр.

THE USE OF POLARIZATION-OPTICAL METHOD FOR THE ANALYSIS OF STRESSES OCCURRING IN THE CONTACT ZONE OF TEETH OF GEAR WHEELS

Averkov Konstantin Vasilievich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Candidate of technical Sciences, Associate Professor, Department "Technology of transport engineering and repair of rolling stock", OSTU.

Popov Andrey Y.

Omsk State Technical University (OmSTU).

644050, Omsk, Mira Ave., 11.

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department "Metal-cutting machines and tools", OmSTU.

E-mail: popov_a_u@list.ru.

Shaidullina Sophia Lenarouna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk. 644046, Russia.

Graduate student of chair «Technology of transport mechanical engineering and repair of a rolling stock», OSTU.

The article considers the problem of determining the mechanical stresses in the contact zone of teeth of gear wheels. To solve this problem is proposed through the use of polarization-optical method of research. The article presents the description of the experimental setup for determining the stresses, and the results of the experiment.

Keywords: gear, voltage, polarization-optical method, photoproject, sample, test, load.

УДК 658.51

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕРВИСНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ЛОКОМОТИВОВ

Шантаренко Сергей Георгиевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35

Проректор по научной работе, заведующий кафедрой «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава», доктор технических наук.

Тел.: 8(381-2) 31-16-27

E-mail: nauka@omgups.ru

Капустьян Михаил Федорович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35

Доцент кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава», кандидат технических наук.

Тел.: 8(381-2) 31-18-11

E-mail: ttm@omgups.ru

Супчинский Олег Павлович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35

Преподаватель кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава».

Тел.: 8-908-105-24-16

E-mail: sunchinyan@mail.ru

Предлагается модель автоматизированной системы управления, основанной на сборе и систематизации данных из информационных систем ремонтного предприятия, позволяющая строить диаграмму Ганта для ремонта конкретной единицы подвижного состава. Рассматривается вариант оптимизации сетевого графика ремонта по ресурсам исходя из оперативного состояния объекта ремонта.

Ключевые слова: сетевой график, оптимизация по ресурсам, ремонт подвижного состава.

**INCREASE EFFICIENCY OF SERVICE MAINTENANCE
AND REPAIR OF LOCOMOTIVES**

Shantarenko Sergey Georgeevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk. 644046, Russia.

Vice-principal by scientific work, head of chair «Technology of transport mechanical engineering and repair of a rolling stock», Dr. Sci. Tech.

Тел.: 8(381-2) 31-16-27

E-mail: nauka@omgups.ru

Kapustyan Mikhail Fedorovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk. 644046, Russia.

The senior lecture of chair «Technology of transport mechanical engineering and repair of a rolling stock», Cand. Sci. Nech.

Phone: 8(381-2) 31-18-11

E-mail: ttm@omgups.ru

Supchinsky Oleg Pavlovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk. 644046, Russia.

Lecturer of chair «Technology of transport mechanical engineering and repair of a rolling stock».

Phone: 8-908-105-24-16

E-mail: sunchinyan@mail.ru

A model of an automated control system based on the collection and systematization of data from information systems of a repair enterprise. This model allows to build a Gantt chart for the repair of a specific rolling stock unit. The variant of optimizing the network repair schedule for resources is based on the operative state of the repair object.

Keywords: network schedule, optimization of resources, repair of rolling stock.

УДК 004.9

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ ДИАМЕТРАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ БЕСКОНТАКТНОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Лексутов Илья Сергеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство».

Тел.: (3812) 31-06-72.

E-mail: Leksutov@mail.ru

В работе показана методика использования современных автоматизированных средств для обеспечения экспериментального моделирования процесса бесконтактного измерения диаметральных размеров деталей подвижного состава при помощи лазерного триангуляционного дальномера. Решается проблема поиска координат центра осевой проекции цилиндрической детали. При помощи автоматизированной графической подсистемы визуализируется зависимость значений оптимизационного функционала, используемого для поиска координат оси детали. Реализация описываемого подхода позволяет ускорить процесс проектирования специализированных автоматизированных машин для измерения геометрических параметров деталей подвижного состава.

Ключевые слова: Автоматизация, триангуляционный дальномер, бесконтактный контроль размеров

MODELING THE PROCESS OF MEASURING THE DIAMETRICAL DIMENSIONS OF ROLLING STOCK PARTS WHEN IMPLEMENTING A CONTACTLESS METHOD OF MONITORING THE TECHNICAL CONDITION

Leksutov Ilya Sergeevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk. 644046, Russia.

Cand. tech. sci., the associate professor of «Railway cars» department.

Phone: (3812) 31-06-72.

E-mail: Leksutov@mail.ru

The article describes the technique of using modern automated means to provide experimental modeling of the process of contactless measurement of the diametrical dimensions of rolling stock parts using a laser triangulation range finder. The problem of finding the coordinates of the center of the axial projection of a cylindrical part is solved. Using the automated graphical subsystem, the dependence of the values of the optimization functional used to find the coordinates of the part axis is visualized. The implementation of this approach makes it possible to speed up the process of designing specialized automated machines for measuring the geometric parameters of rolling stock parts.

Key words: Automation, triangulation rangefinder, non-contact dimensions control

УДК 629.46

ИННОВАЦИОННЫЕ ВАГОНЫ В ЗАДАЧЕ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В ГРУЗОВОМ ДВИЖЕНИИ

Михеев Владислав Александрович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство»,
ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-72.

E-mail: Micheev_V_A@mail.ru.

Сергеев Павел Борисович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство»,
ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-72.

E-mail: Sergeevpb78@mail.ru.

Томилова Ольга Сергеевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство»,
ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-72.

E-mail: Motovilova@yandex.ru.

В статье рассмотрен вопрос внедрения инновационных грузовых вагонов в контексте их влияния на повышение производительности железнодорожного транспорта. Приведены основные критерии инновационности вагонов, обеспечивающие значимый технико-экономический эффект для тягового подвижного состава. Структурированы ключевые факторы, влияющие на формирование целевых функций изменения показателей производительности подвижного состава в грузовом движении.

Ключевые слова: инновационный вагон, локомотив, среднесуточная

производительность.

THE INNOVATION CARS IN A PROBLEM OF INCREASE THE ROLLING STOCK PRODUCTIVITY IN THE CARGO MOVEMENT

Mikheyev Vladislav Aleksandrovich

Omsk State Transport University (OSTU)

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Ph. D., assistant professor of the department «Cars and carriage economy», OSTU.

Tel.: (3812) 31-06-72.

E-mail: Mischeev_V_A@mail.ru.

Sergeyev Pavel Borisovich

Omsk State Transport University (OSTU)

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Ph. D., assistant professor of the department «Cars and carriage economy», OSTU.

Tel.: (3812) 31-06-72.

E-mail: Sergeevpb78@mail.ru.

Tomilova Olga Sergeyevna

Omsk State Transport University (OSTU)

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Ph. D., assistant professor of the department «Cars and carriage economy», OSTU.

Tel.: (3812) 31-06-72.

E-mail: Motovilova@yandex.ru.

In article the question of the innovation freight cars implementation in the context of their influence on increase of railway transport productivity is considered. The main innovation criteria of cars providing significant technical and economic effect for the traction rolling stock are given. The key factors influencing forming of criterion functions of the change indicators of the rolling stock productivity in the cargo movement are structured.

Keywords: the innovation car, locomotive, average daily productivity.

УДК 629.423

АНАЛИЗ ЭКИПАЖНОЙ ЧАСТИ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ VELARO RUS И DESIRO RUS

Николаев Виктор Александрович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Теоретическая механика», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-16-88.

E-mail: nikolaevVA@omgups.ru.

Нехаев Виктор Алексеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Теоретическая механика», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-16-88.

E-mail: nehaevVA@omgups.ru.

Минжасаров Марат Хайргельдаевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, преподаватель кафедры «Теоретическая механика», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-16-88.

E-mail: mmx90@yandex.ru.

В статье проведен анализ экипажной части электропоездов Velaro RUS и Desiro RUS, произведен обзор технических решений, примененных в рессорном подвешивании, рассмотрены различные модели элементов рессорного подвешивания, необходимые для построения математической модели вертикальных колебаний вагона электропоездов данного типа.

Ключевые слова: электропоезд, рессорное подвешивание, математическая модель, вертикальные колебания, пневморессора, гидродемпфер, упругий элемент.

**ANALYSIS OF THE UNDERCARRIAGE OF ELECTRIC TRAINS
DESIRO RUS AND VELARO RUS**

Nikolaev Viktor Aleksandrovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Dr. Sci. Tech., professor, head of the department "Theoretical mechanics", OSTU.

Phone: (3812) 31-16-88.

E-mail: nikolaevVA@omgups.ru.

Nehaev Viktor Alekseevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Dr.Sci. Tech., professor, professor of the department "Theoretical mechanics", OSTU.

Phone: (3812) 31-16-88.

E-mail: nehaevVA@omgups.ru.

Minzhasarov Marat Khairgeldaeovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Ph.D. in Technical Sciences, lecturer of the department "Theoretical mechanics", OSTU.

Phone: (3812) 31-16-88.

E-mail: mmx90@yandex.ru.

In the article the analysis of the undercarriage of trains Desiro RUS and Velaro RUS, the review of technical solutions applied in spring suspension, considered various models of items for suspension necessary to build a mathematical model of the vertical oscillations of the wagon trains of this type.

Keywords: train, suspension, mathematical model, vertical oscillation, pneumonectomy, the used elastic element.

УДК 656.2

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА

Галиев Ильхам Исламович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Президент ОмГУПС, заслуженный деятель науки и техники РФ, доктор технических наук, профессор кафедры «Теоретическая механика», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-42-19.

Лукс Дмитрий Юрьевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирант кафедры «Теоретическая механика», ОмГУПС.

Выполнен анализ отцепок грузовых вагонов во внеплановых ремонт, проведены исследования жизненного цикла эксплуатации грузовых вагонов, а также в зависимости от их межремонтного пробега. Проведен анализ факторов влияющих на износ колесной пары, в том числе на причины ее браковки за рубежом. Произведен сравнительный анализ эксплуатации различных грузовых моделей грузовых вагонов. Показан эффект от увеличения гарантийных участков безопасного проследования грузовых вагонов, достигнутые эффекты. Показана целевая модель вагонного комплекса к 2025 году.

Ключевые слова: грузовой вагон, жизненный цикл эксплуатации грузового вагона, колесная пара, путь, гарантийный участок, целевая модель вагонного комплекса.

IMPROVEMENT OF TRANSPORT PROCESS TECHNOLOGY

Galiev Ilham Islamovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

President, honored worker of science and technology of Russia, doctor of engineering, professor of the department «Theoretical mechanics», OSTU.

Phone: (3812) 31-42-19.

Luks Dmitry Yurievich

Omsk State Transport University (OSTU).

644046, Omsk, Marx Ave., 35.

Post-graduate student of the department «Theoretical Mechanics», OSTU.

The analysis of cargo car wagons for unscheduled repairs has been carried out, the life cycle of operation of freight cars has been investigated, and also depending on their overhaul mileage. The analysis of the factors affecting wheel pair wear, including the reasons for its rejection abroad. A comparative analysis of the operation of various cargo models of freight cars was made. It shows the effect of increasing warranty areas for the safe inspection of freight cars, the effects achieved. The target model of the carload complex is shown by 2025.

Key words: freight car, life cycle of freight car operation, wheel pair, track, warranty area, target model of the car complex.

УДК 629.4.072.2

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ
НА РАСХОД И ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ТЯГУ ПОЕЗДОВ
НА УЧАСТКАХ СРАЗНЫМИ ТИПАМИ ПРОФИЛЯ В УСЛОВИЯХ
ИЗМЕНЕНИЯ НОРМООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ**

Саркенов Советхан Сатжанович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирант кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог», ОмГУПС.

E-mail: sovet201@mail.ru.

В статье рассматривается подход к оценке влияния параметров графика движения на расход электроэнергии на тягу поездов. Поиск варианта с минимальным потреблением энергии основан на моделировании графика движения при различных межпоездных интервалах в условиях организации пакетного обращения поездов на участке железной дороги. По результатам моделирования предлагается представить полученную зависимость изменения расхода электроэнергии от параметров графика движения поездов в виде аналитической функции нескольких переменных для последующего применения при построении нормативных графиков движения с целью сокращения расхода электроэнергии на тягу поездов.

Ключевые слова: Электроподвижной состав, энергетическая эффективность, график движения поездов.

**ANALYSIS OF INFLUENCE OF PARAMETERS OF TRAFFIC MOTION
SCHEDULE FOR CONSUMPTION AND LOSS OF ELECTRICITY ON THE TRACK
OF TRAINS AT THE SITES OF SHORT-TYPE PROFILE TYPES
IN THE CONDITIONS OF CHANGING NORMA-FORMING FACTORS**

Sarkenov Sovetkhan Satzhanovich

Omsk State Transport University (Omsk State Railway University).

