



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

«СТУДЕНТ: НАУКА, ПРОФЕССИЯ, ЖИЗНЬ»

Часть 1



Омск 2017

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



«СТУДЕНТ: НАУКА, ПРОФЕССИЯ, ЖИЗНЬ»

Материалы IV всероссийской
студенческой научной конференции
с международным участием
(апрель 2017 г.)

Часть 1
(технические науки)

Омск 2017

УДК 62

ББК 30

«Студент: наука, профессия, жизнь»: Материалы IV всероссийской студенческой научной конференции с международным участием в трех частях. Часть 1 (технические науки) / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2017. 210 с.

В апреле 2017 г. в Омском государственном университете путей сообщения прошла IV всероссийская студенческая научная конференция с международным участием «Студент: наука, профессия, жизнь».

В конференции приняли участие студенты ОмГУПС и других вузов России, Италии, Республик Казахстан, Кыргызстан, Беларусь.

Программа конференции включала в себя проведение заседаний 41 секции, на которых заслушано свыше 1000 докладов по различным научным направлениям. Материалы лучших докладов, отмеченных на заседаниях секций, вошли в настоящий сборник.

Материалы конференции могут быть полезны студентам, магистрантам, аспирантам, молодым ученым и будут способствовать совершенствованию научного и творческого потенциала, развитию высокой нравственной культуры, гражданской позиции студенческой молодежи.

Материалы публикуются в авторской редакции.

Библиогр.: 129 назв. Табл. 20. Рис. 136.

Редакционная коллегия:

доктор техн. наук, доцент С. Г. Шантаренко (отв. редактор);

доктор техн. наук, профессор В. Т. Черемисин;

доктор техн. наук, профессор А. А. Кузнецов;

ISBN 978-5-949-41177-1

© Омский гос. университет
путей сообщения, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

<i>А. А. Курило (Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск). Управление переустройством железнодорожных станций на основе создания конструктивных резервов развития.....</i>	6
<i>М. Д. Сурков (Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск). Модель работы станции и железнодорожного пути необщего пользования.....</i>	10
<i>Д. С. Позднякова (Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск). Частные поезда в России.....</i>	15
<i>Е. В. Донченко (Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург). Круговой огонь на коллекторе: причины возникновения и возможные пути решения.....</i>	19
<i>С. Б. Кыстаубаев (Казахская академия транспорта и коммуникаций, Республика Казахстан, г. Алматы). Определение напряжений, возникающих в рельсе в ходе испытаний подвижного состава.....</i>	23
<i>А. Б. Утекова, А. Д. Касымов (Казахская академия транспорта и коммуникации им. М. Тынышпаева, Республика Казахстан, г. Алматы). Возможность использования вэс для электроснабжения нетяговых потребителей электроэнергии ж.д. станции «Достык».....</i>	31
<i>И. В. Кунаев (Омский автобронетанковый инженерный институт, г. Омск). Определение скорости коррозии жаропрочных сталей.....</i>	38
<i>Б. В. Мухин, Н. А. Левочкина (Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского). Контроллинг как тренд современных организаций энергетического комплекса России)</i>	43
<i>М. А. Кузнецова (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск), А. В. Нерлекар (Университет Тренто, Италия, г. Тренто). Measurement of mac-phy traffic in wireless network.....</i>	49
<i>П. А. Бернс (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Моделирование деталей и узлов в программном обеспечении Solidworks.....</i>	54
<i>Е. С. Волкова, Л. Е. Московкин (Омский государственный университет путей сообщения). Совершенствование технического обслуживания грузовых вагонов на ПТО.....</i>	61

<i>П. В. Выходцев (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Применение видеороликов для моделирования теплоэнергетических процессов.....</i>	<i>68</i>
<i>Р. Б. Гугняк (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Построение отчетов о событиях информационной безопасности с помощью Windows Powershell.....</i>	<i>73</i>
<i>А. А. Дергун (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Теоретические основы определения остаточного ресурса ферромагнитных материалов на основе эффекта гаусса.....</i>	<i>78</i>
<i>А. А. Дергун (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Современные технологии борьбы с обледенениями на дорогах и линиях электропередач.....</i>	<i>81</i>
<i>В. А. Зайцев (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск) Повышение эффективности работы электровозов 2ЭС6 на урало-сибирском полигоне с применением системы ИСАВП-РТ.....</i>	<i>87</i>
<i>И. А. Лужнов (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Организация системы мониторинга стационарных радиостанций РЛСМ пензенского радиозавода на участке Барнаул-Рубцовск.....</i>	<i>95</i>
<i>С. К. Митрофанов (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Эксплуатация уязвимостей нулевого дня ядра Linux в операционной системе Android.....</i>	<i>101</i>
<i>В. А. Осин (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Дешифрация кодов автоматической локомотивной сигнализации с применением искусственных нейронных сетей.....</i>	<i>108</i>
<i>Н. В. Волкова (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Применение пакета Mathcad для анализа акустического тракта дефектоскопа.....</i>	<i>116</i>
<i>Ж. А. Ботова (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Мобильное приложение подготовки стереопанорамы.....</i>	<i>121</i>
<i>К. О. Серяков (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Способы улучшения сцепления колёс локомотива с рельсами.....</i>	<i>127</i>
<i>М. В. Отраковский (Омский техникум железнодорожного транспорта, г. Омск). Оптимизация процесса организации планирования сервисного обслуживания локомотивов в ТЧЭ-2 Омск.....</i>	<i>131</i>

<i>А. В. Кузнецов (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Программирование промышленных роботов.....</i>	136
<i>Г. А. Урусова (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Оценка влияния поездов повышенного веса с тягой электровозом 2ЭС7 с асинхронным приводом на работу защит тяговой сети переменного тока от коротких замыканий.....</i>	142
<i>А. К. Кожмахметова, С. И. Храмов (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Рельсотрон: изучение принципа действия и выявления роли в современном мире.....</i>	147
<i>А. А. Штраухман (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Трехмерное моделирование машин постоянного тока...</i>	153
<i>Е. А. Бутенко (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Применение встроенной диагностики контактной сети.....</i>	159
<i>К. И. Фомиченко (Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск). Совершенствование методик диагностирования предаварийного состояния на объектах энергетики.....</i>	164
<i>Е. И. Борзых (Белорусский государственный университет транспорта, Республика Беларусь, г. Гомель). Применение штрихового кодирования в работе склада.....</i>	170
<i>А. А. Арбузова (Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск). Разработка методов использования геоинформационных ресурсов на этапе предпроектной проработки развития железнодорожных станций.....</i>	177
<i>В. С. Ветошкин (Ростовский государственный университет путей сообщения, г. Ростов-на-Дону). Проблемы внедрения информационных технологий в современном футболе.....</i>	183
<i>А. П. Костюченко (Октябрьский филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Октябрьск). Информатика и информационные технологии.....</i>	189
<i>Е. П. Мартянян (Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург). Квадрокоптеры покоряют мир.....</i>	194
<i>Е. В. Марчук (Омский государственный университет путей сообщения). Физические абстракции в научном познании.....</i>	199
<i>А. А. Шульева, Д. Д. Татарин (Омский государственный университет путей сообщения). Горизонтальные системы пожаротушения.....</i>	205

А. А. Курило

Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск

УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕУСТРОЙСТВОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ НА ОСНОВЕ СОЗДАНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕЗЕРВОВ РАЗВИТИЯ

В статье рассмотрены проблемы развития станции при увеличении объема перевозочной работы. Дана краткая характеристика и сравнение вариантов проектирования парков станций с учетом адаптации проектных решений под меняющиеся условия работы с минимальными затратами.

Ключевые слова: конструктивный резерв развития, демонтаж, переукладка, стрелочный перевод, эксплуатация объекта.

MANAGEMENT OF THE REORGANIZATION OF RAILWAY STATIONS ON THE BASIS OF CREATION OF CONSTRUCTIVE RESERVES OF DEVELOPMENT

Summary: the article is devoted with the problems of development station in case of increase in volume of transportation operation. The short characteristic and comparing different ways of design of parks stations taking into account adaptation of project decisions under the changing working conditions with the minimum expenses.

Keywords: constructive reserve of development, dismantling, relaying down, railroad switch, operation of an object.

Соответствие уровня инфраструктуры железнодорожного транспорта объему выполняемой перевозочной работы свидетельствует о его эффективном развитии. В первую очередь это относится к железнодорожным станциям, от пропускной и перерабатывающей способности которых в значительной степени зависит устойчивая работа всей сети железных дорог [1].

В настоящее время при проектировании станций расчет путевого развития производится на объемы работы, соответствующие определенному

году работы объекта (например, на 5, 10, 15 год эксплуатации). При этом в современных условиях объемы работы, ее структура могут достаточно сильно и часто изменяться [4].

Таким образом планирование развития крупных и дорогостоящих инфраструктурных объектов на столь длительные периоды должно предусматривать возможности адаптации проектных решений под меняющиеся условия работы с минимальными затратами [3].

Целью работы является разработка общего метода создания рациональных резервов развития парков станций для снижения затрат по их переустройству при изменении объемов работ.

Предлагается рассмотреть возможности создания резервов развития горловин парков при различной их конструкции на основе принципа проектирования парков «от обратного». При этом число путей в парке изначально закладывается на максимальное его развитие, либо на развитие какого-то этапа.

Строительство парка происходит в обратной последовательности: от укладки меньшего числа путей к большему.

Изначально рассмотрено два основных вида парков [2]: «рыбка» и «трапеция» – с учетом резерва развития при проектировании и без (рис. 1-4).

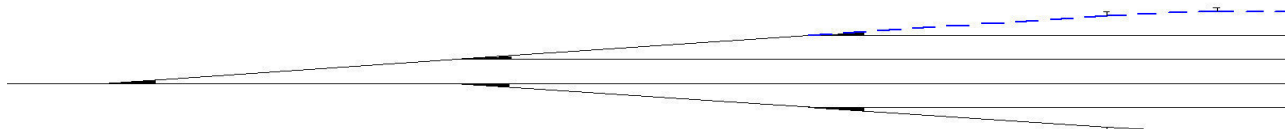


Рис. 1. Конструкция горловины парка типа «рыбка» с учетом резерва развития.

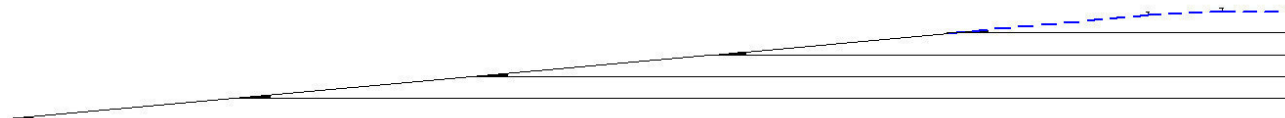


Рис. 2. Конструкция горловины парка типа «трапеция» с учетом резерва развития.

При таком способе первоначально потребуются несколько большие затраты на строительство парка, обусловленные созданием резервов, которые

будут использованы не сразу.

В то же время, при необходимости укладки дополнительных путей будут минимизированы объем и стоимость «бросовых» работ – по демонтажу и переукладке существующих элементов путевого развития (стрелочных переводов, съездов и круговых кривых).

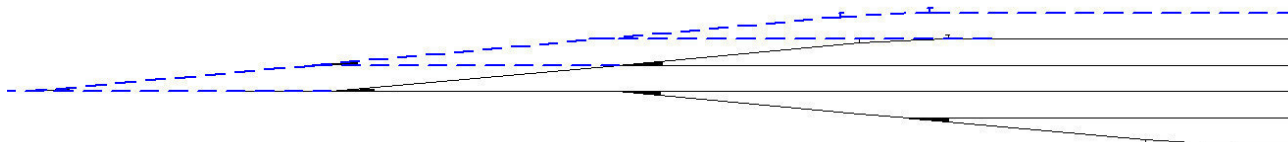


Рис. 3. Конструкция горловины парка типа «рыбка» без учета резерва развития.

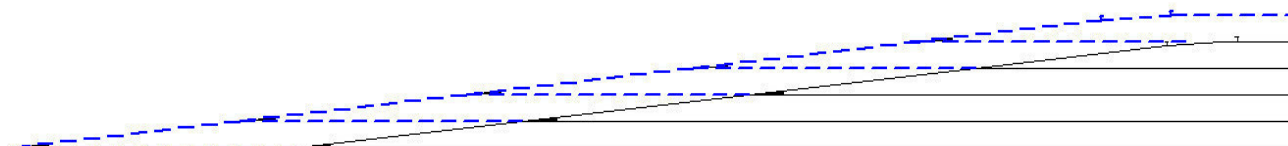


Рис. 4. Конструкция горловины парка типа «трапеция» без учета резерва развития.