644046, Omsk, Marx Ave., 35.

Post-graduate student of the department "Rolling stock of electric railways", OmGUPS.

E-mail: sovet201@mail.ru.

The article considers the approach to the estimation of the influence of traffic parameters on the power consumption for traction of trains. The search for a variant with minimal energy consumption is based on the simulation of the traffic schedule for various inter-train intervals in the conditions of arranging the batch handling of trains on the railway section. Based on the results of the simulation, it is proposed to present the obtained dependence of the change in electric power consumption on the parameters of the train traffic schedule in the form of an analytical function of several variables for subsequent application in the construction of normative traffic patterns in order to reduce the consumption of electric power for the traction of trains.

Key words: Electric rolling stock, energy efficiency, train schedule

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ТОПЛИВНОЙ И РЕГУЛИРУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ ДИЗЕЛЯ

Блинов Александр Павлович

Филиал «Западно-Сибирский» ООО «Локотех-Сервис».

Ведущий инженер ООО «Локотех-Сервис».

Ленина ул., д. 21/1, корп. 1, г. Новосибирск,

630004, Российская Федерация.

Тел. +7 (983) 309-34-14

E-mail: blinovap@mail.ru

Блинов Павел Николаевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046, Российская Федерация.

Декан теплоэнергетического факультета, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент.

Тел.: +7 (3812) 31-04-09.

E-mail: blinovpn@omgups.ru

Бернс Павел Александрович

Западно-Сибирская железная дорога – филиал ОАО «РЖД».

Вокзальная магистраль, д. 12, г. Новосибирск,

630004, Российская Федерация.

Инженер Западно-Сибирской железной дороги – филиала ОАО «РЖД».

Тел. +7 (923) 681-82-57

E-mail: p10499042@mail.ru

Проанализированы факторы, влияющие на работу топливной аппаратуры, произведено математическое моделирование процесса подачи топлива в цилиндры, а так же математически описан регулятор частоты вращения коленчатого вала тепловозного дизеля. Разработана совместная математическая модель работы топливной аппаратуры и регулятора частоты вращения. Представлены алгоритм и программа расчета процесса подачи топлива в цилиндры дизеля с учетом обобщенных гидравлических характеристик элементов топливной аппаратуры и положения исполнительного механизма регулятора частоты вращения коленчатого вала дизеля.

Ключевые слова: тепловоз, дизель, топливная аппаратура, топливный насос высокого давления, нагнетательный трубопровод, форсунка, производительность насоса, регулятор частоты вращения, математическая модель, процесс подачи топлива, рабочий ход плунжера, режимы работы

HYBRID MODELING OF THE FUEL AND CONTROL APPARATUS OF A DIESEL ENGINE

Blinov Alexander Pavlovich

West-Siberian Filial LLC «Lokoteh-service».

Leading engineer of LLC «Lokoteh -service».

21/1, Lenin str., Bldg. 1, Novosibirsk, 630004, Russian Federation.

Phone: +7 (983) 309-34-14

E-mail: blinovap@mail.ru

Blinov Pavel Nikolayevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx st., Omsk, 644046, the Russian Federation.

The Dean of faculty «Heat power», candidate of Technical Sciences,, the senior scientific employee, the senior lecturer, OSTU.

Phone: +7 (3812) 31-04-09.

E-mail: blinovpn@omgups.ru

Berns Pavel Aleksandrovich

The West Siberian railway – branch of JSC «Russian Railways».

12, Vokzalnaya magistral, Novosibirsk, 630004, Russian Federation.

Engineer West-Siberian railway-branch of JSC «Russian railways».

Phone: +7 (923) 681-82-57

E-mail: p10499042@mail.ru

Analysis of factors affecting fuel equipment, mathematical modelling of the process of fuel into the cylinders, as well as mathematically describes the speed control of the crankshaft of the diesel diesel engine. Joint mathematical model of fuel equipment and rotation speed regulator. Presented algorithm and program calculation process the fuel feed to the cylinders of a diesel engine with a light hydraulic characteristics of generalized elements of fuel equipment and provision of the Executive mechanism of the regulator of the rotation frequency of the crankshaft of the diesel engine.

Keywords: diesel locomotive, gasoline, fuel equipment, high pressure fuel pump, discharge pipe, injector, pump capacity, speed control, mathematical model, the fuel delivery process, plunger stroke, modes of operation

УДК 629.624

**СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВОЗОВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ
БОРТОВЫХ СИСТЕМ**

Анисимов Александр Сергеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Локомотивы», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-34-17.

E-mail: loc-omgups@mail.ru

Чернышков Игорь Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирант кафедры «Локомотивы», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-34-17.

E-mail: loc-omgups@mail.ru

Иванова Ирина Николаевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.
Студентка группы 33б, ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-34-17.
E-mail: loc-omgups@mail.ru

Дворко Николай Юрьевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.
Студент группы 34б, ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-34-17.
E-mail: loc-omgups@mail.ru

В статье рассматривается возможность использования регистрируемых локомотивными бортовыми системами параметров работы ДГУ для определения энергетической эффективности тепловозного парка без отрыва тяговых единиц из эксплуатации. Делается вывод о необходимости обоснованного выбора ряда параметров достаточных для успешной реализации рассматриваемого метода.

Ключевые слова: энергетическая эффективность, локомотивные бортовые системы, математическое моделирование, энергетическая установка тепловоза, тяговый подвижной состав.

**DIESEL-LOCOMOTIVE EFFICIENCY DETERMINATION METHOD BASED ON
DATA OF ON-BOARD SYSTEMS**

Anisimov Alexandr Cergeevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.
Ph. D., associate professor of the «Locomotives» department, OSTU.
Phone: (3812) 31-34-17.
E-mail: loc-omgups@mail.ru

Chernyshkov Igor Vladimirovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.
Post-graduate student of the «Locomotives» department, OSTU.
Phone: (3812) 31-34-17.
E-mail: loc-omgups@mail.ru

Ivanova Irina Nikolaevna

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.
Graduate student, OSTU.
Phone: (3812) 31-34-17.
E-mail: loc-omgups@mail.ru

Dvorko Nikolay Yurievich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.
Graduate student, OSTU.
Phone: (3812) 31-34-17.
E-mail: loc-omgups@mail.ru

The article considers the possibility of using the thermodynamics parameters registered by the locomotive on-board systems to determine the efficiency of the diesel locomotives without detaching them from operation. It substantiate that there is a need to make a reasonable choice of a number of parameters sufficient for the successful implementation of the method under consideration.

Keywords: fuel efficiency, locomotive on-board systems, mathematical modeling, diesel locomotive power plant, tractive rolling stock.

УДК 625.282-843.7

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В СЕКЦИЯХ РАДИАТОРА ПРИ РАБОТЕ ДИЗЕЛЯ ТЕПЛОВОЗА НА ХОЛОСТОМ ХОДУ

Анисимов Александр Сергеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Локомотивы», ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-34-17.

Фоменко Валентин Константинович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС) .
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Локомотивы», ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-34-17.

Носков Виталий Олегович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.
Преподаватель кафедры «Локомотивы», ОмГУПС.
E-mail: Vitalik_noskov@mail.ru.

Гаврилова Татьяна Игоревна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.
Студент кафедры «Локомотивы», ОмГУПС.

В статье рассматривается выполнение экспериментальных исследований процессов теплопередачи в элементах холодильника тепловоза с целью получения регрессионных зависимостей коэффициента теплопередачи от параметров работы и условий эксплуатации локомотивов при работе их дизельных установок на холостом ходу в зимний период времени.

Ключевые слова: тепловоз, коэффициент теплопередачи, инженерный эксперимент, холостой ход, система охлаждения дизеля, шахта холодильника тепловоза.

THE EXPERIMENTAL RESEARCH OF HEAT TRANSFER IN RADIATOR SECTIONS DURING DIESEL LOCOMOTIVE IDLING

Anisimov Alexander Sergeevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Ph.D. in Technical Sciences, the senior lecturer of the department "Locomotive", OSTU

Tel.: (3812) 31-34-17.

Fomenko Valentin Konstantinovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Ph.D. in Technical Sciences, the senior lecturer of the department "Locomotive", OSTU.

Tel.: (3812) 31-34-17.

Noskov Vitalii Olegovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Teacher of the department "Locomotive", OSTU.

E-mail: Vitalik_noskov@mail.ru

Gavrilova Tatiana Igorevna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Student of the department "Locomotive", OSTU.

In the article its considered implementation of experimental studies of heat transfer process in the elements of diesel locomotive refrigerator for obtaining regression dependences of heat transfer coefficient on the work parameters and operating.

Keywords: locomotive, heat transfer coefficient, engineering experiment, idling, diesel coding system, refrigerator shaft of locomotive conditions of locomotives during diesel engines idling.

УДК 621.313

КОМПЛЕСНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ИЗНОСА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЩЕТОК ДЛЯ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Харламов Виктор Васильевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электрические машины и общая электротехника», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-18-27.

E-mail: emoe@omgups.ru

Байсадыков Марсель Фаритович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Инженер кафедры «Электрические машины и общая электротехника», ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru

Лысенко Виктор Сергеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.
Аспирант кафедры «Электрические машины и общая электротехника», ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru

В статье приведены обобщённые результаты по вопросу разработки математической модели определения интенсивности изнашивания электрических щеток коллекторных тяговых двигателей подвижного состава, позволяющей оценить воздействие наиболее значимых факторов эксплуатации; в статье также предложена методика настройки коллекторных тяговых электродвигателей подвижного состава, обеспечивающей минимальную величину интенсивность изнашивания электрических щеток.

Ключевые слова: тяговый двигатель, коллекторно-щеточный узел, щетка, коллектор, износ щетки, методика настройки.

THE COMPLEX METHOD OF ASSESSMENT OF ELECTRICAL BRUSHES WEAR OF TRACTION MOTORS OF ROLLING STOCK

Harlamov Viktor Vasilevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m Omsk, 644046, Russia.
Dr. Sci. Tech., professor, head of the department «Electric machines and general electrical engineering», OSTU.
Phone: (3812) 31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru

Baysadykov Marsel Faritovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m Omsk, 644046, Russia.
Applicant of the department «Electric machines and general electrical engineering», OSTU.
Phone: (3812) 31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru

Lysenko Viktor Sergeevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m Omsk, 644046, Russia.
Postgraduate student of the department «Electric machines and general electrical engineering», OSTU.
Phone: (3812) 31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru

The article presents generalized results on the development of mathematical models determining the intensity of wear of the collector brushes of the electric traction motors of rolling stock that allows to assess the impact of the most important factors for exploitation; the article also

outlines how to configure a collector traction motors of rolling stock that provides the minimal value of the intensity of wear of electrical brushes.

Keywords: traction motor, collector-brush unit, brush, collector brush wear, adjustment technique.

УДК 621.313

РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МЕТОДА ВОЛНОВОГО ОТКЛИКА ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ПОСТОЯННОГО ТОКА

Харламов Виктор Васильевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электрические машины и общая электротехника», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-18-27.

E-mail: emoe@omgups.ru.

Шкодун Павел Константинович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС) .

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Электрические машины и общая электротехника», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-18-27.

E-mail: emoe@omgups.ru.

Галеев Альберт Дамирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирант кафедры «Электрические машины и общая электротехника», ОмГУПС.

Email: GaleevAD@omgups.ru

В статье рассматриваются вопросы расширения функционала метода «волнового отклика» при идентификации отказов изоляции электрических машин постоянного тока. Проведен анализ формы диагностического сигнала при наличии дефектов корпусной изоляции добавочных полюсов машин.

Ключевые слова: электрическая машина постоянного тока, изоляция обмоток, обмотка якоря, волновой отклик, добавочные полюса.

WAVE RESPONSE METHOD EXTENDING FOR DIAGNOSIS OF DC ELECTRIC MACHINES INSULATION

Harlamov Viktor Vasilevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Dr. Sci. Tech., professor, head of the department "Electrical machines and general electrical engineering", OSTU.

Tel.: (3812) 31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru.

Shkodun Pavel Konstantinovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Ph.D. in Technical Sciences, the senior lecturer of the department "Electrical machines and general electrical engineering", OSTU.

Tel.: (3812) 31-18-27.

E-mail: emoe@omgups.ru.

Galeev Albert Damirovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Postgraduate student of the department "Electrical machines and general electrical engineering", OSTU.

Email: GaleevAD@omgups.ru

The article «wave response» method functional extending problems for failures identification of DC machines insulation are considered. Diagnostic signal in the presence of auxiliary poles groundwall insulation defects are analyzed.

Keywords: DC machine, winding insulation, armature winding, wave response, auxiliary poles.

УДК 621.313.2

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОММУТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ КАК ЭЛЕМЕНТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА ЕЕ РЕМОНТА**

Бублик Владимир Васильевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-34-19.