В настоящее время актуальность развития ж.д. инфраструктуры связана, прежде всего, с развитием путей необщего пользования. Новые станции сооружаются для обслуживания предприятий, связанных с транспортировкой полезных ископаемых, углеводородного сырья (уголь, нефть, газ), леса и т.п. К тому же, станции промышленных комбинатов, например, металлургических. В условиях изменения объемов работы этих предприятий, который в значительной степени зависит от рыночной конъюнктуры, при развитии промышленных станций необходимо предусматривать резервы для развития. Для этого и предлагается использовать описанный выше способ.

Рассмотрим в качестве примера станцию Б одной из крупных угледобывающих компаний Кузбасса.

Развитие станции предполагается в три этапа, каждый из которых требует определенного путевого развития. Для минимизации затрат по реконструкции горловин и сокращению объема бросовых работ были разработаны варианты горловин, исходя из принципа создания резервов (рис. 5).

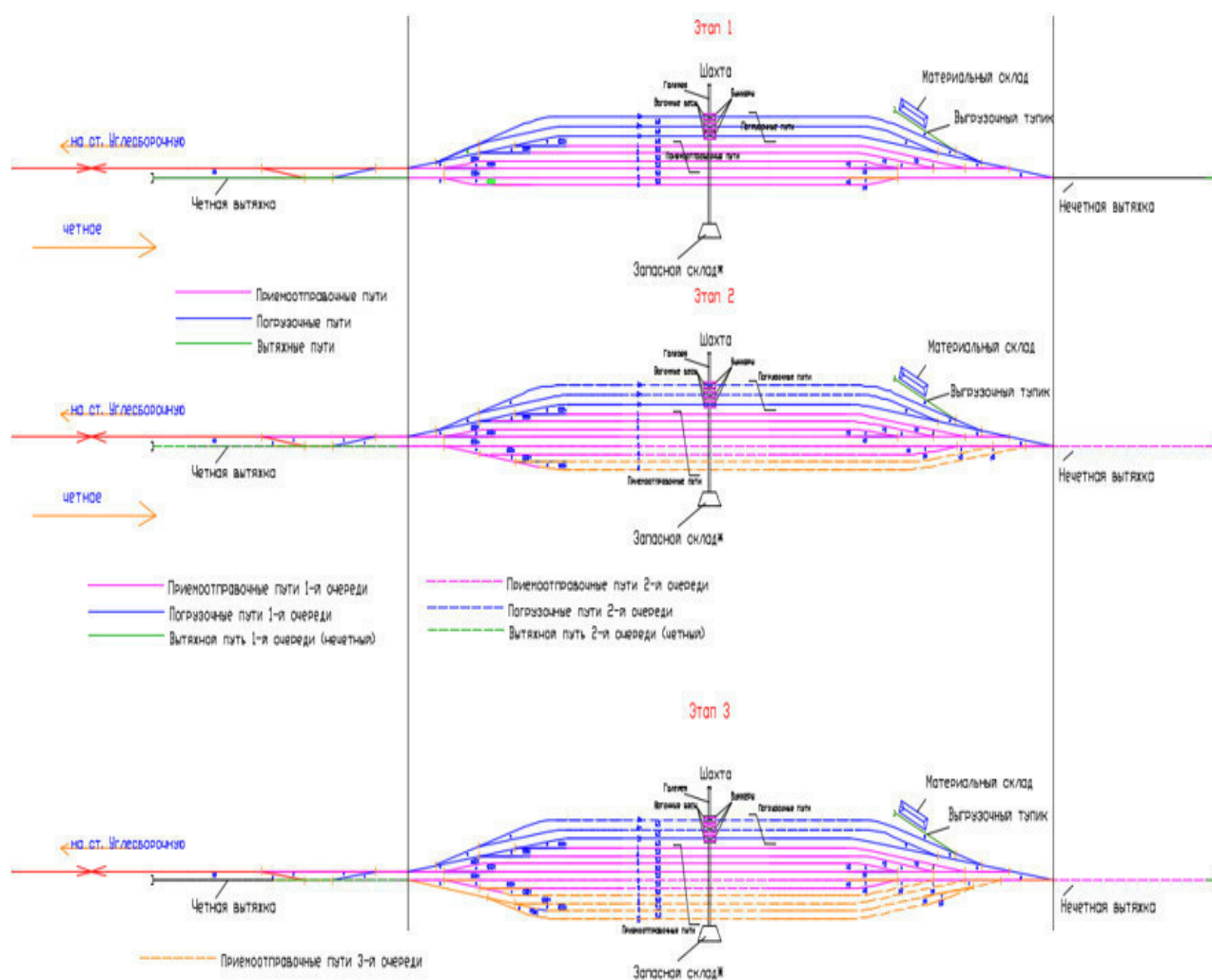


Рис. 5. Этапность развития станции Б.

Эффективность предлагаемого решения – создания конструктивных резервов под будущее развития парков – будет зависеть от сроков реализации этапов наращивания объемов работы и соответствующего путевого развития.

Научный руководитель – к.т.н, доцент кафедры «Железнодорожные станции и узлы» С. В. Карасев, СГУПС.

Список литературы

1. Ефименко, Ю. И. Выбор оптимальной этапности развития железнодорожных станций и узлов: Учебное пособие / Ю. И. Ефименко. – Ин-т инженеров ж.-д. трансп. – Л. : [б. и.], 1989. – 59 с.
2. Жуков, В. И. Соединения железнодорожных путей: Учебное пособие / В. И. Жуков. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2005. – 72 с.

3. Карасёв, С. В. Элементы поддержки принятия решений при определении мероприятий по устранению «барьерных мест» при развитии железнодорожных станций / С. В. Карасёв // «Наука и современность»: Сборник статей междунар. науч.-практ. конф. 2014. С. 19-22.

4. Правила и технические нормы проектирования станций и узлов на железных дорогах колеи 1520 мм. – М.: Техинформ, 2001. – 256 с.

УДК 658.5.011

М. Д. Сурков

Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск

МОДЕЛЬ РАБОТЫ СТАНЦИИ И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

В работе рассмотрен процесс прогнозирования объемов переработки грузов на краткосрочный период, а так же модель работы комплекса погрузочно-выгрузочных механизмов как системы массового обслуживания. Знание объемов работы значительно облегчает рабочий процесс, позволяет оперативно подстраиваться под ситуацию, уменьшает издержки на простое и износ оборудования. Улучшение производственного процесса также положительно сказывается на отношении с перевозчиком и повышение лояльности клиента.

Ключевые слова: прогнозирование, системы массового обслуживания, погрузочные операции, клиентоориентированность, объемы переработки.

MODEL OF OPERATION OF THE STATION AND RAILWAY OF NON-PUBLIC USE

The process of forecasting the volumes of cargo processing for a short-term period, as well as a complex of loading and unloading mechanisms as a queuing system, is considered. Knowledge of the scope of work greatly facilitates the workflow, allows you to quickly adapt to the situation, reduces costs for simple and wear-resistant equipment. Improving the production process also has a positive impact on the relationship with the carrier and increasing customer focus.

Keywords: forecasting, queuing systems, loading operations, customer orientation, client-orientation, processing volumes.

В работе была рассмотрена станция Обнорская, расположенная в городе Новокузнецк. Станция является грузовой – внеклассной. Станция имеет множество примыканий железнодорожных путей необщего пользования, наиболее крупными являются Новокузнецкий алюминиевый завод и АО «Кузнецкие ферросплавы». Оптимизация процесса взаимодействия с последним является целью данной работы. Рассмотрена производимая на предприятии продукция – ферросилиций.

С целью моделирования взаимодействия железнодорожной станции и пути необщего пользования выполнено прогнозирование объемов работы станции. Для прогнозирования была выбрана модель, сочетающая в себе ретроспективную динамику погрузки и перспективные показатели производства [1]. Для этого были выбраны показатели за период с 2012-2016 гг.

Полученные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Данные о погрузке ферросилиция за период 2012-2016гг.

Год	Месяц	Погрузка, тонн	Год	Месяц	Погрузка, тонн
2016	январь	18626	2016	Июль	21770
2015		23955	2015		21706
2014		18623	2014		20088
2013		17405	2013		20120
2012		17725	2012		20141
2016	Февраль	18179	2016	Август	20648
2015		21312	2015		22961
2014		16073	2014		20258
2013		15204	2013		18280
2012		19564	2012		21580
2016	Март	19444	2016	Сентябрь	16415
2015		24069	2015		22217
2014		20132	2014		18137
2013		16322	2013		13650
2012		20272	2012		21671

Окончание таблицы 1

Год	Месяц	Погрузка, тонн	Год	Месяц	Погрузка, тонн
2016	Апрель	22009	2016	Октябрь	20770
2015		22837	2015		20688
2014		22000	2014		21183
2013		16340	2013		17153
2012		19940	2012		20218
2016	Май	21394	2016	Ноябрь	12635
2015		23191	2015		20450
2014		17973	2014		20668
2013		21863	2013		17205
2012		19304	2012		16893
2016	Июнь	20544	2016	Декабрь	30115
2015		21054	2015		20000
2014		20253	2014		23044
2013		20686	2013		19679
2012		18429	2012		17136

Затем производится расчет на основе ретроспективной модели погрузки. Первым был взят январь месяц, было найдено среднее отношение для данных по предыдущему году для каждого года. Данная переменная была именована «K1» и была равна 1,02. Произведение данных за январь 2016 года и переменной «K1» является прогнозируемой погрузкой (P1) на январь 2017 года и равно 19165 тоннам. По второй модели мы находим перспективные значения погрузки, а именно: находится среднее отношение между выбираемым месяцем и предшествующим ему. Данный показатель именуется «K2» и равен для января месяца 0,98. Для прогноза на январь 2017 года, необходимо получить произведение погрузки за декабрь 2016 года и искомый коэффициент K2. По данной модели прогнозируемый объем погрузки ферросилиция равен 29609 тонн.

Данные операции выполняются для каждого месяца.

Далее необходимо найти средневзвешенный коэффициент для каждой из моделей и на основе его рассчитать общий средневзвешенный коэффициент. Результаты расчетов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Расчет отклонения расчетных значений погрузки от рассчитанных

Модель 1		Модель 2		Фактическое значение погрузки	Погрешность расчетов	
Коэф.роста погрузки k1	Прогнозное значение погрузки P1	Коэф.роста погрузки k2	Прогнозное значение погрузки P2		Q1	Q2
1,113	26655,838	1,001	20010,465	18626	43,111	7,433
1,053	22450,402	1,078	22338,244	18179	23,496	22,879
1,078	25947,478	1,068	23931,358	19444	33,447	23,078
1,068	24389,102	1,082	24227,416	22009	10,814	10,080
1,082	25084,633	1,047	23628,102	21394	17,251	10,443
1,047	22044,153	1,026	22817,315	20544	7,302	11,066
1,026	22269,723	1,030	21519,065	21770	2,295	−1,153
1,030	23639,996	1,061	21957,116	20648	14,490	6,340
1,061	23576,284	1,020	20744,302	16415	43,626	26,374
1,020	21101,615	1,070	23820,538	20770	1,597	14,687
1,070	21876,048	1,062	19667,864	12635	73,138	55,662
1,062	21248,669	1,045	21733,930	30115	−29,442	−27,83
					20,094	13,255

Далее были найдены коэффициенты B1 и B2, затем найдены показатели по объединенной модели прогноза.

После выполненных расчетов прогнозных показателей по размерам погрузки, посредством применения системы массового обслуживания (СМО) [2] выполнено математическое моделирование погрузочных. Моделирование было выполнено для трех вариантов погрузки ферросилиция в зависимости от логистической схемы его транспортировки: погрузка с использованием ленточного конвейера при загрузке ферросилиция в полувагон с использованием вагонного вкладыша, погрузка с использованием вилочного автопогрузчика при загрузке ферросилиция в крытые вагоны в мягких контейнерах разового использования и погрузка при помощи ричстакера при загрузке ферросилиция в универсальный крупнотоннажный контейнер с

использованием контейнерного вкладыша. Входящий поток требований в расчетах рассматривался как пуассоновский одноканальный.

Были определены интенсивность поступления вагонов и груза под погрузку, загрузка средств механизации, средняя длина очереди, время обслуживания и ожидания. Данные представлены в табл. 3.

Таблица 3

Показатели системы массового обслуживания

Показатели	Конвейер	Погрузчик	Ричстакер
Интенсивность, ваг/ч	0,458	0,458	0,458
Загрузка системы	0,610	0,500	0,190
Среднее время обслуживания, ч	1,639	2,000	5,110
Среднее время ожидания обслуживания	2,564	2,000	1,199
Средняя длина очереди, ваг.	0,954	0,500	0,045
Дисперсия	6,124	12,000	248,752
Стандартное отклонение времени ожидания	2,475	3,464	15,772

Расчеты показали, что наибольшую загрузку система погрузки имеет при использовании конвейера, самое большое среднее время обслуживания при погрузке груза в контейнеры. Расчетами также подтверждено, что рассматриваемая система при существующих объемах работы имеет достаточно большие резервы.

Научный руководитель – к.т.н. доцент кафедры «Логистика, коммерческая работа и подвижной состав» Д. Ю. Гришкова, СГУПС.

Список литературы

1. Методика прогнозирования объемов погрузки грузов на сети железных дорог №ЦКРПР-6/42 от 16.08.2006 г.
2. Матвеева, И. Н. Системы массового обслуживания: Метод. указ. для решения задач по дисциплине «Математические методы и модели». / И. Н. Матвеева, Н. Б. Александрова, Е. В. Кобернюк – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2006. – 39 с.

Д. С. Позднякова

Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск

ЧАСТНЫЕ ПОЕЗДА В РОССИИ

Железнодорожный транспорт занимает лидирующую позицию на рынке транспорта, но пассажирские перевозки менее рентабельны для ОАО «РЖД», поэтому возможно рассмотрение передачи таких перевозок в частные руки – частные поезда.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, рынок, показатели, пассажирские перевозки, частные поезда, частные компании, эффективность.

PRIVATE TRAIN IN RUSSIA

Rail transport occupies a leading position in the transport market, but passenger transportation is less profitable for Russian Railways, so it is possible to consider the transfer of such transportation to private hands – private trains.

Keywords: railway transport, market, indicators, passenger transportation, private trains, private companies, efficiency.

Железнодорожный транспорт в России самый распространенный и конкурентоспособный вид транспорта. По показателям грузооборота Россия занимает первое в европейском и второе место в мировом рейтинге. Лидирующее место в сегменте перевозки пассажиров на дальние расстояния также принадлежит железным дорогам. Структура рынка по видам транспорта приведена на рис. 1.

На данный момент на сети железных дорог в основном курсируют поезда, принадлежащие ОАО «ФПК» (дочерняя компания ОАО «РЖД», предоставляющая услуги по перевозке пассажиров), высокоскоростные поезда «Сапсан» (принадлежат ДОСС – филиал ОАО «РЖД») а также несколько поездов принадлежащие частным перевозчикам, такие как «ГрандЭкспресс», «Мегаполис», «ТрансКлассСервис».

Доля перевезенных пассажиров такими поездами составляет порядка 3% от общего количества пассажирских перевозок. Диаграмма рынка по перевозчикам представлена на рис. 2.



Рис. 1. Структура рынка по видам транспорта.

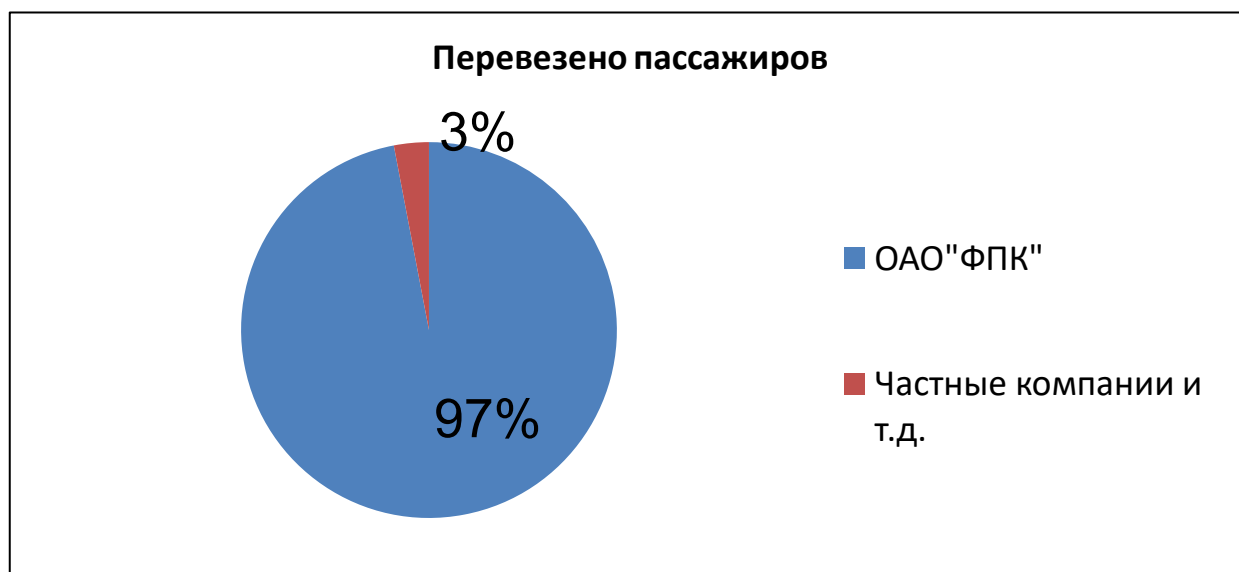


Рис. 2 Структура рынка по перевозчикам.

По данным Росстат на 2016 год частными компаниями перевозчиков перевезено порядка 600 тысяч человек, то есть около 0,6% от общего количества отправленных пассажиров. Таким образом можно сделать вывод о том, что пассажирские перевозки менее рентабельны по сравнению с

грузовыми, имеющие более длительный срок окупаемости. Но имеется тенденция роста и политика развития частных перевозок.

При выборе поезда, пассажир в основном ориентирован на такие критерии как: частота движения, время в пути, стоимость, комфорт, чистота в вагоне, а также немаловажный критерий наличие розеток 220 В для подзарядки ноутбуков и телефонов. Но как показывает практика не все курсирующие в настоящее время поезда могут удовлетворять запросам пассажира, именно на эти критерии ориентированы частные перевозчики. При этом выбор самого частного перевозчика очень рискован, так как основная конкуренция возникнет не на маршруте, а именно за сам маршрут движения по железным дорогам.

Частный поезд повышенной комфортности «ГрандЭкспресс» принадлежащий частному перевозчику ЗАО ТК «Гранд Сервис Экспресс» следующий по маршруту Москва-Санкт-Петербург пользуется особой популярностью среди пассажиров (по данным интернет-ресурсов и СМИ).

Основные преимущества такого поезда сведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика состава «ГрандЭкспресс»

Наименование вагонов в составе	Сервис и услуги в вагоне	Стоимость билета
«Гранд Империял»	2 TV, Wi-Fi, комфортабельный диван (1,2 м в разложенном состоянии), душевая кабина, туалет, кондиционер, сейф; такое купе занимает площадь двух обычных. В стоимость билета включен ужин и горячий завтрак, дорожный набор(мужской и женский),постельное белье, халат, тапочки, трансфер автомобилем бизнес-класса в пункте прибытия.	36841,20 рублей Купе продается целиком, в купе 2 места
«Гранд Сингл»	TV, Wi-Fi, комфортабельный диван (1,2 м в разложенном состоянии), душевая кабина, туалет, кондиционер, сейф; такое купе занимает площадь 1,5 обычных. В стоимость билета включен ужин и горячий завтрак, дорожный набор(мужской и женский),постельное белье, халат, тапочки, трансфер автомобилем бизнес-класса в пункте прибытия.	20892,30 рублей Купе продается целиком, в купе 1 место

Окончание таблицы 1

Наименование вагонов в составе	Сервис и услуги в вагоне	Стоимость билета
«Премиум»	В каждом купе: TV, розетка 220 В, раковина (напорное водоснабжение), сейф, возможность управления воздушными заслонками кондиционера и дополнительным отоплением, трансформируемый диван (шириной 100 см в разобранном состоянии), верхняя полка шириной 80 см (складывается). Горячий завтрак. Трансфер комфорт-класс	14177,70 рублей Купе покупается целиком, в купе 2 места
«I-класс Бизнес»	TV, сейф, шкаф для одежды, розетка 220 В, возможность управления регулируемыми заслонками кондиционера и дополнительным отоплением. Два нижних дивана шириной 70 см каждое, вместимость купе – 2 человека. Горячий завтрак, пресса, набор постельного белья, тапочки, 2 полотенца.	7746,60 рублей Вместимость 2 человека. Возможна продажа одного места.
«I-класс Стандарт»	TV, сейф, шкаф для одежды, розетка 220 В, возможность управления регулируемыми заслонками кондиционера и дополнительным отоплением. Два нижних дивана шириной 70 см каждое, вместимость купе – 2 человека. Горячий завтрак, пресса, набор постельного белья, тапочки, 2 полотенца.	6660,10 рублей Вместимость 2 человека. Возможна продажа одного места.
«Эконом»	TV, розетка 220 В, возможность управления регулируемыми заслонками кондиционера и дополнительным отоплением. В купе расположены 4 места: две нижних и две верхних полки шириной 70 см каждая, в стоимость включен горячий завтрак.	3299,40 рублей Вместимость 4 человека, каждое место оплачиваемое.
Купейный дополнительный	Дополнительный прицепной вагон. Интерьер и экстерьер вагона отличается от вагонов «Гранд Экспресс». TV, розетка 220 В, возможность управления регулируемыми заслонками кондиционера и дополнительным отоплением. В купе расположены 4 места: две нижних и две верхних полки шириной 70 см каждая, в стоимость включен горячий завтрак(по меню Эконома). Комплект постельного белья, тапочки, 2 полотенца.	2675,70 рублей Вместимость 4 человека, каждое место оплачиваемое.

На основании приведенной таблицы можно сделать вывод о том, что в составе поезда курсируют разнообразные по всем критериям и ценовой политике вагоны, следовательно, спрос на него будет всегда. Возможно рассмотрение 2-х вариантов:

- внедрения компанией ОАО «РЖД» составов повышенной комфортности на часто используемых маршрутах;
- передача особозагруженных маршрутов частным компаниям.

Вывод: частные перевозчики позволяют повысить рентабельность пассажирских перевозок, а также предоставлять пассажирам разнообразие выбора. При этом, основная часть пассажирских перевозок, направленная на поддержание социального уровня, останется у ОАО «РЖД».

Научный руководитель – старший преподаватель кафедры «Железнодорожные станции и узлы» Л. И. Пушкарева, СГУПС.

Список литературы

1. <https://www.grandexpress.ru> – Официальный сайт «ГрандЭкспресс».
2. Макарова, Е. А. Система управления пассажирскими железнодорожными перевозками в условиях рынка / Е. А. Макарова. – М.: Карпов Е.В., 2006. – 241 с.

УДК 629.423

Е. В. Донченко

Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург

КРУГОВОЙ ОГОНЬ НА КОЛЛЕКТОРЕ: ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ

В данной статье рассматривается явление кругового огня на коллекторе тягового электродвигателя как проблема локомотива, механизм возникновения. Приводятся ряд, причин вызывающих данное явление и потенциальные пути его устранения.

Ключевые слова: круговой огонь, электрическая дуга, тяговый электродвигатель, смежные коллекторные пластины, разность потенциалов.

CIRCULAR FIRE ON THE COLLECTOR: CAUSES OF EMERGENCY AND POSSIBLE WAYS OF SOLVING

In this article, the phenomenon of circular fire on the collector of a traction motor is considered as a locomotive problem, the mechanism of occurrence. A number of reasons for this phenomenon and the potential ways of its elimination are given.

Keywords: circular fire, electric arc, traction electric motor, adjacent collector plates, potential difference.

В наш век много внимания и средств уделяется обеспечению безопасности на железнодорожном транспорте, однако не всегда можно предотвратить аварийные ситуации, а главное выяснить причину. Много светлых решало проблему повышения качества и надежности эксплуатации локомотивов и их узлов. «Сердцем» любого локомотива является тяговый электродвигатель – машина постоянного тока большой мощности. Существует множество факторов, которые могут вызвать его неисправность и привести к аварии. Одним из наиболее распространенных и опасных режимов является круговой огонь на коллекторе.

При эксплуатации машин постоянного тока на коллекторе может возникать искрение, переходящее в мощную электрическую дугу, данное явление и носит название кругового огня [2]. В основном оно характерно для машин большой мощности, так как напряжение между смежными коллекторными пластинами может достигать больших значений – от 25 до 50 В. В случае же маломощной машины данное явление более редко и протекает с меньшими последствиями, так как наличие индуктивности и малого тока в системе не дают потенциальному искрению объединяться в электрическую дугу, чего нельзя сказать про машины у которых мощность превышает 100 кВт. Главной опасностью кругового огня является случайный характер его появления: он возможен как и при установившихся режимах, так и при любом другом, сопровождается большим звуковым и световым эффектом, скоротечно.

Существует несколько гипотез, объясняющих механизмы возникновения данного явления. Наличие угольной пыли и других проводящих частиц в зазорах между коллекторными пластинами приводит к тому, что при работе машины обмотка якоря может быть короткозамкнута через «мостик», в виде

кратковременной искры – все это и приводит образованию электрической дуги. Дальнейшее развитие дугового разряда ведет к еще большей ионизации пространства парами меди, росту тока в дуге и в конце концов к перекрытию значительной части коллектора и может привести к замыканию накоротко щеткодержателей противоположной полярности [1].