E-mail: bublikvv52@mail.ru.

Кураев Владислав Андреевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Студент гр. 44-е, Электромеханического факультета, ОмГУПС.

E-mail: vlad-kuraev2896@mail.ru.

Штраухман Александр Андреевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Студент гр. 44-д, Электромеханического факультета, ОмГУПС.

Тел.: 8-951-409-3888

E-mail: shtraukhman.aa@gmail.com

В статье произведен анализ причин возникновения искрения в коллекторно-щеточном узле тяговых электродвигателей в процессе эксплуатации. Приведены ограничения условий коммутации при диагностировании (оценке) их как визуальным, так и инструментальным методами. Приведены результаты сравнительных испытаний электрической машины малой мощности в лабораторных условиях тем и другим методами.

Ключевые слова: коллекторно-щеточный узел, коммутационные испытания, коммутационная устойчивость электродвигателя.

INSTRUMENTAL EVALUATION OF THE SWITCHING STATE OF AN ELECTRIC MACHINE AS AN ELEMENT OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF ITS REPAIR

Bublik Vladimir Vasilievich

Omsk State Transport University (Omsk State Railway University).
644046, Omsk, Marx Ave., 35.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Rolling Stock of Electric Railways", OmGUPS.

Tel .: (3812) 31-34-19.

E-mail: bublikvv52@mail.ru.

Kuraev Vladislav Andreevich

Omsk State Transport University (Omsk State Railway University).
644046, Omsk, Marx Ave., 35.

Student gr. 44-e, Electromechanical Faculty, Omsk State Technical University.

E-mail: vlad-kuraev2896@mail.ru.

Shtrakhman Alexander Andreevich

Omsk State Transport University (Omsk State Railway University).
644046, Omsk, Marx Ave., 35.

Student gr. 44-d, Electromechanical faculty, OmGUPS.

Tel .: 8-951-409-3888

E-mail: shtraukhman.aa@gmail.com

The article analyzes the causes of arcing in the collector-brush assembly of traction motors during operation. Limitations of switching conditions for diagnosing (evaluating) them with both visual and instrumental methods are given. The results of comparative tests of an electric low-power machine under laboratory conditions by both methods are given.

Keywords: collector-brush assembly, switching test, the switching resistance of the motor.

УДК 621.313.2: 621.7.08

ПОВЫШЕНИЕ КОММУТАЦИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ

Попов Денис Игоревич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Электрические машины и общая электротехника», ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru.

Москалев Юрий Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Электрические машины и общая электротехника», ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru.

Сергеев Роман Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Электрические машины и общая электротехника», ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru.

В статье проведен анализ данных по эксплуатации тяговых электродвигателей карьерных самосвалов, выявлен высокий процент отказов, связанных с неудовлетворительным состоянием коммутации. Даны рекомендации по повышению коммутационной устойчивости электродвигателей карьерных самосвалов с учетом особенностей их эксплуатации.

Ключевые слова: особенности эксплуатации, тяговый двигатель самосвала, коммутационная устойчивость, ресурс щеток, режимы работы, коммутационные испытания.

ENHANCEMENT OF COMMUTATION STABILITY OF TRACTION ELECTRIC MOTORS OF MINE TRUCKS

Popov Denis Igorevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.
Ph.D. in Technical Sciences, the senior lecturer of the department "Electrical machines and general electrical engineering", OSTU.
Tel.: (3812) 31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru.

Moskalev Yuri Vladimirovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.
Ph.D. in Technical Sciences, the senior lecturer of the department "Electrical machines and general electrical engineering", OSTU.
Tel.: (3812) 31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru.

Sergeev Roman Vladimirovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Ph.D. in Technical Sciences, the senior lecturer of the department "Electrical machines and general electrical engineering", OSTU.

Tel.: (3812) 31-18-27.

E-mail: emoe@omgups.ru.

The article analyzes the data of exploitation for the traction motors of mine trucks, the high percentage of failures associated with the poor state of the commutation. Recommendations to improve the commutation stability of the motors of mine trucks, taking into account conditions of their exploitation, are represented.

Keywords: conditions of exploitation, traction motor of the mine truck, commutation stability, resource of brushes, modes of operation, commutation tests.

УДК 621.313

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПАЗОВЫХ ГАРМОНИК СПЕКТРА ТОКА СТАТОРА ТЯГОВОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Скляр Андрей Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС)

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирант кафедры «Электрические машины и общая электротехника»

+79043201026, SklyarAV@niitkd.ru

Серкова Любовь Ефимовна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС)

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Электрические машины и общая электротехника»

(3812) 31-18-27, emoe@omgups.ru

В статье описывается имитационная модель спектра тока статора тягового асинхронного двигателя, учитывающая питание от несинусоидального напряжения и возникновение пазовых гармоник. Предложенная модель может быть использована при изучении различных алгоритмов обработки спектральных компонент тока статора и при разработке комплексов спектр-токового диагностирования.

Ключевые слова: бездатчиковые методы, пазовые гармоники, спектр тока статора, спектр напряжения статора, выделение пазовых гармоник, имитационная модель, Simulink.

ASYNCHRONOUS MOTOR SLOT HARMONIC IMITATION MODEL OF THE STATOR CURRENT

Sklyar Andrew Vladimirovich

Omsk State Transport University (OSTU)

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Postgraduate student

Phone: (3812) 41-67-96.

Serkova Lyubov Efimovna

Omsk State Transport University (OSTU)

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Candidate technical science, associate professor of the department «Electrical machines and general electrical engineering»

(3812) 31-18-27, emoe@omgups.ru

The article describes an imitation model of the stator current spectrum of a traction induction motor. The proposed model can be used to study various algorithms for processing the spectral components of the stator current and the development of spectrum-current diagnostic system.

Keywords: sensorless methods, slot harmonics, the stator current spectrum, the stator voltage spectrum, the allocation of slot harmonics, the simulation model, Simulink.

УДК 621.313.333: 681.518.5

РАЗРАБОТКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОВОЗОВ С АСИНХРОННЫМ ПРИВОДОМ

Абишов Ербол Гайдарович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирант, ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-88.

E-mail: erbolpc@gmail.com.

Глухих Виталий Андреевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирант, ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-88.

E-mail: vagluxix@mail.ru.

В статье рассматриваются особенности измерительного комплекса тягово-энергетической лаборатории на локомотивах нового поколения с асинхронным приводом. Приведены результаты измерений на автоматизированном комплексе с использованием программы LabView.

Ключевые слова: измерение энергетических параметров, асинхронный двигатель, локомотив, подвижной состав, тягово-энергетические лаборатории.

DEVELOPMENT OF THE MEASURING COMPLEX OF ELECTRON VEHICLE PARAMETERS WITH ASYNCHRONOUS ACTUATOR

Abishov Erbol Gaidarovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Graduate student, OSTU.

Tel.: (3812) 31-06-88.

E-mail: erbolpc@gmail.com.

Glukhikh Vitaly Andreevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Graduate student, OSTU.

Tel.: (3812) 31-06-88.

E-mail: vagluxix@mail.ru.

In the article, features of a measuring complex of traction-energy laboratory on locomotives of new generation with an asynchronous drive are considered. The results of measurements on the automated complex using the program LabView are presented.

Key words: traction measurement of energy parameters, asynchronous motor, locomotive, rolling stock, traction-energy laboratories.

УДК 656.259.2:656.212.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАБОТЫ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ

Дремин Владимир Валентинович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС)

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Доцент кафедры «Автоматика и телемеханика», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-18-72.

E-mail: dremin-vladimir@yandex.ru

Горлов Антон Вячеславович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС)

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Студент института автоматизации, телекоммуникаций и информационных технологий, ОмГУПС.

E-mail: anton.gorlov@mail.ru

Ключников Максим Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС)

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Студент института автоматизации, телекоммуникаций и информационных технологий, ОмГУПС.

E-mail: max.6855@yandex.ru

В статье приведен анализ статистических данных по работе сортировочной горки, предложен способ определения ходовых качеств отцепа с помощью систем диагностики.

Ключевые слова: сортировочная горка, отцепы, регулирование скорости, буксовый узел, анализ, статистические данные

USE DIAGNOSTIC SYSTEM FOR IMPROVEMENT OF HUMP YARD WORK

Dremin Vladimir Valentinovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

The senior lecturer of the department "Automatic and telemechanic", OSTU.
Tel.: (3812) 31-18-72.
E-mail: dremin-vladimir@yandex.ru

Gorlov Anton Vyacheslavovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Student of the Institute of Automatics, telemechanics and information technology, OSTU.

E-mail: anton.gorlov@mail.ru

Klyuchnikov Maxim Vladimirovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Student of the Institute of automatics, telemechanics and information technology, OSTU.

E-mail: max.6855@yandex.ru

The article analyzes statistical data on work of hump yard, proposes a method of definition cars' running characteristics using diagnostic systems.

Keywords: hump yard, cars, speed regulation, axle box unit, analysis, statistical data

УДК 656.259.2:656.212.5

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ

Ахмедзянов Гаяз Гумарович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС)

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика и телемеханика», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-55.

E-mail: 1zzzz1omsk@gmail.com

Лежнёв Игорь Игоревич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС)

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Студент института автоматики, телекоммуникаций и информационных технологий, ОмГУПС.

E-mail: lezhnev.1994@mail.ru

Поляков Виктор Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС)

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Студент института автоматики, телекоммуникаций и информационных технологий, ОмГУПС.

E-mail: polyakov2575010@mail.ru

В статье рассмотрены существующие типы вагонных замедлителей сортировочной

горки, проведено сравнение их параметров, предложено внедрение вагонные замедлители точечного типа.

Ключевые слова: сортировочная горка, отцепы, вагонные замедлители точечного типа, буксовый узел.

INCREASE OF EFFICIENCY OF HUMP YARD WORK

Akhmedzyanov Gayaz Gumarovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Ph. D in Technical Science, the senior lecturer of the department "Automatic and telemechanic", OSTU.

Tel.: (3812) 31-18-72.

E-mail: 1zzzz1omsk@gmail.com

Lezhnev Igor Igorevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Student of the Institute of Automatics, telemechanics and information technology, OSTU.

E-mail: lezhnev.1994@mail.ru

Polyakov Viktor Vladimirovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Student of the Institute of automatics, telemechanics and information technology, OSTU.

E-mail: polyakov2575010@mail.ru

In the article the existing types of wagon moderators of the sorting roller coaster are considered, their parameters are compared, wagon moderators of point type.

Keywords: hump yard, cars, wagon moderators of point, axle box unit.

УДК 681.518.5

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ ИМИТАТОР ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ОТКЛОНЕНИЙ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Петров Владимир Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика и системы управления», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-05-89.

E-mail: PetrovVV@omgups.ru

Петров Константин Сергеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Студент 3-го курса Механического факультета, гр.15а, ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-45.

E-mail: MechanicalFaculty@OmGUPS.ru

Тихонова Наталья Алексеевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика и системы управления», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-05-89.

E-mail: TihonovaNA@omgups.ru

В статье рассмотрен один из вариантов реализации аппаратно-программного имитатора для тестирования и отладки микропроцессорной системы, обеспечивающей диагностирование технического состояния вагонных тележек движущегося состава. Выполнен анализ точности формирования временных интервалов в системе и описан алгоритм вычисления длительности выходных импульсов, имитирующих сигналы датчиков осей вагона (бесконтактных магнитных педалей). Сделаны выводы о достоинствах описанной системы, предложены пути повышения ее точности и расширения функциональности.

Ключевые слова: имитация, моделирование, идентификация, диагностика, компьютерная обработка данных, точность, бесконтактная магнитная педаль, типы вагонов, подвижной состав.

**HARDWARE-SOFTWARE SIMULATOR FOR TESTING AUTOMATIC SYSTEM
DIAGNOSIS OF DEVIATIONS OF KINEMATIC PARAMETERS
OF ROLLING STOCK**

Petrov Vladimir Vladimirovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m Omsk, 644046, Russia.

Ph.D. in Technical Sciences, the senior lecturer of the department «Automatic and control systems», OSTU.

Phone: (3812) 31-05-89.

E-mail: PetrovVV@omgups.ru

Petrov Konstantin Sergeevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m Omsk, 644046, Russia.

3-year student of the Faculty of mechanical, Gr. 15a, OSTU.

Phone: (3812)) 31-06-45.

E-mail: MechanicalFaculty@OmGUPS.ru

Tihonova Natalya Alekseevna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m Omsk, 644046, Russia.

Ph.D. in Technical Sciences, the senior lecturer of the department «Automatic and control systems», OSTU.

Phone: (3812) 31-05-89.