Данная теория получила название теории «мостиков» и объясняла две основные причины: напряжение на пластинах и «санитарное» состояние внутри двигателя. Однако она не объясняла быстротечности явления. Появившаяся новая теория «вытягивания дуги из под щетки» гласит, что коммутационные дуги растягиваются и гаснут между щеткой и удаляющейся коллекторной пластиной, оставляя после себя ионизированное пространство, в связи с этим каждая последующая горит дольше и поэтому происходит постепенное вытягивание коммутационных дуг [3]. После некоторого времени ЭДС между щеткой и пластиной становится достаточной для поддержания стабильной мощной дуги, что ведет к ее мгновенному распространению по всему коллектору.

Причины, приводящие к возникновению электрической дуги, подразделяют на механические и электрические. Неправильно настроенная коммутация, нерациональная установка щеткодержателя относительно коллектора, тугое перемещение щеток и их перекося – относят к механическим причинам. Однако самым распространенным фактором механического характера является грязь и пыль в коллекторе – продукты выработки [2]. К причинам электромеханическим следует отнести увеличение межламельного напряжения в случае боксования в режиме тяги, когда растет частота вращения и вместе с ней противо-ЭДС; скачок напряжения в контактной сети при рекуперативном торможении, режимы ослабленного возбуждения. Круговой огонь может привести к выходу из строя машины, сопровождается обгаром изоляции, оплавлением меди по петушкам, порчей коллекторных пластин и щеток.

Можно сделать вывод, что возникновение кругового огня характерно для момента перегрузки якоря, то есть при толчках тока якоря и резком изменении значения разности потенциалов. Так же решающим фактором является состояние коллекторных пластин и щеток, особенности воздушного зазора

между ними [2]. Это все дает понять, от чего нужно отталкиваться при решении проблемы устранения данного явления.

В первую очередь необходимо снижать значение максимального напряжения между пластинами коллектора до 18-20 В, так как от этого фактора зависит вероятность возникновения электрической дуги. Этого можно добиться путем повышения числа коллекторных пластин.

Следует обратить внимание на значение максимальной магнитной индукции – принять меры по ее уменьшению. Связано это с тем, что на краях полюсных наконечников величина индукции больше, нежели в любом другом месте. Поэтому для уменьшения «склонности» машины к круговому огню можно добиться увеличением воздушного зазора между обмоткой возбуждения и добавочных полюсов и применением одновитковой обмотки якоря. Однако все это приводит к увеличению габаритов машины, и более рационально оставить минимальный воздушный зазор под серединой полюса и расширить его по краям – местам, где повышается МДС [3]. Полученный зазор обеспечивает прохождение магнитного потока в якорь через среднюю часть полюса и устраняет скачки индукции по краям.

Существует еще способ использования компенсационной обмотки, однако он имеет ряд недостатков: трудоемкость сборки двигателя, повышение сложности общей конструкции. Поэтому данный способ применяется для машин большой мощности, работающих в особо тяжелых условиях.

Конечно же, самым эффективным способом предотвращения данного явления является устранение любого вида искрения на коллекторе – правильная настройка коммутации, поддержание чистоты в коллекторно-щеточном узле. Качественный ремонт и правильная эксплуатация – основной ключ к решению данной проблемы.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Электрическая тяга» М. Г. Дурандин, УрГУПС.

Список литературы

1. Вольдек, А. И. Электрические машины. Учебник для технических учебных заведений Учебник для вузов [Текст] / А. И. Вольдек – 3-е издание, переработанное – Ленинград: Энергия, 1978 – 832с.

2. Карасев, М. Ф., Оптимальная коммутация машин постоянного тока. Учебник для вузов [Текст] / М. Ф. Карасев – М.: Изд-во «Транспорт», 1967. – 180 с.

3. Анурьев, В. И. Справочник конструктора машиностроителя [Текст] / В. И. Анурьев; под ред. И. Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2012. – 912 с.

УДК 625.14: 625.041:625.042

С. Б. Кыстаубаев

Казахская академия транспорта и коммуникаций,
Республика Казахстан, г. Алматы

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ В РЕЛЬСЕ В ХОДЕ ИСПЫТАНИЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Представлены результаты измерений кромочных напряжений и напряжений в шейке рельса в кривой радиусом $R=380$ м, полученные при испытаниях по воздействию на путь тепловоза СКД6е-2108, грузовых полувагонов 12-9941 и 12-9920, на участке железнодорожной линии Алматы-Чу. Получены зависимости напряжений в кромках подошвы и шейке рельса от скорости испытываемого подвижного состава. Рассмотрена возможность перехода от напряжений к боковым силам.

Ключевые слова: железнодорожный путь, рельс, кромочные напряжения, напряжения в шейке рельса, боковые силы, испытываемый подвижной состав, кривая малого радиуса.

DETERMINATION OF STRESSES OCCURRING IN THE RAIL DURING ROLLING STOCK TESTS

The results of edge stresses and stress measurements in the neck of the rail in a curve of radius $R = 380$ m, obtained in the tests on the effects on the way the locomotive CKD6e-2108, freight gondola 12-9941 and 12-9920, on railway line Almaty-Chu. The dependences of the stresses in the edges of the soles and neck rail on the speed of the test vehicles. The possibility of a transition from stress to lateral forces.

Keywords: railway track, rail edge voltage, the voltage at the neck of the rail, the lateral force experienced by rolling, a small radius curve.

В связи с постоянно растущей потребностью увеличения пропускной способности существующей сети железных дорог Республики Казахстан (особенно районов, граничащих с Китаем и Россией), актуальным является вопрос повышения безопасности эксплуатации грузовых поездов повышенной массы и длины. Введение в эксплуатацию тяжеловесных поездов – комплексная задача, связанная с применением более мощных локомотивов, повышением осевых нагрузок, реконструкцией путевой инфраструктуры и электроснабжения, совершенствованием технологии перевозочного процесса.

Кроме того, увеличение скоростей движения поездов при возрастающей грузонапряженности дорог требует повышения прочности и устойчивости пути. Применение железобетонных шпал и рельсов тяжелых типов вызывает наряду с усилением пути повышение его жесткости. Увеличением жесткости пути усиливается влияние неровностей на рельсах и колесах подвижного состава на деформации и силы взаимодействия его элементов. Установлено, что расстройство существующего пути с железобетонными шпалами накапливается интенсивнее, чем пути с деревянными шпалами, особенно при наличии неровностей на рельсах.

Усиление верхнего строения пути – укладка рельсов тяжелых типов, щебеночного балласта, железобетонных шпал – связано с увеличением его жесткости. Если бы колеса подвижного состава и путь не имели неровностей, то более жесткий путь обладал бы в основном положительными качествами (вызывал бы меньшее сопротивление движению поездов, меньшие изгибные напряжения в рельсах и т.п.). Но наличие неравномерного проката, наваров, ползунов на колесах, неровностей в стыках и местах сварки рельсов, а также седловин, волнообразного износа и других неровностей на рельсах значительно ухудшает взаимодействие элементов пути и подвижного состава. Повышение весовых норм грузовых поездов без реконструкции инфраструктуры возможно при эксплуатации грузовых вагонов с осевой нагрузкой 245 кН (25 тс).

Точность и корректность принятых экспериментальных методов оценки силовых воздействий колес на рельсовый путь имеет первостепенное значение для анализа безопасности применения грузовых составных поездов. Кромочные напряжения являются основными параметрами, по которым определяется прочность рельса. Они характеризуют воздействие вертикальных и боковых

сил, а также моментов от приложения боковых нагрузок и смещения положения условного центра пятна контакта колеса и головки рельса.

В настоящей работе представлены результаты измерений кромочных напряжений и напряжений в шейке рельса в наружной рельсовой нити кривой радиусом $R = 380$ м, полученные при проведении испытаний грузовых вагонов и тепловоза на участке железнодорожной линии Алматы–Чу.

Измерения проводились в соответствии с [1] при помощи измерительно–вычислительного комплекса, состоящего из сертифицированных и поверенных средств измерений ведущих мировых производителей, позволяющего производить прецизионные (высокоточные) измерения. Перед испытаниями по участку проходил путеизмерительный вагон. По результатам замеров, службой, ответственной за состоянием пути, выдавался акт о готовности пути к испытаниям и допустимых скоростях движения на участке.

Заезды по измерительному участку пути производились «челночным» способом с управлением из кабин тепловоза и электровоза в светлое время суток. Прямым ходом принято движение состава из Чу в Алматы, обратным – из Алматы в Чу. При движении прямым ходом подвижные единицы опытного поезда располагались следующим образом: 6-осный тепловоз СКДбе-2108, порожний полувагон 12-9920, груженный полувагон 12-9920, груженный полувагон 12-9941, порожний полувагон 12-9941, 8-осный электровоз ВЛ80^с. При движении обратным ходом, подвижные единицы располагались, соответственно, наоборот, то есть без переформирования подвижного состава.

На рис. 1 представлены графики максимальных наблюдаемых кромочных напряжений от воздействия груженого полувагона 12-9920 в диапазоне скоростей от 25 до 80 км/ч. На наружной кромке подошвы рельса наибольшее значение (106 МПа) зафиксировано при проходе состава со скоростью 40 км/ч из Алматы в Чу (обратный ход), наименьшее – 63 МПа, при той же скорости, но состав проходил из Чу в Алматы. На внутренней кромке подошвы рельса наибольшее значение (75 МПа) наблюдалось также на скорости 40 км/ч при обратном ходе (Алматы–Чу), но наименьшее (55 МПа) зафиксировано на скорости 80 км/ч, как при прямом, так и при обратном ходе.

Следует отметить, что при скорости 25 км/ч, на внутренней кромке подошвы рельса, количественные величины напряжений при прямом (58 МПа) и при обратном (62 МПа) проходе опытного состава хоть незначительно, но превышали зафиксированный минимум максимальных наблюдаемых напряжений при скорости 80 км/ч.

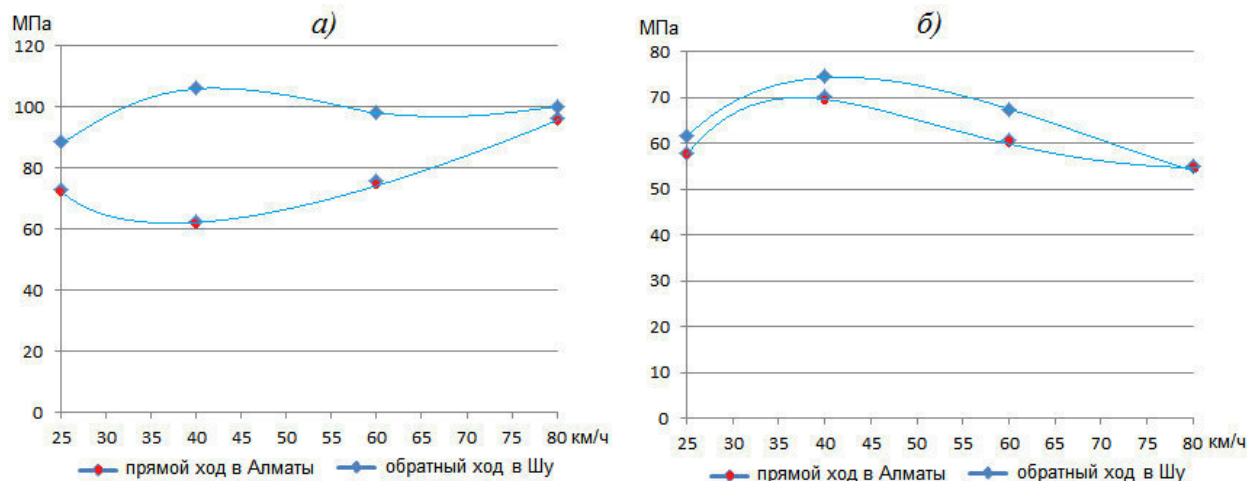


Рис. 1. Максимальные напряжения от воздействия
груженого полувагона 12-9920:

а) – наружная кромка подошвы рельса; б) – внутренняя кромка подошвы рельса

Несколько отличаются, как по количественным величинам напряжений, так и по характеру кривых, графики, полученные при проходе груженого полувагона 12-9941 (рис. 2). Максимальное значение напряжения в наружной кромке подошвы рельса (103 МПа) наблюдалось также при скорости экипажа 40 км/ч во время обратного прохода. Учитывая, что разница между осевыми нагрузками составляет 6%, а разница между величинами напряжений (106 и 103 МПа) всего лишь 2,8%, можно сделать вывод, что полувагон 12-9920 оказывает на путь меньшее воздействие, чем полувагон 12-9941.

На рис. 3 показаны графики максимальных наблюдаемых кромочных напряжений при воздействии порожнего полувагона 12-9920. В данном случае, наибольшие напряжения (34 МПа в наружной кромке при прямом ходе и 26 МПа во внутренней кромке при обратном ходе) зафиксированы на скорости 60 км/ч (в случае груженого полувагона – 40 км/ч). Причем, увеличение скорости экипажа до 80 км/ч (независимо от направления хода),

приводит к уменьшению напряжений в наружной кромке до 27, во внутренней до 21 МПа.

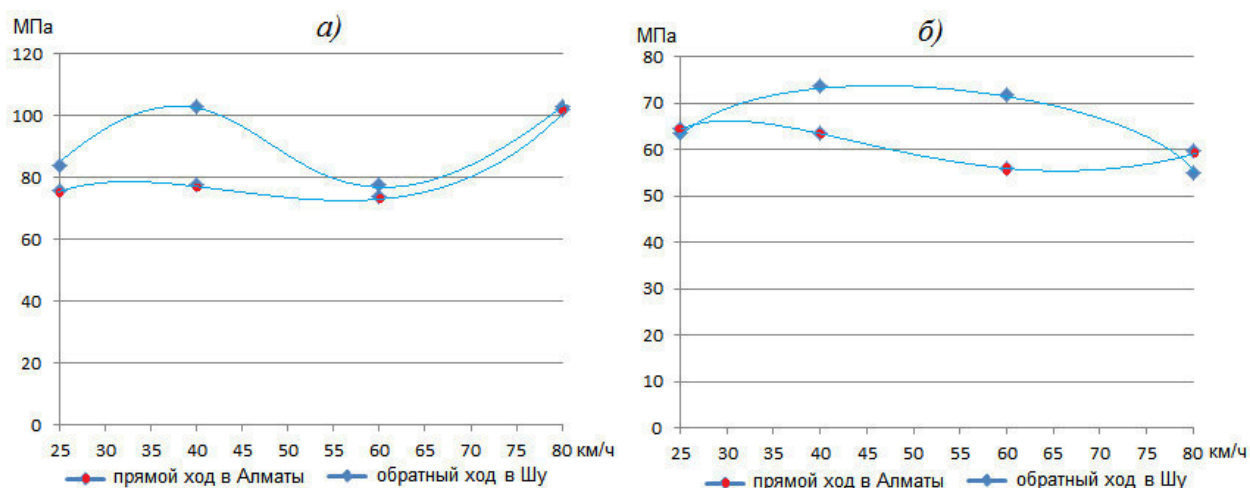


Рис. 2. Максимальные напряжения от воздействия груженого полувагона 12-9941:

а) – наружная кромка подошвы рельса; б) – внутренняя кромка подошвы рельса

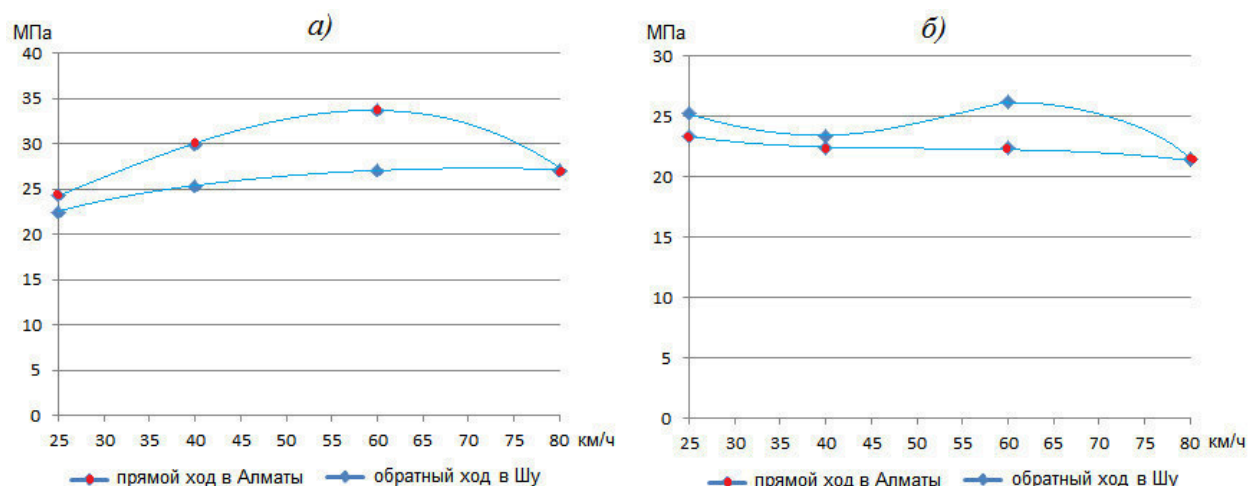


Рис. 3. Максимальные напряжения от воздействия порожнего полувагона 12-9920:

а) – наружная кромка подошвы рельса; б) – внутренняя кромка подошвы рельса

Кривые напряжений в кромках подошвы рельсов, полученные при проходе по измерительному сечению порожнего полувагона 12-9941, приведены на рис. 4. Наибольшие значения напряжений в наружной (40 МПа при скорости 40 км/ч) и во внутренней (32 МПа при скорости 80 км/ч) кромках подошвы рельса, наблюдались при обратном ходе подвижного состава.

Наименьшие значения напряжений (23 МПа в наружной кромке при прямом проходе, 24 МПа при обратном проходе во внутренней кромке) зафиксированы на скорости 25 км/ч.

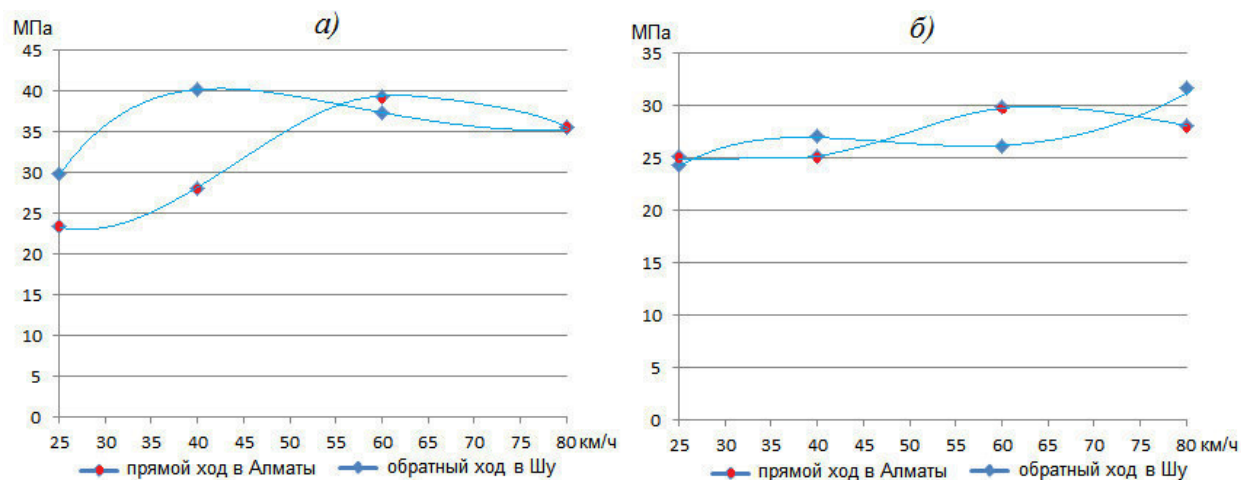


Рис. 4. Максимальные напряжения от воздействия
порожного полувагона 12-9941:

а) – наружная кромка подошвы рельса; б) – внутренняя кромка подошвы рельса

Динамическое воздействие на рельс опытного поезда наглядно иллюстрируют представленные ниже диаграммы напряжений в наружной (рис. 7) и внутренней (рис. 8) кромках подошвы рельса. Состав проходил со скоростью 60 км/ч из Алматы в Чу (обратный ход). Видно, что порожние полувагоны 12-9920 оказывают на рельс меньшее силовое воздействие, чем полувагоны 12-9941. Воздействие груженных полувагонов 12-9920 практически равнозначно воздействию груженных полувагонов 12-9941. Это можно объяснить улучшенными характеристиками рессорного подвешивания полувагона 12-9920.

На рис. 9 приведена диаграмма измеренных напряжений в шейке рельса, а на рис. 10 – распределение расчетных нормальных вертикальных напряжений в рельсе. Видно, что измеренные напряжения сопоставимы с расчетными напряжениями.

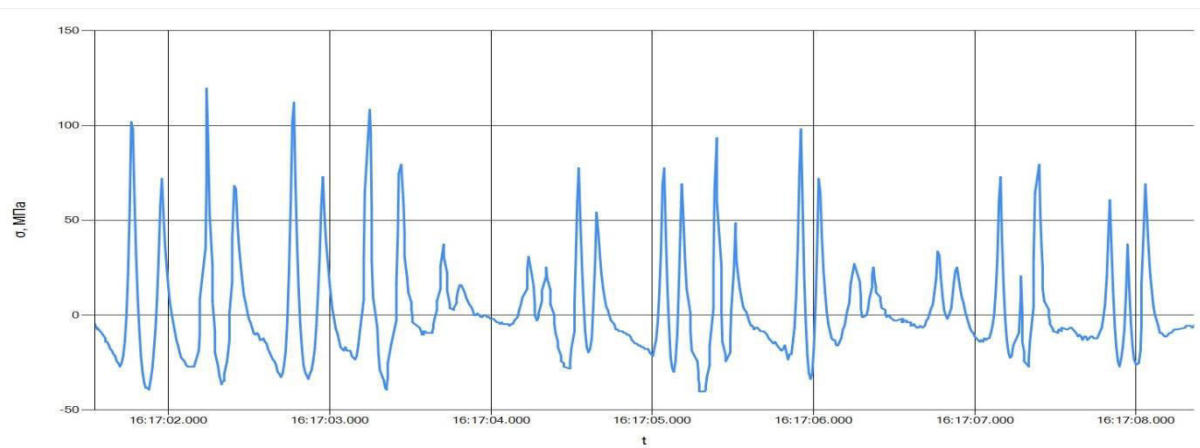


Рис. 7. Диаграмма напряжений в наружной кромке
подошвы рельса (обратный ход).

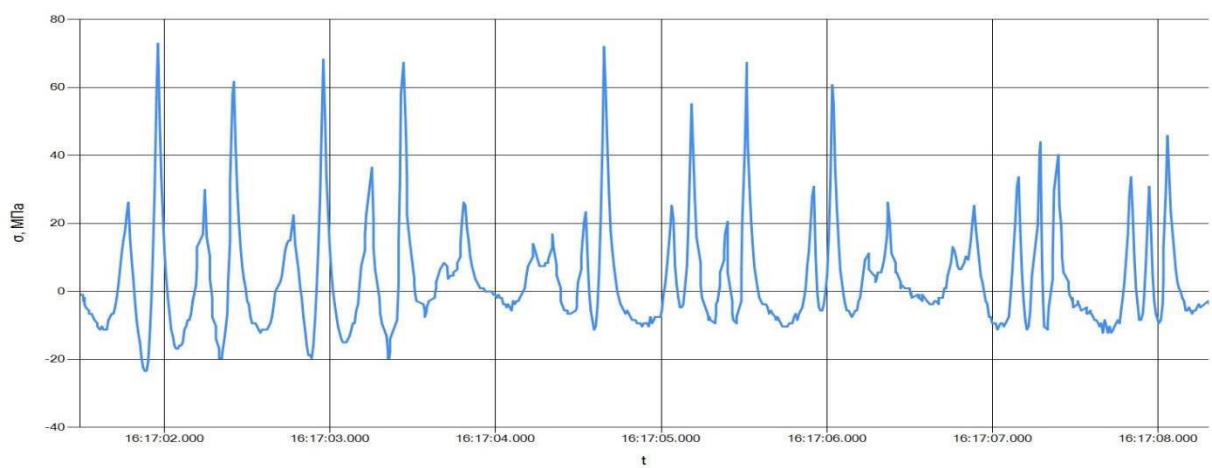


Рис. 8. Диаграмма напряжений во внутренней
кромке подошвы рельса (обратный ход).