E-mail: TihonovaNA@omgups.ru

This article describes one of the options for implementation of hardware-software Simulator for testing and debugging, microprocessor system for the diagnosis of technical condition of wagon bogies moving composition. The analysis of precision formation time intervals in the system and describes an algorithm to compute the duration of output pulses that mimic the signals of the sensors axles wagons (contactless magnetic pedals). Conclusions about the merits of the described system, suggest ways to improve its accuracy and behavior.

Key words: simulation, modeling, identification, diagnosis, computer data processing, accuracy, contactless magnetic pedal, wagons types, rolling stock.

УДК 537.226.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ

Митрохин Валерий Евгеньевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Телекоммуникационные, радиотехнические системы и сети», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-94.

E-mail: mitrokhin@list.ru.

Агарков Никита Евгеньевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Студент группы 24А кафедры «Телекоммуникационные, радиотехнические системы и сети», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 32-36-24.

E-mail: agarkov.nikita@gmail.com

В статье проведен анализ измерения диэлектрической проницаемости направляющей системы в широком диапазоне частот конденсаторным методом известного материала (стеклотекстолита – FR-4), выполнено сравнение полученных значений с паспортными данными, показаны погрешности метода, выработана методика измерений с перекрытием частотных диапазонов, обозначена методика точного измерения площади пластин плоского конденсатора, определены методы повышения точности измерений на высоких частотах.

Ключевые слова: диэлектрическая проницаемость, направляющая система, конденсаторный метод, плоский конденсатор, диапазон частот, измерения, анализ, рекомендации, погрешность.

DETERMINATION OF GUIDE PARAMETERS IN A WIDE RANGE OF FREQUENCIES

Mitrokhin Valery Evgenievich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Dr. Sci. Tech., professor, professor of the department "Telecommunication, radio engineering systems and networks", OSTU.

Tel.: (3812) 31-06-94.

E-mail: mitrokhin@list.ru.

Agarkov Nikita Evgenievich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

The student of group 24A of the department "Telecommunication, radio engineering systems and networks", OSTU.

Tel.: (3812) 32-36-24.

E-mail: agarkov.nikita@gmail.com

The analysis of dielectric permittivity measurement of a directing system in a wide frequency range by a capacitor method of a known material (glass-textolite – FR-4) is made, and the obtained values are compared with passport data, the errors of the method are shown, a measurement procedure is developed with overlapping of frequency ranges, a technique for accurate measurement of the plate area of a flat capacitor is indicated, methods for increasing the accuracy of measurements at high frequencies have been determined.

Keywords: dielectric permeability, directing system, capacitor method, flat capacitor, frequency range, measurements, analysis, recommendations, error.

УДК 37.013.2

**ПРИМЕНЕНИЕ РОЛЕВОЙ ИГРЫ ПРИ ЧТЕНИИ И СОСТАВЛЕНИИ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОПОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ**

Алексеева Елена Антальевна

Структурное подразделение среднего профессионального образования Омский техникум железнодорожного транспорта (СП СПО ОТЖТ)

644005, г. Омск, ул. Гризодубова, 20.

Преподаватель, СП СПО ОТЖТ.

Тел.: (3812) 44-32-17.

E-mail: otgt@mail.ru

Личный e-mail: ealexejew@mail.ru

В статье представлена методика проведения ролевых игр при чтении и составлении электрической схемы опорной подстанции.

Ключевые слова: педагогика, образовательные технологии, ролевая игра.

**ROLE PLAYING IN READING AND MAKING UP
THE MASTER SUBSTATION'S CIRCUITRY**

Alekeeva Elena Anatolyevna

Omsk Secondary Technical School of Railway Transport

644005, Omsk, Grizodubova Street, 20.

Teacher (Electric Supply).

Phone: (3812) 44-32-17.

E-mail: otgt@mail.ru

Personal e-mail address: ealexejew@mail.ru

The article presents the methods of role playing while reading making up the master substation's circuitry.

Keywords: pedagogics, educational technologies, role play.

УДК 004.932

РАСШИРЕНИЕ ГЛУБИНЫ РЕЗКОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРОГРАММНЫМ СПОСОБОМ

Альтман Евгений Анатольевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика и системы управления», ОмГУПС.

Тел.: (3812)31-05-89.

E-mail: altmanea@omgups.ru

Афанасьева Наталья Сергеевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирантка кафедры «Автоматика и системы управления», ОмГУПС.

E-mail: nati_dik@mail.ru.

Васеева Татьяна Валериевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирантка кафедры «Автоматика и системы управления», ОмГУПС.

Тел.: (3812)31-05-89.

E-mail: vaseevatv@omgups.ru

В статье рассмотрены методы повышения качества изображений программными средствами. Описаны основные этапы алгоритма расширения глубины резкости, даны рекомендации по оптимизации работы библиотечных функций, реализующих данный алгоритм.

Ключевые слова: глубина резкости, вычислительная фотография, стекирование изображений, особые точки, детектор особых точек, гомография, размытие Гаусса, лапласиан, шивка изображений, SIFT, RANSAC.

INCREASING FOCUS RANGE SOFTWARE

Altman Evgeniy Anatolevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Ph.D. in Technical Sciences, the senior lecturer of the department "Automatics and Control Systems", OSTU.

Phone: (3812)31-05-89.

E-mail: altmanea@omgups.ru

Afanaseva Natalya Sergeevna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Graduate student of the department "Automatics and Control Systems", OSTU.

E-mail: nati_dik@mail.ru.

Vaseeva Tatyana Valerievna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Graduate student of the department "Automatics and Control Systems", OSTU.

Phone: (3812)31-05-89.

E-mail: vaseevatv@omgups.ru

This article is devoted to images quality improvement methods by software. It is described algorithm of focus range increase.

Keywords: focus range, computational photography, stacking, features, features detector, homography, Gaussian Blur, Laplace operator, image stitching, SIFT, RANSAC.

УДК 621.37

**ПОВЫШЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСЧЕТА
КОРРЕЛЯЦИИ ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ АЛГОРИТМА РАБОТЫ
С ПАМЯТЬЮ**

Альтман Евгений Анатольевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика и системы управления», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-05-89.

E-mail: aisu@omgups.ru.

Александров Александр Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирант кафедры «Автоматика и системы управления», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-05-89.

E-mail: aisu@omgups.ru.

Ананьева Надежда Геннадьевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирант кафедры «Автоматика и системы управления», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-05-89.

E-mail: aisu@omgups.ru.

В статье приведен сравнительный анализ математических методов вычисления свертки дискретных сигналов и произведена оценка временных затрат на их работу.

Представлен алгоритм программы, позволяющий ускорить расчет свертки сигналов за счет уменьшения количества обращений к памяти.

Ключевые слова: свертка, корреляция, фильтр, дискретный сигнал, алгоритм, рекурсивное вычисление.

INCREASE OF COMPUTATIONAL EFFICIENCY OF CALCULATION CORRELATION BY THE OPTIMIZATION OF THE ALGORITHM OF WORK WITH MEMORY

Altman Eugeny Anatolievich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Ph.D. in Technical Sciences, the senior lecturer of the department "Automation and control system", OSTU.

Tel.: (3812) 31-05-89.

E-mail: aisu@omgups.ru.

Aleksandrov Aleksandr Vladimirovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Graduate student of the department "Automation and control system", OSTU.

E-mail: aisu@omgups.ru.

Ananieva Nadezhda Gennadievna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Graduate student of the department "Automation and control system", OSTU.

E-mail: aisu@omgups.ru.

The article gives a comparative analysis of mathematical methods for calculating the convolution of discrete signals and estimates the time spent on their work. The algorithm of the program is presented, which makes it possible to speed up the calculation of the convolution of signals by reducing the number of accesses to memory.

Keywords: convolution, correlation, filter, discrete signal, algorithm, recursion.

УДК 004.738.2

АЛГОРИТМЫ САМООРГАНИЗАЦИИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ В ПРОЦЕССЕ МАРШРУТИЗАЦИИ

Беленков Дмитрий Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирант кафедры «Автоматика и системы управления», ОмГУПС.

E-mail: 2911qwerty@mail.ru.

Приводится обзор протоколов маршрутизации в сенсорных сетях. Рассмотрены алгоритмы: алгоритм направленной диффузии, протокол передачи информации по

средствам переговоров, маршрутизация на основе градиентов, энергетически эффективный алгоритм порогового срабатывания сенсорной сети, алгоритм пересылки, основанный на минимальной стоимости маршрута, Greedy Perimeter Stateless Routing, алгоритм кластеризации на основе иерархии адаптивного низкого энергопотребления беспроводных сенсорных сетях.

Ключевые слова: сенсорная сеть, маршрутизация, алгоритмы, самоорганизация

ALGORITHMS OF SELF-ORGANIZATION OF WIRELESS SENSOR NETWORKS IN THE ROUTING PROCESS

Belenkov Dmitry Vladimirovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Graduate student of the department "Automation and control systems", OSTU.

E-mail: 2911qwerty@mail.ru.

An overview of the routing protocols in the wired networks is given. Algorithms are considered: Directed Diffusion, Gradient-based routing, Sensor Protocols for Information via Negotiation, Greedy Perimeter Stateless Routing, Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy, Minimum Cost Forwarding, Threshold sensitive Energy Efficient Sensor Network of wireless sensor networks.

Keywords: sensor network, routing, algorithms, self-organization

УДК 621.396.49

КОГНИТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В БЕСПРОВОДНЫХ ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ

Лузан Дмитрий Сергеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирант кафедры «Автоматика и системы управления», ОмГУПС.

E-mail: dmitriiluzan@gmail.com

Бычков Евгений Дмитриевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Телекоммуникационные, радиотехнические системы и сети», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-94.

E-mail: bychkov_ev@mail.ru.

Рассматривается обзор применения когнитивной технологии в современных беспроводных локальных сетях. В частности, концепция когнитивного радио, в котором используется искусственный интеллект для эффективного управления радиочастотным спектром и состояниями узлов коммутации беспроводной локальной сети в постоянно меняющейся ситуационной обстановке.

Ключевые слова: когнитивное радио, когнитивные карты, беспроводная сеть.

COGNITIVE TECHNOLOGY IN WIRELESS LOCAL COMMUNICATION NETWORKS

Luzan Dmitriy Sergeevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Graduate student of the department "Automation and control systems ", OSTU.

E-mail: dmitriiluzan@gmail.com

Bychkov Evgeniy Dmitrievich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Dr. Sci. Tech., associate professor, professor at the department "Telecommunication, radio engineering systems and networks ", OSTU.

Tel.: (3812) 31-06-94.

E-mail: bychkov_ev@mail.ru

A review of the application of cognitive technology in modern wireless local area networks is considered. In particular, the concept of cognitive radio, which uses artificial intelligence to effectively control the radio frequency spectrum and the states of the wireless LAN switching nodes in an ever-changing situation situation.

Keywords: cognitive radio, cognitive maps, wireless network.

УДК 621.332.23:625.14

КАНАЛИЗАЦИЯ ОБРАТНОГО ТЯГОВОГО ТОКА В УСЛОВИЯХ ПРОПУСКА ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ ПОЕЗДОВ

Лунев Сергей Александрович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Автоматика и телемеханика», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-18-72.

E-mail: LunevSA@omgups.ru

Сероштанов Сергей Сергеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика и телемеханика», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-18-72.

E-mail: seroshtanovss@mail.ru

Ходкевич Антон Геннадьевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика и телемеханика», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-18-72.
E-mail: hodkevichag@mail.ru

В статье рассмотрены вопросы, связанные с оценкой готовности инфраструктуры, а именно обратной тяговой сети к организации тяжеловесного движения для участка с электротягой постоянного тока. Проведенные аналитические исследования и расчеты показали целесообразность предварительной проверки элементов инфраструктуры на термическую устойчивость схем канализации обратного тягового тока, при организации тяжеловесного движения на исследуемом участке.

Ключевые слова: тяжеловесное движение, элементы инфраструктуры, обратная тяговая сеть, термическое воздействие.

BACKWARD TRACTION CIRCUIT INFRASTRUCTURE IN CONDITIONS ADMISSION OF HEAVYWEIGHT TRAFFIC

Lunev Sergey Aleksandrovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35 Marksa pr., Omsk, 644046, Russia.

Ph.D. in Technical Sciences, head of the department "Automation and telemechanics", OSTU.

Phone: (3812) 31-18-72.

E-mail: LunevSA@omgups.ru

Seroshtanov Sergey Sergeevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35 Marksa pr., Omsk, 644046, Russia.

Ph.D. in Technical Sciences, senior lecturer of the department "Automation and telemechanics", OSTU.

Phone: (3812) 31-18-72.

E-mail: seroshtanovss@mail.ru

Hodkevich Anton Genadievich

Omsk State Transport University (OSTU).

35 Marksa pr., Omsk, 644046, Russia.

Ph.D. in Technical Sciences, senior lecturer of the department "Automation and telemechanics", OSTU.

Phone: (3812) 31-18-72.