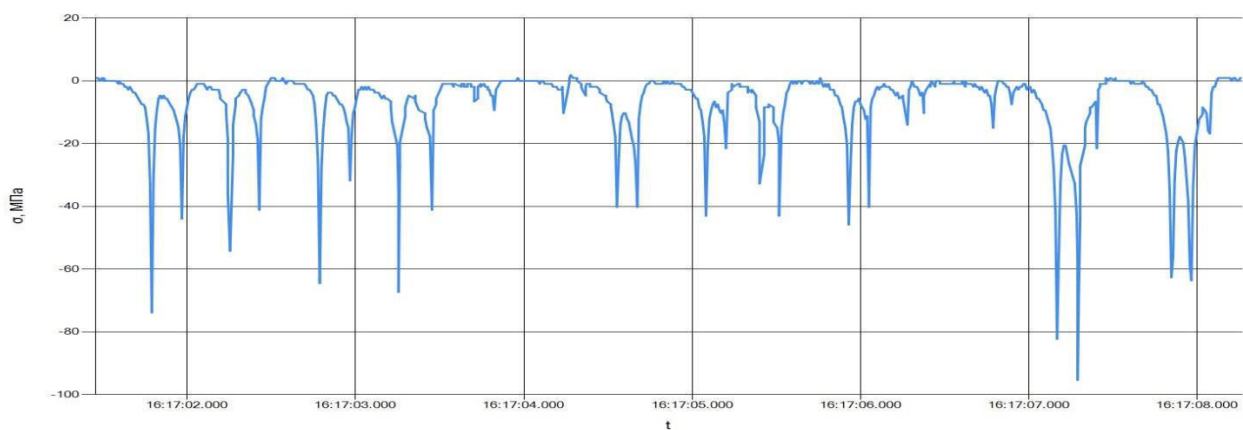


Рис. 9. Диаграмма напряжений в шейке рельса (обратный ход).

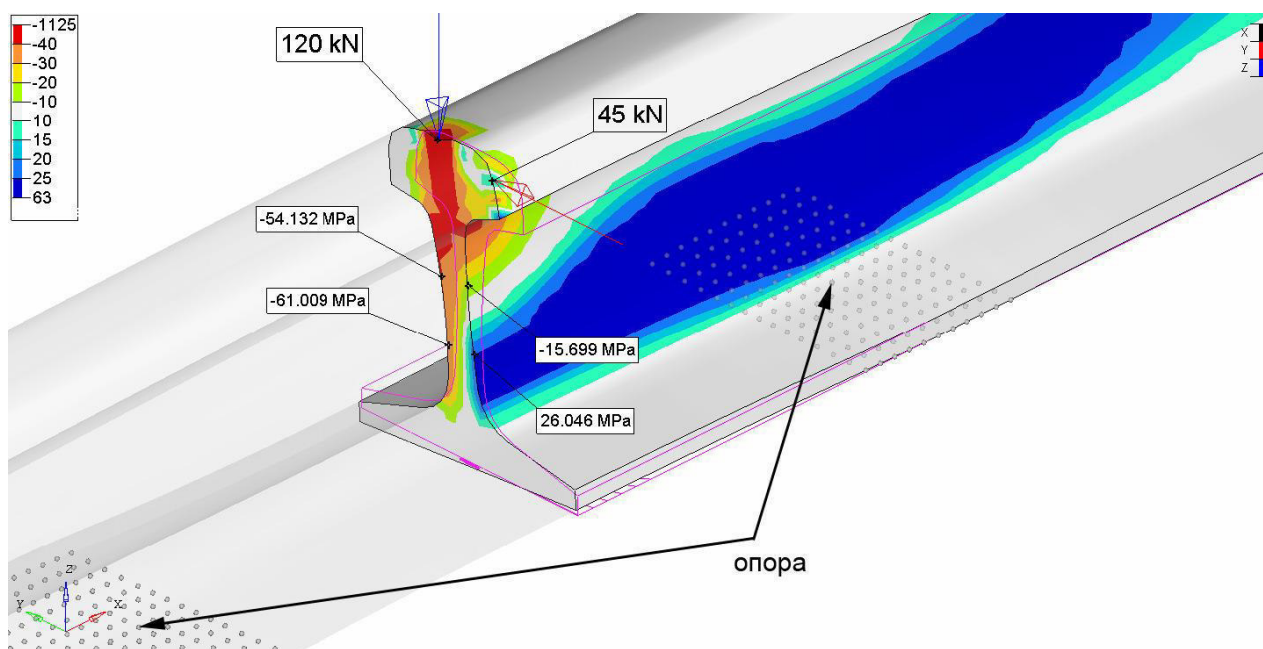


Рис. 10. Распределение нормальных вертикальных напряжений в рельсе, МПа.
Вертикальная сила 120 кН, боковая сила 45 кН, нагрузки между опорами.

Вывод: Судить о воздействии на путь по измеренным кромочным напряжениям и напряжениям в шейке рельса всего лишь в одном сечении конечно недостаточно, тем не менее, полувагоны 12-9920 в данном случае выглядят предпочтительнее, чем полувагоны 12-9941.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Транспортная строительство» М. Я. Квашнин, КазАТК.

Список литературы

1. ГОСТ Р 55050-2012 «Железнодорожный подвижной состав. Нормы допустимого воздействия на путь и методы испытаний» [Текст] / М.: Стандартинформ, 2013. – 29 с.

А. Б. Утекова, А. Д. Касымов

Казахская академия транспорта и коммуникации им. М. Тынышпаева,

Республика Казахстан, г. Алматы

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЭС ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НЕТЯГОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ Ж.Д. СТАНЦИИ «ДОСТЫК»

Проблема электроснабжения на станции Достык по сей день имеет место. Объясняется тем, что действующие системы электроснабжения не позволяют снабжать в должном количестве электрической энергией, а строительство новых линий электропередач – затратно. Поэтому, в данной статье рассмотрено строительство децентрализованного источника питания на основе возобновляемых источников энергии. Предлагаемая для рассмотрения источник питания нетяговых потребителей на железнодорожной станции Достык потребителей состоит из ветроэнергоустановки и солнечной панели

ELECTROENERGIES Zh.D. STATIONS "DOSTYK"

The problem of power supply at the station Dostyk to this day takes place. Is explained by the fact that the existing power supply systems do not allow to supply in the proper quantity with electric energy, and the construction of new power lines is costly . Therefore in this article the construction of a decentralized power source based on renewable energy sources is considered. The proposed consumer power supply for non-tiring consumers at the railway station Dostyk is composed of a wind power installation and a solar panel.

В качестве ветроэнергоустановки выбрана ветротурбина, презентованный перед депутатами Мажилиса (2014 г.), в Национальной инженерной академии, в акиматах четырёх областей, в СПК (Жетысу, Павлодар, Сары-Арка, Шымкент), о ней написан ряд статей в республиканских газетах, издана книга «Возобновляемые энергоресурсы Казахстана» (360 стр., 2013 г. с её описанием), получено 16 патентов РК, опубликовано 27 статей в отраслевых журналах, в т. ч. зарубежных. Имеющий 4 Бизнес-плана ВЭС с этой ВТ на суммарную мощность 1500 МВт.

Использование электроэнергии от ветра экономически выгодно при среднегодовых скоростях ветра более 5 м/с, либо при отсутствии или нерегулярной подаче сетевого электричества. Особое внимание стоит уделять не только мощности ВЭУ (именно ВЭУ, а не инвертора, входящего в комплект), но и при какой скорости ветра эта мощность может быть получена. При работе ВЭУ в дождь или снег, выдаваемая мощность снижается на 10...30%. При необходимости запастись электроэнергией на случай безветрия Вам предстоит обзавестись следующим оборудованием:

- аккумуляторные батареи
- солнечные панели

Напряжение аккумуляторной батареи должно соответствовать параметрам остальных компонентов системы: ветрогенератора, солнечных панелей, аккумуляторных батарей и турбокомпрессор. Гибридная структурная схема представлена на рис. 1.

Во всех ветряных и солнечных системах автономного электроснабжения используются аккумуляторные батареи. Если бы аккумуляторы не использовались, то энергия от солнечных панелей была бы доступна только днем, а от ветрогенератора, когда дует ветер. На практике энергия хранится в аккумуляторах, которые отдают ее в тот момент, когда это нужно потребителю. Это обеспечивает большую надежность таких систем энергообеспечения. Также это способствует максимально эффективному использованию энергии, выработанной системами альтернативных источников энергии: до 90% энергии, выработанной ветрогенераторами и солнечными панелями используется потребителем. Для сравнения, если при включенном дизельгенераторе на 3 кВт общая мощность включенных и постоянно используемых приборов составляет в среднем 1,5 кВт, то теряется 50% вырабатываемой энергии, причем это типичная ситуация.

Напряжение аккумуляторной батареи должно соответствовать параметрам остальных компонентов системы: ветрогенератора, солнечных панелей, аккумуляторных батарей и турбокомпрессор. Предполагается обеспечение ветром бесперебойно в нулевом цикле ветротурбины с помощью компрессора. В свою очередь обеспечивать электрической энергией используемый компрессор солнечной батареей. В частности, значительным ресурсом обладают районы Северного, Центрального, Западного и Юго-

Восточного Казахстана, особенно Джунгарские ворота и Шелекский коридор, где среднегодовая скорость ветра составляет 7-9 м/с и 5-9 м/с соответственно, а также Астана, форт Шевченко и Аркалык. С точки зрения использования в генерации электроэнергии воздушных потоков их возможности можно назвать уникальными. Но в то же время солнечная, ветреная энергетика не развито до определенного уровня в Казахстане.

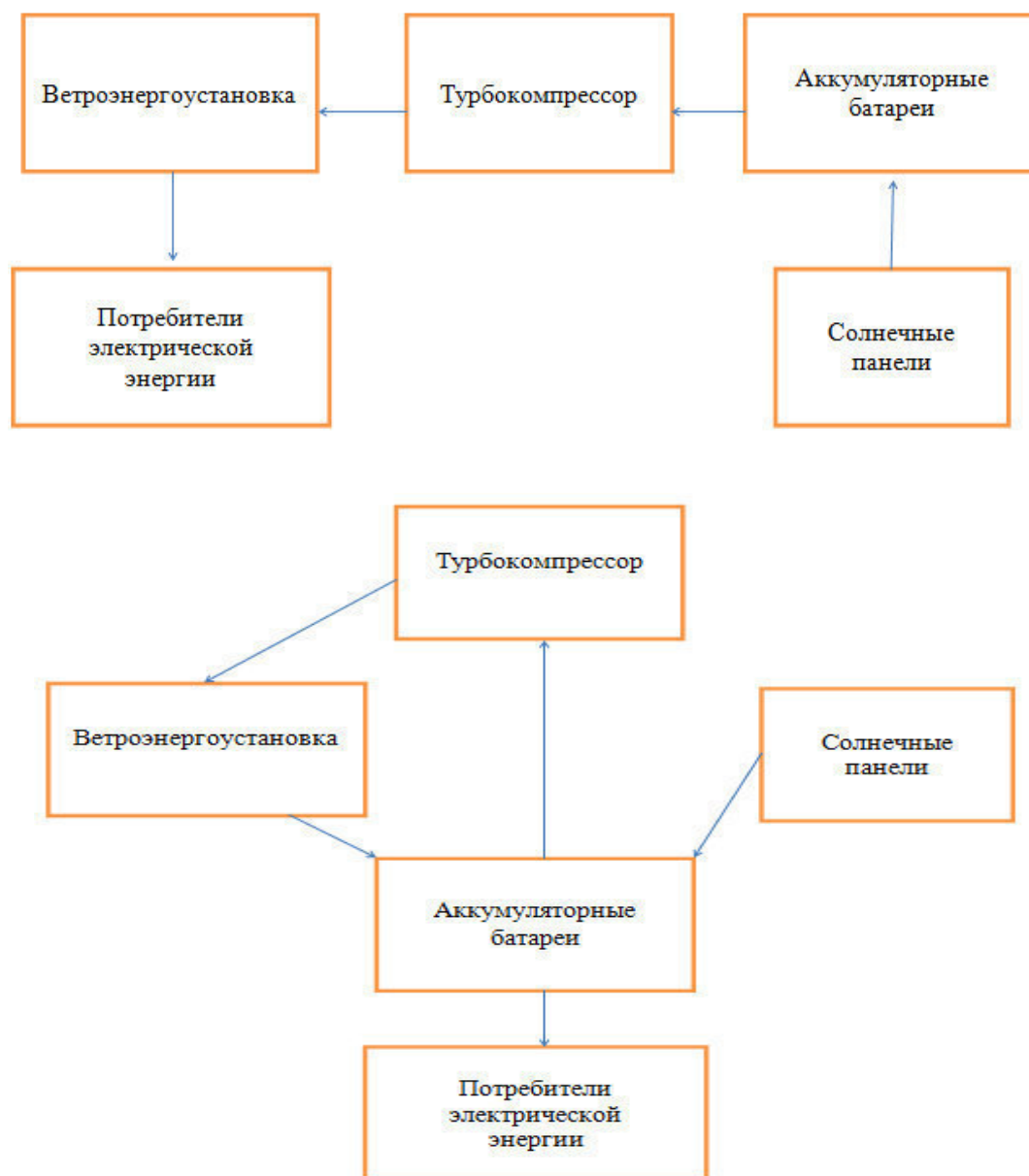


Рис. 1. Гибридная структурная схема.