E-mail: hodkevichag@mail.ru

Article is devoted to questions of readiness of in-infrastructure, to the organization of the heavyweight traffic. The conducted analytical researches and calculations have shown expediency of preliminary check of elements of infrastructure on thermal stability, at the organization of the heavy movement on the explored site.

Keywords: heavyweight traffic, elements of infrastructure, backward traction circuit infrastructure, thermal stability.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗНАШИВАНИЯ КОНТАКТНЫХ ПАР УСТРОЙСТВ ТОКОСЪЕМА

Сидоров Олег Алексеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электроснабжение железнодорожного транспорта», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-34-46.

E-mail: sidorovoa@omgups.ru

Орлов Александр Андреевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирант кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта», ОмГУПС.

E-mail: orlov.omgups@gmail.com

Слатин Анатолий Игоревич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирант кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта», ОмГУПС.

E-mail: aysn@yandex.ru

В статье приведены результаты модернизации специализированных установок и экспериментальных исследований электромеханического изнашивания контактных пар устройств токосъема монорельсового транспорта на модернизированном стенде. По полученным результатам построены U-образные кривые: для механической и электрической составляющих процесса изнашивания. Модернизированный стенд позволяет учитывать влияние на процесс изнашивания факторов, характерных для реальных условий эксплуатации токоприемника и токопровода.

Ключевые слова: контактная пара, контактный элемент, монорельсовый транспорт, фрикционный износ, токовая нагрузка, испытания, токоприемник.

IMPROVEMENT OF EXPERIMENTAL RESEARCH METHODS OF ELECTRICAL TRANSPORT DEVICES COUPLES WEAR

Sidorov Oleg Alexeevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Dr. Sci. Tech., professor, head of department «Power supply of railway», OSTU.

Tel.: (3812) 31-34-46.

E-mail: sidorovoa@omgups.ru

Orlov Alexandr Andreevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Postgraduate student of department «Power supply of railway», OSTU.

E-mail: orlov.omgups@gmail.com

Slatin Anatoliy Igorevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Postgraduate student of department «Power supply of railway», OSTU.

E-mail: aysn@yandex.ru

The results of modernization specialized installations and electromechanical wear experimental studies of current-carrying monorail devices couples on a modernized stand are given in the article. U-shaped curves are constructed from the results obtained: for the mechanical and electrical components of the wear process. The upgraded stand allows to take into account the influence on the wear process of the typical factors for the real operating conditions of the current collector and current conductor.

Keywords: couple, contact element, monorail transport, frictional wear, current load, tests, current collector.

УДК 621.336

МОДЕЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗНОСА УСТРОЙСТВ ТОКОСЪЕМА

Маркелова Ксения Сергеевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Старший преподаватель кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-34-46.

E-mail: o-ksana83@mail.ru

Мусаткина Бэла Владимировна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Старший преподаватель кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-07-94.

E-mail: iovv@mail.ru

Аннотация. В работе рассматривается влияние износа на качество токосъема в монорельсовой транспортной системе. Предложена модель экспериментальной установки для комплексного исследования воздействия факторов внешней среды на износ устройств токосъема.

Ключевые слова: монорельсовая транспортная система, качество токосъема, износ устройств токосъема.

MODEL OF EXPERIMENTAL STUDY OF WEAR OF CURRENT COLLECTION DEVICES

Markelova Kseniya Sergeevna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.
Supreme teacher of Department «Power supply rail transport», OSTU.
Phone: (3812)31-34-46
E-mail: o-ksana83@mail.ru

Musatkina Bela Vladimirovna

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.
Supreme teacher of Department «Life Safety and Ecology», OSTU.
Phone: (3812) 31-07-94.
E-mail: iovv@mail.ru

Annotation. The effect of wear on the quality of current collection in a monorail transport system is considered. A model of an experimental setup for a complex study of the effect of environmental factors on the wear of current-collecting devices is proposed.

Keywords: monorail transport system, the quality of current collection, wear of current collection devices.

УДК 338.001.36

**ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ
ПЕРЕВОДА ТЯГОВОЙ СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА
НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ БЕЗ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ОПОР
НА ТЯГОВУЮ РЕЛЬСОВУЮ СЕТЬ**

Терёхин Илья Александрович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.
Преподаватель кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта»,
ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-06-33.
E-mail: terekhin_ilya@mail.ru.

Кремлев Иван Александрович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта», ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-06-33.
E-mail: emoe@omgups.ru.

Абишов Ербол Гайдарович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.
Аспирант кафедры «Теоретические основы электротехники», ОмГУПС.
E-mail: erbolpc@gmail.com

В статье выполнен расчет экономической эффективности от внедрения технологии перевода тяговой сети переменного тока на эксплуатацию без заземления опор на тяговую

рельсовую сеть на основании исходных данных по участку Западно-Сибирской железной дороги Карасук – Зубково.

Ключевые слова: экономический эффект, технология, тяговая сеть, разземленная опора, рельсовая сеть, себестоимость.

**ECONOMIC EFFECT OF IMPLEMENTATION OF TECHNOLOGY
TRANSDUCER OF A THRESHOLD AC NETWORK
FOR OPERATION WITHOUT EARTHING
ON THE DRIVE RAIL NETWORK**

Teryokhin Ilya Alexandrovich

Omsk State Transport University (Omsk State Railway University).

644046, Omsk, Marx Ave., 35.

Teacher of the department "Electricity supply of railway transport", OmGUPS.

Tel: (3812) 31-06-33.

E-mail: terekhin_ilya@mail.ru.

Kremlev Ivan Alexandrovich

Omsk State Transport University (Omsk State Railway University).

644046, Omsk, Marx Ave., 35.

Candidate of Technical Sciences, associate professor of the department "Electricity supply of railway transport", OmGUPS.

Tel: (3812) 31-06-33.

E-mail: emoe@omgups.ru.

Abishov Yerbol Gaidarovich

Omsk State Transport University (Omsk State Railway University).

644046, Omsk, Marx Ave., 35.

Post-graduate student of the department "Theoretical Foundations of Electrical Engineering", OmGUPS.

E-mail: erbolpc@gmail.com

The article calculates the economic efficiency from the introduction of the technology of transferring an AC traction system to operation without grounding the supports to the traction rail network based on the initial data on the section of the West Siberian Railway Karasuk-Zubkovo.

Key words: economic effect, technology, traction network, unbalanced support, rail network, cost price.

УДК 004.9

**КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

Давыдов Алексей Игоревич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Информатика, прикладная математика и механика», ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-18-66.
E-mail: DavydovAI@omgups.ru.

В статье проведен анализ системы управления тяговым энергопотреблением на железнодорожном транспорте на основе принципов системного анализа. Выявлены основные компоненты рассматриваемой системы и их взаимосвязи. Предложена структура информационной системы, которая включает в себя модули сбора объективной информации о расходе топливно-энергетических ресурсов и показателях работы транспортной системы, базы данных оперативных и обобщенных показателей, а также модуль поддержки принятия решений в области энергопотребления.

Ключевые слова: энергопотребление, инженерно-энергетическая система, цикл Шухарта-Деминга, система поддержки принятия решений, база данных.

CONCEPTUAL MODEL OF A SINGLE INFORMATION SYSTEM FOR ENERGY CONSUMPTION MANAGEMENT ON RAILWAY TRANSPORT

Davydov Alexey Igorevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Ph.D. in Technical Sciences, the senior lecturer of the Department of Informatics, Applied Mathematics and Mechanics, Omsk State Technical University.

Tel: (3812) 31-18-66.

E-mail: DavydovAI@omgups.ru.

The article analyzes the control system for traction power consumption in railway transport based on the principles of system analysis. The main components of the system and their interrelationships are identified. The structure of the information system is proposed, which includes modules for collecting objective information on the consumption of fuel and energy resources and the performance of the transport system, a database of operational and generalized indicators, and a module for supporting decision-making in the field of energy consumption.

Keywords: energy consumption, engineering-energy system, the Shewhart-Deming cycle, decision support system, database.

УДК 621.31

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНТЕРВАЛОВ УСРЕДНЕНИЯ В СИСТЕМАХ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЯГОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Незевак Владислав Леонидович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательской части, доцент кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 44-39-23.

E-mail: nezevakwl@mail.ru.

Эрбес Виктор Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС) .
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательской части, ОмГУПС.

Тел.: (3812) 44-39-23.

E-mail: erbes-viktor@mail.ru.

Гателюк Олег Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Высшая математика», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 44-23-57.

E-mail: GatelukOV@omgups.ru.

В статье рассмотрены вопросы, посвященные оценке влияния интервалов усреднения в системах измерения электроэнергии на энергетические показатели тяговой энергетики. Рассмотрены результаты измерений на тяговых подстанциях постоянного тока. Показано отличие результатов измерений с различными интервалами усреднения на примере расчета потерь электроэнергии в тяговой сети.

Ключевые слова: система учета и измерения, технический учет электроэнергии, интервал усреднения, тяговая подстанция, ток тяговой нагрузки, потери электроэнергии, критерий χ^2 .

**EVALUATION OF INFLUENCE INTERVALS AVERAGING
IN THE MEASUREMENT SYSTEMS ELECTRICITY
FOR ENERGY INDICATORS OF TRACTIVE ENERGY**

Nezevak Vladislav L.

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Candidate of technical sciences, senior staff scientist of research-and-production laboratory «Energy-efficient technologies and electromagnetic compatibility», OSTU.

Tel.: (3812) 44-39-23.

E-mail: nezevakwl@mail.ru.

Erbes Victor V.

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Candidate of technical sciences, senior staff scientist of research-and-production laboratory «Energy-efficient technologies and electromagnetic compatibility», OSTU.

Tel.: (3812) 44-39-23.

E-mail: erbes-viktor@mail.ru.

Gatelyuk Oleg V.

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Department of "Higher mathematics", candidate of physico-mathematical sciences, assistant

professor, OSTU.

Tel.: (3812) 44-39-23.

E-mail: GatelukOV@omgups.ru.

In the article the questions devoted to an estimation of influence of intervals of averaging in systems of measurement of the electric power of systems of traction power supply are considered. The results of measurements on traction substations of direct current are considered. The difference in the measurement results with different averaging intervals is shown on the example of considering the electric power losses in the traction network.

Keywords: accounting and measurement system, technical accounting of electricity, averaging interval, traction substation, tractive load current, power loss, criterion χ^2 .

УДК 621.331

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
МОСКОВСКОГО ЦЕНТРАЛЬНОГО КОЛЬЦА
В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ РЕКУПЕРАТИВНОГО ТОРМОЖЕНИЯ
И НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

Никифоров Михаил Михайлович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, заместитель директора научно-исследовательского института энергосбережения на железнодорожном транспорте (НИИЭ ОмГУПС).

Тел.: (3812) 44-39-23.

E-mail: nikiforovmm@rambler.ru.

Вильгельм Александр Сергеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС) .

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник научно-производственной лаборатории «Энергосберегающие технологии и электромагнитная совместимость», доцент кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 44-39-23.

E-mail: vilgelm87@gmail.com.

Комякова Ольга Олеговна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС) .

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Теоретическая электротехника», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-88.

E-mail: komyakovaoo@gmail.com.

В статье описаны основные подходы к оценке и повышению энергетической эффективности тяги пассажирских поездов на Московском центральном кольце в условиях применения рекуперативного торможения, в том числе с применением накопителей электроэнергии в системе тягового электроснабжения.

Ключевые слова: электроподвижной состав, система тягового электроснабжения, накопители электрической энергии, рекуперативное торможения, энергетическая эффективность.

**INCREASE OF THE MOSCOW CENTRAL CIRCLE
ENERGY EFFICIENCY IN THE CONDITIONS
OF RECUPERATIVE BRAKING USE
AND ELECTRIC ENERGY STORAGE DEVICES**

Nikiforov Mikhail Mikhailovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Candidate of Technical Sciences, Deputy Director of the Research Institute for Energy Conservation in Railway Transport, OSTU.

Tel.: (3812) 44-39-23.

E-mail: nikiforovmm@rambler.ru.

Vilgelm Alexander Sergeevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher of the Scientific and Production Laboratory "Energy Saving Technologies and Electromagnetic Compatibility", Associate Professor of the Department "Rolling Stock of Electric Railways", OSTU.

Tel.: (3812) 44-39-23.

E-mail: vilgelm87@gmail.com.

Komyakova Olga Olegovna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Theoretical Electrical", OSTU.

The article describes the main approaches to assessing and improving the energy efficiency of passenger trains traction on the Moscow Central Circle in the conditions of applying regenerative braking, including the use of power storage in the traction power supply system.

Keywords: electric rolling stock, traction power supply system, electric energy storage devices, regenerative braking, energy efficiency.

УДК 621.33

**О СИСТЕМЕ НОРМИРОВАНИЯ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
ЭЛЕКТРОВОЗАМИ ПРИ ПРОСТОЕ ПОД ДЕПО В ОЖИДАНИИ РЕМОНТА**

Ушаков Сергей Юрьевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник научно-производственной лаборатории «Энергосберегающие технологии и электромагнитная совместимость», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 44-39-23.
E-mail: ushakovsj@gmail.com.