К примеру, если взять ветрогенератор Камбарова мощностью 50-100 кВт, нам необходимо 350-380 м/с скорости ветра для того чтобы данный генератор выдавал такую мощность.

Такую массу ветра можно обеспечить с помощью компрессора мощностью 403 кВт в количестве $45,3 \text{ м}^3/\text{мин} = 0,755 \text{ м}^3/\text{с}$. 503 шт компрессора. К данной системе электроснабжения необходимо правильно выбрать аккумулятор. Вопрос выбора аккумуляторных батарей для системы автономного электроснабжения является также непростым. Режим работы систем автономного электроснабжения определяет главное требование к аккумуляторным батареям, а именно они должны выдерживать глубокий разряд. Использование традиционных автомобильных аккумуляторов нежелательно. Данные аккумуляторные батареи не рассчитаны на работу в циклических режимах, которые характеризуются длительными периодами заряда-разряда. Так же, любые традиционные аккумуляторы, даже так называемые «необслуживаемые», при своей работе выделяют вредные газы и являются менее экологичными.

Наиболее правильным вариантом для систем автономного и резервного электроснабжения является использование специализированных аккумуляторных батарей, которые рассчитаны на циклические режимы работы и регулярный глубокий разряд. Допускается применение аккумуляторных батарей как с жидким электролитом, так и герметичные, гелиевые. Стоимость специализированных аккумуляторных батарей, значительно выше традиционных, но при правильном проектировании системы, гарантируют надежное электроснабжение.

Энергетической основой современных систем автономного электроснабжения являются специализированные необслуживаемые батареи большой емкости, выполненные по технологии AGM (стекловолоконные) или GEL (гелевые) технологии.

В гелевых аккумуляторах в качестве сепаратора между свинцовыми пластинами применяется силикагель, которым заливается пространство между пластинами в процессе производства. В составе электролита присутствует двуокись кремния, которая превращает кислоты в гелеобразную массу. За счет гелеобразной массы, газы выделяющиеся при заряде аккумуляторных батарей удерживаются в электролите. Гелевые батареи выдерживают намного больше циклов заряда-разряда (рис. 3.4), лучше восстанавливаются после глубокого разряда, чем AGM, причем даже в том случае, когда к процессу заряда не приступили сразу же после разрядки батарей. Также GEL-батареи нормально

переносят недозаряд – то есть ситуацию повторного отключения электроснабжения, когда АКБ еще не успели полностью зарядиться. Кроме того, так как электролит находится в густом состоянии, он менее подвержен расслоению на воду и кислоту, поэтому гелевые аккумуляторы лучше переносят плохие параметры тока подзаряда.

Расчет количества аккумуляторных батарей

При использовании фотоэлектрических модулей в качестве основного источника энергии, аккумуляторные батареи будут служить резервным источником энергии. Время резервирования будет составлять 24 часа. Таким образом, аккумуляторные батареи должны в течении солнечной активности аккумулировать всю потребляемую энергию, т.е. 150 кВт ч. Рассчитаем количество необходимых аккумуляторных батарей на данную нагрузку.

Так как разряд аккумуляторных батарей будет происходить ежедневно, то для того чтобы продлить их срок службы, необходимо учесть коэффициент отдачи. При условии, что глубина разряда аккумуляторных батарей будет составлять 50%, тогда полная энергия будет составлять:

$$W_{\text{полн}} = \frac{150000}{0,5} = 300\ 000 \text{ Вт} \quad (1)$$

Необходимая общая ёмкость аккумуляторов в А·ч:

$$C_{\text{необх}} = \frac{W_{\text{полн}}}{U} = \frac{300\ 000}{12} = 25\ 000 \text{ А/ч} \quad (2)$$

где – количество энергии, которую можно получить от аккумуляторов;

U – напряжение каждого из аккумуляторов.

Количество аккумуляторных батарей:

$$n = \frac{C_{\text{необх}}}{C} = \frac{25000}{257} = 97 \text{ штук} \quad (3)$$

В результате произведенных расчетов мы видим, что для обеспечения электроснабжения объекта с использованием фотоэлектрических модулей и аккумуляторных батарей в качестве резервного источника питания, потребуется значительное количество фотоэлектрических модулей и аккумуляторных батарей. Для того, чтобы сократить количество аккумуляторных батарей, целесообразно будет использовать значительный ветровой потенциал региона. Использование ветроэнергетической установки уменьшит возможный перерыв в электроснабжении объекта и соответственно уменьшится необходимое количество аккумуляторных батарей. Так же ветер послужит еще одним источником энергии.

Согласно Плану мероприятий по развитию альтернативной и возобновляемой энергетики в Казахстане на 2013-2020 годы и внесённым Постановлением Правительства Республики Казахстан изменениям, в период до 2021 года в республике планируется ввести 106 объектов с использованием возобновляемых источников энергии суммарной установленной мощностью 3055 МВт, включая 34 ветроэлектростанции общей мощностью 1787 МВт. Казахстан вот уже пять лет подряд увеличивает объёмы генерации электроэнергии. В 2014 году выработка электроэнергии выросла на 2,1 % и составила 94,6 миллиардов кВт•ч. Предполагается, что через 30 лет выработка электроэнергии увеличится в два раза и достигнет 200 млрд кВт•ч. За рубежом ветротурбины предлагают по стоимости 2 млн \$/МВт (с доставкой, монтажом и пр.). Затраты будут 54 миллиарда долларов, т.е. по 1,8 млрд долларов в год. Но эти покупные универсальные ветротурбины к концу 30-летия выработают только 80 млрд кВт•ч. При стоимости 12 цент/кВт•ч (Постановление Правительства РК в 2014 г.) это даст в конце срока 9,6 млрд. долларов в год. То есть будет окупаться ещё примерно 6 лет. С учётом того, что ВЭС будут вводиться постепенно в течение 30 лет, полный срок окупаемости составит примерно 36 лет.

Такой Проект не нужен никому. Что нужно делать? Надо удешевлять ветротурбины (ВТ), повышать их производительность. Как это сделать? Производить их в нашей стране. Это экономит валюту, доставку из дальнего зарубежья, создаёт рабочие места. Разрабатывать конструкции и технологию изготовления своих ВТ, адаптированным к ветрам Казахстана, и, как следствие, обеспечивающих, повышенную производительность. В какой-то мере это уже делается, правда, для маломощных ВЭС. Но нужны ВТ большой мощности – 1000 кВт и более.

Есть одна разработка ВТ в 1000 кВт в единице, но нужно выполнить его опытно-промышленный образец (ОПО). Она разработана силами ТОО ЭкоВатт (Алматы) в 2009 году. Получила 10 положительных заключений НИИ, вузов, проектных институтов, заводов РК, зарубежных фирм (США, Бельгия, Финляндии, Китай), АО «Самрук-Энерго», КЕГОК, АО «Самрук-Қазына», Назарбаев Университета. Стала победителем двух международных конкурсов инновационных бизнес-проектов (Шанхай в 2010 г., Лос-Анжелес в 2011 г.) и

двух Казахстанских инновационных конкурсов (НИФ–НАТР в Астане, ЭКСПО 2014, Усть-Каменогорск).

Сегодня человечество столкнулось с глобальной проблемой нарушения условий социального благополучия, экологического и экономического состояния в целом. Соответственно, наступило время эффективного решения создавшейся проблемы посредством перехода к «зелёной экономике», которая направлена на экономное потребление тех ресурсов, которые в настоящее время подвержены истощению (полезные ископаемые – нефть, газ) и рациональное использование неисчерпаемых ресурсов и, в первую очередь, солнца и ветра. У Казахстана есть возможность не просто поставить возобновляемые источники энергии (ВИЭ) на службу стране и её народу, но сделать это наиболее выгодным и рентабельным образом, с тем чтобы львиная доля затрат на производство оставалась в Республике.

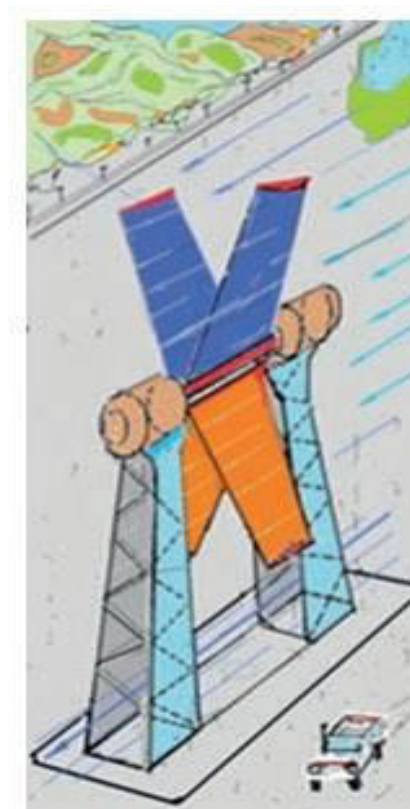


Рис. 2. Макет ветрогенератора
Камбарова М.

Список литературы

1. Койшиев, Т. К. Возобновляемые источники энергии / Т. К. Койшиев – Алматы: КазАТК, 2013.–209 с.
2. Итоги XI Форума главных энергетиков предприятий Республики Казахстан [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.proektant.kz/content/3163.html>.

И. В. Кунаев

Омский автобронетанковый инженерный институт, г. Омск

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ КОРРОЗИИ ЖАРОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ

В статье представлены результаты исследования скорости коррозии жаропрочных сталей по массовому показателю скорости коррозии и электрохимическим методом. Рассмотрено влияние азотирования на коррозионную стойкость стали 38Х2МЮА в агрессивной высокотемпературной среде. Исследовано влияние термической обработки на стойкость к коррозии стали 45Х14Н14В2М. Экспериментально определены оптимальные режимы термической обработки данной стали. Результаты исследования могут быть использованы для поиска адекватных способов защиты жаропрочных сталей от коррозионного разрушения.

Ключевые слова: коррозия, скорость коррозии, жаропрочные стали, электрохимическое определение скорости коррозии.

DETERMINING THE RATE OF CORROSION RESISTANT STEELS

The article presents research results of corrosion rate of heat steels from the mass index of corrosion rate and electrochemically. The authors consider influence of nitride hardening corrosive resistance of 38X2MЮA steel in the aggressive high-temperature environment. They investigate the impact of heat treatment on corrosive resistance of 45X14H14B2M. The authors experimentally define optimum modes of heat treatment of the given steel. The research results can be used for definition of adequate safety methods of heat steels from corrosion damage.

Keywords: corrosion, corrosion rate, heat steels, electrochemical definition of corrosion rate.

Детали современной транспортной техники работают в исключительно тяжелых условиях, характеризующихся одновременным действием агрессивных сред, высоких температур, статических и динамических нагрузок. Экстремальные условия эксплуатации двигателей, приводят к разупрочнению и разрушению их деталей, вызываемых самыми различными причинами физико-химического и механического характера: межкусталлитной и питтинговой

коррозией, накоплением дефектов и трещин, термоусталостью, эрозийными повреждениями, окислением и выгоранием легирующих элементов [1].

Для изготовления ответственных деталей двигателей (гильзы цилиндров, клапана механизма газораспределения), используют жаропрочные стали.

До 80% отказов транспортной техники обусловлено коррозионными процессами различных типов [1]. Поэтому проблема повышения стойкости к коррозии жаропрочных сталей является актуальной в научном и прикладном аспектах.

Объектами исследований являются стали 38Х2МЮА (гильзы цилиндров танковых дизельных двигателей) и 45Х14Н14В2М (клапаны механизма газораспределения танковых двигателей).

Скорость коррозии определялась весовым методом и электрохимическим путем построения потенциостатических поляризационных кривых.

Было изготовлено 20 образцов стали 38Х2МЮА. На 10 образцах механически был удален азотированный слой. В качестве электролита для коррозионных испытаний использовался раствор серной кислоты с молярной концентрацией эквивалентов 4 моль/л. Выбор электролита обусловлен тем, что при сгорании топлив, содержащих серу, образуются оксиды серы (IV) и (VI), которые частично превращаются в сернистую и серную кислоты [2]. Таким образом, данный раствор электролита моделирует агрессивную среду, возникающую в реальных условиях эксплуатации двигателей.

Скорость коррозии вычислена по потере массы металла [3]:

$$\rho = \frac{\Delta m}{S \cdot \tau}, \quad (1)$$

где ρ – скорость коррозии, г/см² · час (г/дм² · час);

Δm – изменение массы, г;

S – площадь поверхности образца, см² (дм²);

τ – время испытания, час.

Усредненные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Скорость коррозии стали 38Х2МЮА

Образцы стали 38Х2МЮА	ρ , г/см ² · ч
азотированные	0,00226 ± 0,00005
неазотированные	0,00415 ± 0,00049

Подтверждение данных результатов получено при электрохимических испытаниях. Было проведено сопоставление электрохимического поведения образцов с азотированным слоем и без него (рис. 1, 2).