Никифоров Михаил Михайлович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, заместитель директора научно-исследовательского института энергосбережения на железнодорожном транспорте (НИИЭ ОмГУПС).

Тел.: (3812) 44-39-23.
E-mail: nikiforovmm@rambler.ru.

Вильгельм Александр Сергеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС) .
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник научно-производственной лаборатории «Энергосберегающие технологии и электромагнитная совместимость», доцент кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 44-39-23.
E-mail: vilgelm87@gmail.com.

В статье описаны основные проблемы организации достоверного учета электроэнергии, потребляемой электровозами в режиме горячего простоя на тракционных путях депо в ожидании ремонта. Обоснована необходимость разработки научно-обоснованных норм расхода электроэнергии электровозами в горячем состоянии. Приведен комплекс задач, выполнение которых позволит достичь поставленной цели.

Ключевые слова: электроподвижной состав, электровоз, горячий простой, собственные нужды электровоза, учет электроэнергии, нормирование.

**ABOUT SISTEM OF RATIONING THE ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION BY
THE AUXILIARY MACHINES OF THE ELECTRIC LOCOMOTIVES DURING
THEIR DOWNTIME WHILE WAITING FOR REPAIR**

Nikiforov Mikhail Mikhailovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Candidate of Technical Sciences, Deputy Director of the Research Institute for Energy Conservation in Railway Transport, OSTU.

Tel.: (3812) 44-39-23.
E-mail: nikiforovmm@rambler.ru.

Vilgelm Alexander Sergeevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher of the Scientific and Production Laboratory "Energy Saving Technologies and Electromagnetic Compatibility", Associate Professor of the Department "Rolling Stock of Electric Railways", OSTU.

Tel.: (3812) 44-39-23.
E-mail: vilgelm87@gmail.com.

Ushakov Sergey Yurjevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher of the Scientific and Production Laboratory "Energy Saving Technologies and Electromagnetic Compatibility", OSTU.

Тел.: (3812) 44-39-23.

E-mail: ushakovsj@gmail.com.

The article describes the main problems of reliable account of electric energy consumption by the auxiliary machines of the electric locomotives during their downtime while waiting for repair. The need of developing the scientifically based electric energy consumption rates by the auxiliary machines of the electric locomotives during their downtime is justified. The complex of tasks to achieve the stated goal is given.

Ключевые слова: electric rolling stock, electric locomotive downtime, electric locomotive own needs, electric energy account, rationing.

УДК 697.7

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОДБОРА СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ВЫБРАННОЙ ЛОКАЦИИ

Тартачев Александр Андреевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

студент кафедры «Теплоэнергетика», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-23.

E-mail: tartachevsasha@gmail.com

Произведен сбор климатических ежедневных данных за годовой период для заданной локации, первичный анализ полученных данных и подробная визуализация положения Солнца в течение года, выбор оптимальных технических параметров системы солнечного коллектора на основе климатических данных для выбранной локации (г. Омск). Приведена методика подбора солнечного коллектора.

Ключевые слова: солнечный коллектор, тепловая энергия, коэффициент теплопроводности, удельное количество теплоты.

DEVELOPMENT OF THE TECHNIQUE OF SELECTION OF THE SOLAR COLLECTOR ON THE BASIS OF STATISTICAL DATA FOR THE CHOSEN LOCATION

Tartachev Alexander Andreevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

The student, OSTU.

Tel.: (3812) 31-06-23.

E-mail: tartachevsasha@gmail.com

Charge climatic daily data for the annual period is made for the set location, primary

analysis of the obtained data and detailed visualization of position of the Sun within a year, the choice of optimum technical parameters of system of a solar collector on the basis of climatic data for the chosen location (Omsk). The technique of selection of a solar collector is given.

Keywords: solar collector, thermal energy, heat conductivity coefficient, specific amount of heat.

УДК 621.331:621.311

КОНЦЕПЦИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ РАЙОНОВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В АКТИВНО-АДАПТИВНЫЕ СЕТИ

Черемисин Василий Титович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Доктор технических наук, директор научно-исследовательского института энергосбережения на железнодорожном транспорте, заведующий кафедрой «Подвижной состав электрических железных дорог», ОмГУПС.

Тел. (3812) 44-36-62

cheremisinv@gmail.com

Никифоров Михаил Михайлович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, заместитель директора научно-исследовательского института энергосбережения на железнодорожном транспорте (НИИЭ ОмГУПС).

Тел.: (3812) 44-39-23.

E-mail: nikiforovmm@rambler.ru.

В статье рассмотрена проблема старения сетей районов электроснабжения. Предложена концепция их модернизации путем внедрения технологий активно-адаптивных сетей. Описаны ожидаемые изменения в работе электрических сетей. Перечислены критерии эффективности проекта модернизации сетей районов электроснабжения.

Ключевые слова: район электроснабжения, учет электроэнергии, потери электроэнергии, активно-адаптивные сети

THE CONCEPT OF UPGRADING ELECTRICAL SUPPLY DISTRICTS TO ACTIVE-ADAPTIVE NETWORKS

Cheremisin Vasily Titovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Dr. Sci. Tech., director, Scientific Research Institute of Energy Saving in Railway Transport, head of the department «Rolling stock of the electric railways», OSTU.

Тел. (3812) 44-36-62

cheremisinv@gmail.com

Nikiforov Mikhail Mikhailovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Candidate of Technical Sciences, Deputy Director of the Research Institute of Energy Saving in Railway Transport, OSTU.

Tel.: (3812) 44-39-23.

E-mail: nikiforovmm@rambler.ru.

In this article the problem of power supply districts networks obsolescence is considered. The concept of their upgrading by the introducing of actively adaptive networks technologies is proposed. The expected changes in the electrical networks operation are described. The performance criteria for the electricity supply network districts upgrading project are listed.

Keywords: power supply district, electrical energy accounting, losses of electrical energy, active-adaptive networks.

УДК 621.577

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Хороших Ольга Владимировна

Омский государственный университет путей сообщения
Российская федерация, 644119, г. Омск, ул. Перелета 20, 48.

Аспирантка, кафедра "Теплоэнергетика"

Телефон: +79835285431

E-mail: bmk.omsk@yandex.ru

Стариков Александр Петрович

Омский государственный университет путей сообщения
Российская федерация, 644046, Омск-46, пр. К. Маркса, 35
к. т. н., доцент, заведующий кафедрой "Теплоэнергетика"

Телефон: +7 (3812) 31-06-23

E-mail: StarikovAP@omgups.ru

В статье рассмотрена эффективность работы теплового насоса грунтового исполнения в условиях климатических особенностей Омского региона. Приведены статистические данные изменения параметров на протяжении одного отопительного периода, влияющих на эффективность работы теплового насоса, построены графики. Определен фактически коэффициент трансформации теплового насоса на протяжении отопительного периода, построен график. Произведен сравнительный анализ отличия фактического коэффициента трансформации от заявленного производителем. Описаны причины, влияющие на изменение коэффициента трансформации.

Ключевые слова: тепловой насос, геотермальное отопление, энергоэффективность, энергосбережение, коэффициент трансформации теплового насоса, грунтовый тепловой насос.

FEATURES OF APPLICATION OF HEAT PUMPS IN WEST-SIBERIAN REGION

Khoroshikh Olga Vladimirovna

Omsk state transport University

Russian Federation 644119, Omsk, st. 20 Pereleta, 48.

Postgraduates of the Department "Heat power engineering"
Phone: +79835285431
E-mail: bmk.omsk@yandex.ru

Starikov Alexander Petrovich

Omsk state transport University
Russian Federation, 644046 Omsk-46, K. Marksa Ave., 35
Ph. D., associate Professor, head of chair "Heat power engineering"
Phone: +7 (3812) 31-06-23
E-mail: StarikovAP@omgups.ru

The article considers the efficiency of a heat pump ground performance in terms of the climatic characteristics of the Omsk region. These statistics change the settings for one heating period, affecting the efficiency of a heat pump, built graphics. Actually determined the ratio of the heat pump during the heating period, the chart presents a comparative analysis of the differences of the actual transformation ratio of the declared by manufacturer Is made. Describes the factors influencing the change of ratio.

Key words: heat pump, geothermal heating, energy efficiency, energy conservation, the transformation ratio of the heat pump, geothermal heat pump.

УДК 620.9

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Попова Анастасия Сергеевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.
Студент кафедры «Теплоэнергетика», ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-06- 23.
E-mail: anastasiaserpopova@gmail.com

Лебедев Виталий Матвеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.
Доктор технических наук, профессор кафедры «Теплоэнергетика», ОмГУПС.

В статье приведена проблема качественного тепло- и электроснабжения удаленных потребителей России, обозначена экономическая нецелесообразность поставок топлива в эти регионы. Предложено использование нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: нетрадиционная энергетика, индивидуальное энергоснабжение, солнечная электростанция, солнечная панель, тепловой насос, ветровая электростанция.

THE BASIC DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF INDIVIDUAL ENERGY SUPPLY TO CONSUMERS

Popova Anastasia Sergeevna

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

The student, OSTU.
Tel.: (3812) 31-06- 23.
E-mail: anastasiaserpopova@gmail.com

Lebedev Vitaliy Matveevich
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.
Doctor of science, professor Department «Thermal Engineering», OSTU.

The article describes the problem of quality of heat and electricity for remote consumers in Russia, marked uneconomical fuel supply in these regions. Suggested the use of alternative and renewable energy sources.

Keywords: alternative energy, individual power supply, solar power plant, solar panel, heat pump, wind power plant.

УДК 621.316

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КООРДИНИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЕМ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Третьяков Евгений Александрович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог», ОмГУПС.

Тел.: 89059214730.
E-mail: eugentr@mail.ru.

Головнев Григорий Евгеньевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирант кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог», ОмГУПС.
E-mail: grishantiy@gmail.com.

Кандаев Василий Андреевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Доктор технических наук, профессор кафедры
«Телекоммуникационные, радиотехнические системы и сети», ОмГУПС.
Тел.: +7 (3812) 31-06-94

В статье представлены результаты исследований по оценке эффективности координированного управления напряжением в распределительных электрических сетях 10 кВ. Выполнено имитационное моделирование участка распределительной электрической сети 10 кВ при различных сочетаниях и уставках исполнительных устройств линейных регуляторов устройств компенсации реактивной и источников активной мощности, получены численные результаты расчета напряжений, уровня технических потерь

электроэнергии при локальном и координированном управлении на основе агентного подхода.

Ключевые слова: распределительная электрическая сеть, отказ, напряжение, мультиагентное управление, устройства компенсации реактивной мощности, накопители электроэнергии, распределенная генерация.

EFFICIENCY OF COORDINATED GOVERNANCE VOLTAGE IN DISTRIBUTION ELECTRIC NETWORKS

Tretyakov Evgeny Alexandrovich

Omsk State Transport University (Omsk State Railway University).

644046, Omsk, Marx Ave., 35.

Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Rolling Stock of Electric Railways», OmGUPS.

Tel .: 89059214730.

E-mail: eugentr@mail.ru.

Golovnev Grigory Evgenevich

Omsk State Transport University (Omsk State Railway University).

644046, Omsk, Marx Ave., 35.

Post-graduate student of the department «Rolling stock of electric railways», OmGUPS.

E-mail: grishantiy@gmail.com.

Kandaev Vasilii Andreevich

Omsk State Transport University (OSTU).

644046, Omsk, Marx Ave., 35.

Doctor of Technical Sciences, Professor of the department «Telecommunications, radio systems and networks», OSTU.

Phone: +7 (3812) 31-06-94.

The article presents the results of studies to assess the effectiveness of coordinated voltage control in 10 kV distribution networks. Simulation modeling of the 10 kV distribution network was carried out for different combinations and settings of the linear regulators of reactive and active power sources, numerical results of voltage calculations, and the level of technical losses of electricity with local and coordinated controls based on the agent approach.

Keywords: distribution electric network, failure, voltage, multi-agent control, reactive power compensation devices, power storage devices, distributed generation.

УДК 621.311

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НЕТЯГОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ, ОСНОВАННЫХ НА МЕТОДЕ ОПОРНЫХ ВЕКТОРОВ

Комяков Александр Анатольевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Теоретическая электротехника».

Тел.: +7 (3812) 44-39-23

E-mail: tskom@mail.ru

Иванченко Владимир Иванович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС),
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирант кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог».

Тел.: +7 (3812) 31-82-38

E-mail: ivanchenko-v.i@yandex.ru

В работе рассматриваются математические модели расхода электрической энергии от влияющих факторов с использованием метода опорных векторов на примере трех предприятий. Произведено сравнение полученных моделей с моделями, основанными на других методах для тех же предприятий по ряду показателей, характеризующих точность моделей.

Ключевые слова: метод опорных векторов, нетяговые потребители, электропотребление.

**THE STUDY OF THE ACCURACY THE MATHEMATICAL OF MODELS OF
FORECASTING THE ENERGY CONSUMPTION OF NON-TRACTIVE
CONSUMERS, BASED ON THE SUPPORT VECTOR MACHINE**

Komyakov Aleksandr Anatolievich

Omsk State Transport University (OSTU)

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Cand.Tech.Sci., the senior lecturer of chair «Theoretical the electrical engineer».

Phone: +7 (3812) 44-39-23

E-mail: tskom@mail.ru

Ivanchenko Vladimir Ivanovich

Omsk State Transport University (OSTU)

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

The post-graduate student of chair «Electric railways rolling stock».

Phone: +7 (3812) 31-82-38

E-mail: ivanchenko-v.i@yandex.ru

The paper considers a mathematical model of the flow of electricity on the influencing factors using a support vector machine on the example of three companies. The comparison of the obtained models with models based on other methods for the same companies on a number of indicators that characterize the accuracy of the models.

Key words: support vector machines, non-tractive consumers, the consumption.

УДК 629.423.1

**ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
ДВИГАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОВОЗОВ СЕРИИ 2ЭС6**

Доманов Кирилл Иванович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирант кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог».

Тел.: +7 (923) 671-45-33.
E-mail: domanov35@gmail.com

Анализ причин вызывавших задержки поездов при эксплуатации магистральных электропоездов постоянного тока серии 2ЭС6 на всей сети ОАО «РЖД», рассматриваются показатели безотказности и неисправности тяговых электрических двигателей электропоездов при производстве работ по выполнению плановых и неплановых видов обслуживаний локомотивов.

Ключевые слова: узлы электрического оборудования, электропоезд, энергоэффективность, анализ данных, локомотивный комплекс, показатели безотказности.

ESTIMATION OF THE TECHNICAL CONDITION OF STRAIGHT ELECTRIC ENGINES OF ELECTRIC MOTORS OF SERIES 2ES6

Domanov Kirill Ivanovic

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m Omsk, 644046, Russia.
Graduate student of department "Rolling electric iron roads".
Phone: +7 (923) 671-45-33.
E-mail: domanov35@gmail.com

The analysis of the reasons for the delays of trains during the operation of the main electric locomotives of DC series 2ES6 on the whole network of JSCo «Russian Railways», the reliability and malfunction of traction electric motors of electric locomotives in the performance of works on the implementation of planned and unplanned types of services for locomotives are considered.

Keywords: nodes of electrical equipment, electric locomotive, energy efficiency, data analysis, locomotive complex, reliability indicators.

УДК 621.311

ПОТЕРИ МОЩНОСТИ В ОСНОВНОМ ОБОРУДОВАНИИ И ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ НУЖД СТАТКОМ

Никонов Андрей Викторович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.
Аспирант кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог», ст. электромеханик ДЭЛ ЗСЖД.
Тел.: 8-929-364-42-44.
E-mail: AndrewNikonov671@gmail.com

В статье проведена оценка потерь мощности в основном оборудовании СТАТКОМ, установленного на посту секционирования станции Заринская. Выявлены факторы оказывающее наибольшее влияние на потери в его оборудовании и энергопотребление на собственные нужды. Построена зависимость потерь мощности в оборудовании СТАТКОМ в совокупности с нагрузкой собственных нужд от генерируемой им реактивной мощности. Предложены методы снижения потерь и энергопотребления на собственные нужды.

Ключевые слова: статический компенсатор реактивной мощности, потери мощности, энергопотребление, собственные нужды, реактивная мощность, тяговая сеть, пост секционирования, система тягового электроснабжения.

LOSS OF POWER IN BASIC EQUIPMENT ANF POWER CONSUMPTION OF OWN NEEDS STATCOM

Nikonov Andrey Viktorovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Postgraduate of the chair "Rolling stock of electric Railways", art.electrician DEL ZSZHD.

Tel.: 8-929-364-42-44.

E-mail: AndrewNikonov@rambler.ru

The article estimates the power losses in the main equipment of STATCOM installed at the station of Zarinskaya station. Factors that have the greatest impact on losses in its equipment and energy consumption for its own needs are identified. The dependence of power losses in STATCOM equipment in combination with the load of own needs on the reactive power generated by it is constructed. Methods for reducing losses and energy consumption for own needs are proposed.

Keywords: static reactive power compensator, power loss, power consumption, own needs, reactive power, traction network, post-sectioning, traction power supply system.

УДК 621.314.58

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЫПРЯМИТЕЛЬНО-ИНВЕРТОРНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ НА ДВУХПУТНОМ УЧАСТКЕ

Хусаинов Ермек Кенжебулатович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирант кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта», ст. электромеханик ДЭЛ ЗСЖД.

Тел.: 8-950-330-10-14.

E-mail: ech6-HusainovEK@wsr.rzd

В статье изложен опыт эксплуатации выпрямительно-инверторного преобразователя, установленного на тяговой подстанции Яя Тайгинской дистанции электроснабжения Западно-Сибирской железной дороги. Приведены энергетические показатели работы при различных уставках внешней характеристики выпрямительно-инверторного преобразователя. Определены задачи, решение которых позволит повысить энергетическую эффективность работы выпрямительно-инверторного преобразователя.

Ключевые слова: выпрямительно-инверторный преобразователь, внешняя характеристика, рекуперация, возврат энергии, тяговая подстанция.

THE EXPERIENCE OF OPERATION OF RECTIFIER-INVERTER CONVERTER OF THE TRACTION SUBSTATION ON THE TWO-LANE PLOT

Khusainov Ermek Kenzhebulatovich

Omsk state transport University (Ostu).

644046, Omsk, prospect Marksa, 35.

Postgraduate student of the Department "power Supply of railway transport", senior electrician DEL ZSZHD.

Tel: 8-950-330-10-14.

E-mail: ech6-HusainovEK@wsr.rzd

The article describes the experience of the operation of the rectifier inverter Converter installed on traction substation Yaya Tayginskiy distance power of the West-Siberian railway. Given the energy performance at different set point capability, the external characteristics of rectifier-inverter Converter. Tasks, solution of which will improve the energy efficiency of rectifier-inverter Converter.

Keywords: rectifier-inverter Converter, external characteristic, recovery, energy recovery, traction substation.

УДК 008

ЭКОЛОГИЯ ЯЗЫКА В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЩЕСТВЕ

Дрофа Светлана Юрьевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат философских наук, старший преподаватель кафедры «Русский и иностранные языки», ОмГУПС.

Тел.: 8-913-973-06-01.

E-mail: reg55@mail.ru.

В статье затрагиваются проблемы культурного и языкового многообразия мира, влияние языка на общественное сознание. Особое внимание уделено вопросу экологии языка. Анализ языковой ситуации в информационном обществе, представленный в статье, демонстрирует, что игнорирование чистоты речи может привести к весьма отрицательным последствиям.

Ключевые слова: экология языка, информационное общество, межкультурное общение, межкультурная коммуникация, национальный язык.

LANGUAGE ECOLOGY IN THE INFORMATION SOCIETY

Drofa Svetlana Yurjevna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Ph.D. in Philosophical Sciences, the senior teacher of the department "Russian and foreign languages", OSTU.

Tel.: 8-913-973-06-01.

E-mail: reg55@mail.ru.

The article touches the issues of cultural and linguistic diversity of the world, the impact of language on social consciousness. Special attention is paid to environmental problems of language. The analysis of the language situation in information societies, presented in the paper demonstrates that ignoring the clean speech can lead to very negative consequences.

Key words: the ecology of language, information society, intercultural communication, intercultural communication, national language.

УДК 378.17

ОСНОВЫ МЕТОДИКИ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКИМИ УПРАЖНЕНИЯМИ СТУДЕНТОВ

Антипин Виталий Борисович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат психологических наук, доцент кафедры «Физическое воспитание и спорт», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 30-34-13

E-mail: fvs-omgups@yandex.ru.

В статье указывается о необходимости дополнительных занятий физической культурой и спортом с целью реализации потребности в движении студентов. Для этого предлагаются самостоятельные формы занятий физическими упражнениями. Приводятся основные методические принципы построения самостоятельных занятий физической культурой и спортом.

Ключевые слова: студенты, физическое воспитание, физическая культура и спорт, двигательная активность, самостоятельные занятия.

BASICS OF THE METHOD OF SELF-STATE LESSONS BY PHYSICAL EXERCISES OF STUDENTS

Antipin Vitaliy Borisovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Candidate of psychological sciences, docent of the department "Physical education and sport", OSTU.

Tel.: (3812) 30-34-13

E-mail: fvs-omgups@yandex.ru.

The article points out the need for additional physical training and sports in order to realize the need for student movement. For this purpose, independent forms of exercise are offered. The main methodological principles of building independent physical training and sports are given.

Key words: students, physical education, physical culture and sport, motor activity, independent studies.

УДК 167/168.0001.8+510:514.8:515.1:519.1/2/6/7+53+550.36+577.31

В ПОГОНЕ ЗА АТТЕСТАЦИЕЙ

Сизиков Виктор Петрович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Высшая математика», ОмГУПС
Тел.: (3812) 31-18-11.
E-mail: v_p_sizikov@mail.ru

Показано, что многие проблемы современного образования являются следствием ухода от системного единства и полноценности представления материалов дисциплин. Концепция базовых дисциплин делает возможным согласовывать пути различного развертывания представлений и умений, так что, в принципе, каждый учащийся может компенсировать свою слабость по освоению одних дисциплин через освоение им других дисциплин.

Keywords: абстракция, базовая дисциплина, мировоззрение, полноценность, представление, системное единство.

IN THE RUNNING FOR THE ATTESTATION

Sizikov Viktor Petrovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Ph.D. in Technical Science, the senior lecturer of department «Higher Mathematics», OSTU

Phone: (3812) 31-18-11.

E-mail: v_p_sizikov@mail.ru

It is shown that many problems of modern education are a consequence of the departure from systemic unity and the usefulness of the presentation of materials of disciplines. The concept of basic disciplines makes it possible to coordinate the ways of different deployment of representations and skills, so that, in principle, each student can compensate for his weakness in mastering certain disciplines through mastering other disciplines.

Keywords: abstraction, basic discipline, world view, fullness, representation, systemic unity.

УДК 37.06

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ФАСИЛИТАЦИЯ КАК ОСНОВА УСПЕШНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Перепелица Марина Борисовна

Омский техникум железнодорожного транспорта (СП СПО ОТЖТ).

644060, г. Омск, ул. Крыловская, 25.

Методист, СП СПО ОТЖТ.

Tel.: 8-983-116-50-31.

E-mail: otgt_id@mil.ru

В статье раскрывается важность педагогической фасилитации для успешной реализации инновационных образовательных технологий (на примере индивидуального проектирования) в организациях системы среднего профессионального образования.

Ключевые слова: профессиональная образовательная организация, образовательные технологии, технология проектного обучения, технология информационно-развивающего обучения, индивидуальное проектирование, педагогическая фасилитация.

PEDAGOGICAL FACILITATION AS A BASIS SUCCESSFUL IMPLEMENTATION OF EDUCATIONAL TECHNOLOGIES

Perepelitsa Marina Borisovna

Omsk College of Railway Transport (OCRT).
25, Krylovskaya street, Omsk, 644060, Russia.
Methodist, OCRT.
Tel.: 8-983-116-50-31.
E-mail: otgt_id@mil.ru

The article reveals the importance of pedagogical facilitation for the successful implementation of innovative educational technologies (on the example of individual project) in organizations of the system of secondary vocational education.

Keywords: professional educational organization, educational technologies, technology of project training, technology of information-developing training, individual project, pedagogical facilitation.

УДК 930.1(09):329.021.3(571)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ О СИБИРСКОЙ ССЫЛКЕ В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ИСТОРИЯ» ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ

Исачкин Сергей Павлович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.
Доктор исторических наук, доцент, профессор кафедры «История,
философия и культурология», ОмГУПС
Тел.: 8-913-155-00-24
E-mail: isachkinomsk@rambler.ru

В работе рассматривается методика использования материалов о политической ссылке в Сибирь периода Первой мировой войны, выявляется специфика преподавания соответствующих вопросов в курсе «История» для технических вузов.

Ключевые слова: технический вуз, история, мировая война, Сибирь, ссылка, социал-демократия, интернационализм.

USING MATERIALS ABOUT THE EXILE IN TEACHING DISCIPLINE «HISTORY» IN A TECHNICAL UNIVERSITY

Isachkin Sergei Pavlovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.
Doctor of History, docent, professor of the Department «History, Philosophy and Culture-study», OSTU.
Phone: 8-913-155-00-24
E-mail: isachkinomsk@rambler.ru

The article considers the methodology of using materials on political exile in Siberia during the First World War, reveals the specifics of teaching relevant issues in the course "History" for technical universities.

Key words: *technical university, history, World War, Siberia, exile, social democracy, internationalism.*

УДК 340

ПРАВОВОЕ СОЗНАНИЕ И ЕГО ДЕФОРМАЦИИ

Сенин Игорь Николаевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат юридических наук, доцент кафедры «Таможенное дело и право», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 53-58-73.

E-mail: senin.ru@mail.ru

В статье рассматривается значение правосознания в правовой системе, анализируются причины, приводящие к деформациям правосознания, то есть искажениям адекватного восприятия права, указываются формы деформаций правосознания и предлагаются меры по преодолению этих деформаций, формированию у населения высокого уровня правосознания и правовой культуры.

Ключевые слова: государство, право, правосознание, правовая культура, правовая система, деформации правосознания, правомерное поведение.

DEFORMATION OF SENSE OF JUSTICE

Senin Igor Nikolaevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

PhD in Juridical sciences, the senior lecturer of the department «Customs matter and law», OSTU.

Phone.: (3812) 53-58-73.

E-mail: senin.ru@mail.ru

The article discusses the importance of legal consciousness in the legal system, analyzes the reasons, leading to deformation of legal consciousness, that is, the distortion of an adequate comprehension of the law, shall include the form of deformation of sense of justice and suggests measures to overcome these deformations, the formation of a high level of legal awareness and legal culture

Keywords: the state, law, legal consciousness, legal culture, legal system, deformation of legal consciousness, lawful behavior.

МОДЕРНИЗАЦИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ В КОНТЕКСТЕ ФОРМИРОВАНИЯ НОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА

Колесник Евгения Алексеевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирант д.э.н., профессора Шпалтакова В. П., ОмГУПС

Тел. (3812) 28-02-48

E-mail: iseaside1819@gmail.com

Шпалтаков Владимир Петрович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС) .

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 28-02-48.

E-mail: olga.karavaeva.42@mail.ru.

В статье дана характеристика прогнозируемых изменений в машиностроении при распространении шестого технологического уклада. Приведен ряд основных проблем, сдерживающих технологическое развитие машиностроения. Обоснована ценность модернизации машиностроения как ресурса перехода к новому технологическому укладу.

Ключевые слова: модернизация, технологические уклады, машиностроение

MODERNIZATION OF MACHINE-BUILDING IN THE CONTEXT FORMATION OF A NEW TECHNOLOGICAL STOCK

Kolesnik Eugenia Alekseevna

Omsk State Transport University (OSTU)

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Tel. (3812) 28-02-48

E-mail: iseaside1819@gmail.com

Shpatkatov Vladimir Petrovich

Omsk State Transport University (Omsk State Railway University).

644046, Omsk, Marx Ave., 35.

Doctor of Economics, Professor of the Department of Economics, Omsk State University.

Tel .: (3812) 28-02-48.

E-mail: olga.karavaeva.42@mail.ru.

In the article the characteristic of predicted changes in mechanical engineering is given at distribution of the sixth technological way. A number of basic problems restraining the technological development of machine building are given. The value of modernization of machine building as a resource of transition to a new technological structure is justified.

Keywords: modernization, technological ways, mechanical engineering

ФУНКЦИОНАЛЬНО-СЕМАНТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕРМИНОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Демишкевич Елена Владимировна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат филологических наук, доцент кафедры «Русский и иностранные языки»,
ОмГУПС.

Тел. (3812) 31-06-79

E-mail: demishkevich_ev@mail.ru

Данная статья посвящена описанию лингвистических особенностей английской терминологии железнодорожного транспорта. Рассматриваются источники формирования терминов. Анализ исследуемого материала позволил выделить основные источники формирования терминологии и описать способ образования английских терминов железнодорожного транспорта. Автор приходит к выводу, что железнодорожная терминология пополняется за счёт заимствований и вторичной номинации уже существующей единицы в качестве имени для нового обозначаемого – терминологизации уже существующих в языке слов. Любая техническая терминология использует общеупотребительные слова в значении терминов.

Ключевые слова: терминосистема, семантический анализ, заимствования, терминообразование, семантическая насыщенность, метафоризация, вторичная номинация, дефиниция, источник формирования терминов.

FUNCTIONAL AND SEMANTIC ANALYSIS OF RAILWAY TERMS

Demishkevich Elena Vladimirovna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Ph.D. in Philological Sciences, associate professor of the chair "Russian and Foreign Languages"

Tel. (3812) 31-06-79

E-mail: demishkevich_ev@mail.ru

This article is devoted to the description of the linguistic features of English railway terminology. The sources of terms formation are considered. The analysis of studied material is made it possible to identify the main sources of terminology formation and to describe the way in which English terms of railway transport are formed. The author comes to the conclusion that railway terminology is added by loans and secondary nomination of already existing unit as a name for the new terminology – terminologization of already existing words in language. Any technical terminology uses common words in terms of terms.

Keywords: terminosystem, semantic analysis, loans, term formation, semantic saturation, metaphorization, secondary nomination, definition, source of term formation.

MODERNIZATION OF MACHINE-BUILDING IN THE CONTEXT FORMATION OF A NEW TECHNOLOGICAL STOCK

Kolesnik Eugenia Alekseevna

Omsk State Transport University (OSTU)

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Tel. (3812) 28-02-48

E-mail: iseaside1819@gmail.com

Shpatkatov Vladimir Petrovich

Omsk State Transport University (Omsk State Railway University).

644046, Omsk, Marx Ave., 35.

Doctor of Economics, Professor of the Department of Economics, Omsk State University.

Tel. : (3812) 28-02-48.

E-mail: olga.karavaeva.42@mail.ru.

In the article the characteristic of predicted changes in mechanical engineering is given at distribution of the sixth technological way. A number of basic problems restraining the technological development of machine building are given. The value of modernization of machine building as a resource of transition to a new technological structure is justified.

Keywords: modernization, technological ways, mechanical engineering

УДК.796.212

ОРГАНИЗАЦИЯ И СОДЕРЖАНИЕ СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СРЕДИ СОТРУДНИКОВ ОМГУПС

Мироненко Егор Николаевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, . Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой «Физическое воспитание и спорт», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 30-34-13.

E-mail: fvs-omgups@yandex.ru

Нефедченко Анатолий Николаевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, . Омск, пр. Маркса, 35.

Старший преподаватель кафедры «Физическое воспитание и спорт», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 30-34-13.

E-mail: fvs-omgups@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы о формировании мотивационной сферы к занятиям спортом у сотрудников. Анализируется история возникновения спартакиады сотрудников и внедрения комплекса «Готов к труду и обороне».

Ключевые слова: интерес к физической культуре и спорту, занятия спортом, мотивационная сфера, Всероссийский комплекс ГТО.

ORGANIZATION AND CONTENT OF SPORTS AND RECREATIONAL WORK AMONG THE EMPLOYEES OF OMSK STATE TRANSPORT UNIVERSITY

Mironenko Egor Nikolaevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Candidate of Pedagogic Sciences, associate professor, head of the department "Physical education and sport", OSTU.

Tel.: (3812) 30-34-13.

E-mail: fvs-omgups@yandex.ru

Nefedchenko Anatoly Nikolaevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Senior lecturer of the department "Physical education and sport", OSTU.

Tel.: (3812) 30-34-13.

E-mail: fvs-omgups@yandex.ru

In article questions of formation of the motivational sphere youth to sports activities are considered employees. The history of emergence of the Spartakiad of employees and the introduction set of tasks and actions "Ready for Labor and Defense" are analyzed.

Keywords: interest in physical culture and sport, sport exercises, motivational sphere, All-Russian set of tasks and actions RLD.

УДК 329

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ПАРТИЙНОЙ СИСТЕМЫ В ПОСТСОВЕТСКОЙ РОССИИ

Степанов Владислав Евгеньевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат исторических наук, доцент кафедры «Таможенное дело и право», ОмГУПС.

Тел.: (3812) 53-58-73.

E-mail: stepanov.vladislav2009@yandex.ru

В статье приведен перечень факторов, негативно влияющих на развитие партийной системы современной России. Анализируются исторические, социально-политические, правовые причины, препятствующие формированию устойчивой партийной системы в качестве базового института гражданского общества нашего государства.

Ключевые слова: политическая партия, гражданское общество, многопартийность, парламент, тоталитаризм

ACTUAL PROBLEMS OF THE PARTY SYSTEM DEVELOPMENT IN POST- SOVIET RUSSIA

Stepanov Vladislav Evgenievich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m Omsk, 644046, Russia.

Candidate of Historical Sciences, Associate Professor of "Customs and Law", Omsk State Transport University.

Tel .: (3812) 53-58-73.

E-mail: stepanov.vladislav2009@yandex.ru

The article contains a list of factors that negatively affect the development of the party system of modern Russia. Historical, socio-political, legal reasons that prevent the formation of a stable party system as the basic institution of civil society of our state are analyzed.

Key words: *political party, civil society, multi-party system, parliament, totalitarianism.*

УДК 001.891.57

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТНОЙ ЗАДАЧИ В ВИЗУАЛЬНОМ ИНФОРМАЦИОННОМ ПОЛЕ

Шантаренко Валерий Георгиевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС)

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Высшая математика», ОмГУПС.

Тел.: (3812)31-18-11.

E-mail: shantarenko03@mail.ru.

В работе рассмотрен пример моделирования в визуальном информационном поле на основе системного подхода как процесс перекодирования информации при решении текстовой вероятностной задачи.

Ключевые слова: информация, система, системный подход, модель, моделирование, визуальное информационное поле, перекодирование информации.

MODELLING A TASK ON PROBABILITY IN VISUAL INFORMATIONAL FIELD

Shantarenko Valeriy Georgievich

Omsk State Transport University (OSTU)

35, Marx av. , Omsk, 644046, Russia.

Ph.D. in Mathematics, the senior lecturer of the department "Higher mathematics", OSTU.

Tel.: (3812)31-18-11.

E-mail: shantarenko03@mail.ru.

In this paper we consider the example of modeling in visual informational field on the base of system approach as process of informational recoding for solving a text task on probability.

Keywords: information, system, system approach, model, modeling, visual informational field, informational recoding.

**СПОСОБ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ В
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ
ДВУХЭТАПНОЙ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ**

Малютин Андрей Геннадьевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Автоматика и системы управления», ОмГУПС.

Тел.: +7 (3812) 31-05-89.

E-mail: MalyutinAG@omgups.ru\

Лаврухин Андрей Александрович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика и системы управления», ОмГУПС.

Тел.: +7 (3812) 31-05-89.

E-mail: LavruhinAA@omgups.ru

Васильев Арсений Владленович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Аспирант кафедры «Автоматика и системы управления», ОмГУПС.

E-mail: VasilevAV@omgups.ru

Рассматривается задача повышения надежности методов контроля и управления доступом к информационным и автоматизированным системам управления на основе биометрической идентификации личности. Предлагается способ на основе двухэтапной биометрической идентификации личности с учетом поведенческих характеристик субъекта и статического идентификатора.

Ключевые слова: Автоматизированная система управления, биометрия, биометрическая идентификация, аутентификация, биометрическая система идентификации, двухэтапная аутентификация.

**CONTROL METHOD AND ACCESS CONTROL IN AUTOMATED
CONTROL SYSTEMS BASED ON 2ND FACTOR BIOMETRIC IDENTIFICATION**

Malyutin Andrey Gennadievich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Ph.D. in Technical Sciences, head of the department «Automatic and control systems», OSTU.

Phone: +7 (3812) 31-05-89.

E-mail: MalyutinAG@omgups.ru

Lavrukhin Andrey Aleksandrovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m Omsk, 644046, Russia.

Ph.D. in Technical Sciences, the senior lecturer of the department «Automatic and control systems», OSTU.

Phone: +7 (3812) 31-05-89.

E-mail: LavruhinAA@omgups.ru

Vasilev Arseny Vladlenovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046, Russia.

Post-graduate student of the department «Automatic and control systems», OSTU.

E-mail: VasilevAV@omgups.ru

Considers the problem of improving the reliability of methods for monitoring and controlling access to information and automated control systems based on biometric identification. Offers method based on two-stage biometric identification, taking into account the behavioral characteristics of the subject and the static identifier.

Keywords: Automated process control system, biometrics, biometric identification, authentication, biometric identification system, 2nd factor authentication.

Научное издание

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ И НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ОБРАЗОВАНИИ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НА ТРАНСПОРТЕ

Материалы научной конференции,
посвященной Дню Российской науки

Ответственный за выпуск Е. В. Пономарев

* * *

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 29.03.2018. Формат $60 \times 84 \frac{1}{16}$.
Плоская печать. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 31,1. Уч.-изд. л. 34,6.
Тираж 300 экз. Заказ .

* *

Типография ОмГУПС

*

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35