Поляризационная кривая образцов с азотированным слоем смещена в область меньших плотностей тока, стационарный потенциал более отрицателен, чем без азотированного слоя, это свидетельствует о меньшей скорости саморастворения образцов с азотированным слоем. В большей степени тормозится скорость анодного процесса. Потенциал начала пассивации азотированных образцов более отрицателен, т.е. происходит более легкий переход в пассивное состояние.

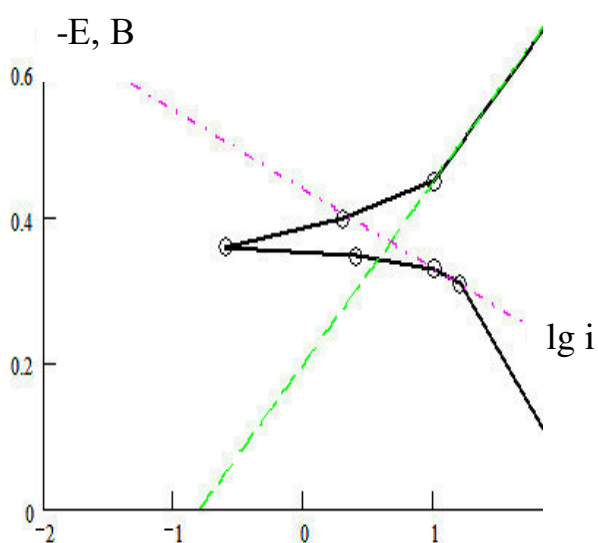


Рис. 1. Электрохимическое поведение образцов без азотированного слоя.

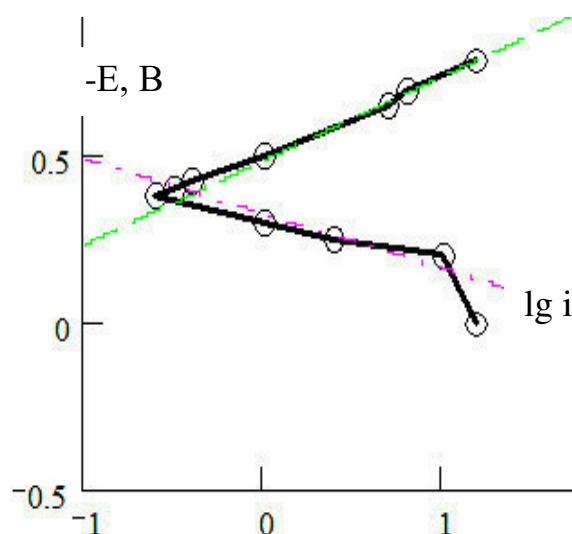


Рис. 2. Электрохимическое поведение образцов с азотированным слоем.

Исследование склонности легко пассивирующихся сталей к межкристаллитной коррозии в агрессивной высокотемпературной среде проводилось на стали 45X14H14B2M. Было подготовлено 20 образцов стали 45X14H14B2M. 15 образцов подвергали термообработке при температуре 700 °С по 5 штук в течение 2, 4 и 8 часов соответственно. Затем проводились коррозионные испытания электрохимическим способом методом построения потенциостатических поляризационных кривых. В качестве электролита использовался 4н раствор серной кислоты. Поляризационные кривые образцов

стали 45X14H14B2M представлены на рис. 3.

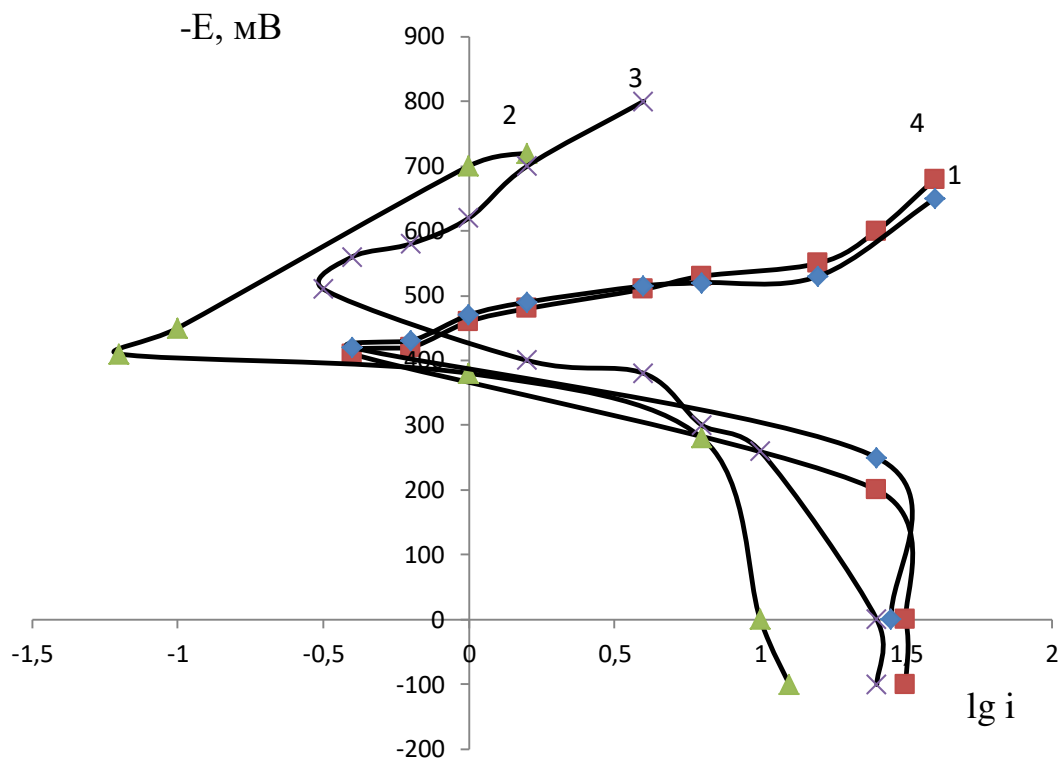


Рис. 3. Поляризационные кривые образцов стали 45X14H14B2M в 4н растворе серной кислоты: 1 – без термообработки, 2 – термообработка в течение 2 часов, 3 – термообработка в течение 4 часов, 4 – термообработка в течение 8 часов.

Очевидно, что двухчасовая термообработка образцов приводит к значительному смещению катодной поляризационной кривой в область меньших плотностей тока по сравнению с образцами неподверженных термообработке. Это свидетельствует о замедлении скорости разряда ионов H^+ . Увеличение времени термической обработки приводит к тому, что катодные поляризационные кривые смещаются в сторону больших токов, и поляризационная кривая, снятая на образцах, термически обработанных в течение 8 часов, практически не отличается от поляризационной кривой образцов без термообработки. Следовательно, термообработка образцов до 8 часов не приводит к ускорению катодной реакции разряда ионов H^+ .

Анализ поляризационных кривых, описывающий анодный процесс показывает, что термообработка образцов до 4-х часов не ускоряет анодный процесс, а при увеличении времени обработки образцов до 8 часов анодный процесс несколько стимулируется [4, 5].

В табл. 2 приведены электрохимические показатели коррозионного

процесса стали 45X14H14B2M в кислой среде в зависимости от времени термической обработки.

Таблица 2

Влияние времени термической обработки на величины катодного и анодного тока стали 45X14H14B2M в кислой среде

время термообработки, час	$E_{\text{кат}} = -550$ $i_{\text{к}}, \text{мА/см}^2$	$E_{\text{ан}} = +100$ $i_{\text{а}}, \text{мА/см}^2$
0	3,98	39,8
2	0,21	12,6
4	0,36	18,6
8	5,75	100,0

Таким образом, термическая обработка образцов стали 45X14H14B2M влияет на жаростойкость и стойкость к коррозии.

В рамках выполненных исследований решены задачи:

– доказано, что азотирование поверхности стали 38X2MЮА снижает скорость коррозионного процесса в два раза, причем в большей степени анодный процесс растворения металла в кислой среде; результаты весовых и электрохимических методов исследования тождественны;

– в ходе проведенных электрохимических испытаний установлено, что термическая обработка жаропрочной стали 45X14H14B2M влияет на ее жаростойкость и коррозионную стойкость, определены оптимальные режимы термической обработки, в пределах которых достигается удовлетворительная пассивация металла, обеспечивается коррозионная стойкость и жаростойкость.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры физико-математических дисциплин Е.В. Шлякова, ОАБИИ.

Список литературы

1. Батищев, А. Н. Состояние и перспективы развития восстановления изношенных деталей машин [Текст] / А. Н. Батищев // Научно-технический сборник МВВДИУ. Выпуск 1. – Балашиха. – 1997. – С. 4-12.

2. Шлякова, Е. В. Исследование коррозионной стойкости деталей двигателя внутреннего сгорания [Текст] / Е. В. Шлякова, А. А. Соловьев,

И. В. Мозговой //Вестник академии военных наук. – М: филиал Воениздата МО РФ. – 2009. – № 2(27). – С.169-172.

3. Мамулова, Н. С. Все о коррозии: справочник [Текст] / Н. С. Мамулова, А. М. Сухотин, Л. П. Сухотина. – СПб.: Химиздат, 2000. – 517 с.

4. Мозговой, И. В. Антикоррозионная поверхностная обработка металлов: Монография [Текст] / И. В. Мозговой, А. А. Соловьев, Е. В. Шлякова. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006. – 188 с.

5. Шлякова, Е. В. Упрочнение жаропрочных сталей и сплавов методом лазерной обработки: Монография [Текст] /Е. В. Шлякова, А. А. Соловьев, И. В. Мозговой. – Изд-во: LAPLAMBERT Academic Publishing Gmb&Co.K.G, 2013. – 213 с.

УДК 657.1

Б. В. Мухин, Н. А. Левочкина

Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского, г. Омск

КОНТРОЛЛИНГ КАК ТРЕНД СОВРЕМЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

В статье рассмотрены экономические, технологические особенности формирования контроллинга на энергопредприятиях и его недостатки. Автором предложены рекомендации по совершенствованию механизма контроллинга на предприятиях энергетической отрасли.

Ключевые слова: технологические особенности энергетики, контроллинг, бизнес-процесс, волатильность.

CONTROLLING HOW THE TREND OF MODERN ORGANIZATIONS AND ENERGY COMPLEX OF RUSSIA

The article considers economic, technological features of formation of the controlling utility and its shortcomings. The author offers recommendations for improvement of the mechanism of controlling at the enterprises of the energy industry.

Keywords: technological features of energy, controlling, a business process, the volatility.

Предприятия энергетики являются одними из важнейших инфраструктурных элементов, играющих жизненно важную роль в жизни общества, так как электрическая энергия сопровождает и обеспечивает быт населения, промышленное производство, транспорт. В силу того, что контроллинг с позволяет координировать все функции управления, интегрируя их, обеспечивая функционирование системы управления на качественно более высоком уровне. Контроллинг является важным элементом системы управления предприятиями энергетики.

В научной литературе существуют различные подходы к определению «контроллинг» (табл. 1).

Таблица 1

Подходы к определению понятия «контроллинг»

Автор	Сущность	Источник
Жирнова Т.В.	Это ориентированная на достижение поставленных целей интегрированная инновационная система, основанная на компьютерных технологиях, обеспечивающая постоянный информационно-аналитический мониторинг принятия и выполнения управленческих решений, осуществляющая постоянную корректировку системы планов, методов их реализации по оптимизирующим программам в заданных временных, пространственных и количественных параметрах в режиме он-лайн	3, с. 1539
Фрайберг Ф.	Концепция управления предприятием, которая опирается на комплексное информационное и организационное соединение процессов планирования и контроля	5, с. 12
Глушко Т.И.	Технический контроллинг – это реализуемая в практической деятельности энергокомпании система знаний о методах подготовки и информационно-аналитической поддержки ориентированных на перспективу технических, технологических решений в области подготовки и осуществления производства, а также в области технического перевооружения, реконструкции, развития производства в соответствии со стратегическими планами.	2, с. 8
Авторское определение	Это современная информационная система управления предприятием, которая осуществляет планирование и обеспечение ресурсами бизнес-процессы, контролируя их на всех этапах деятельности. (Выделяют финансовый, технологический, производственный контроллинг и т.д.)	

Этапы развития контроллинга в различных отраслях промышленности, в том числе энергетике, рассмотрены в работах А. В. Брижана, Т. И. Глушко и Т. В. Жирнова [1; 2; 3 и др.]. Следует отметить, что в этих работах электроэнергетике уделено недостаточное внимание, поэтому необходимо более детально остановиться на тенденциях и перспективах развития контроллинга в этой отрасли.

Необходимость применения контроллинга определялось следующими технологическими особенностями отрасли:

1. Совпадение во времени процессов производства и потребления энергии, что предопределяет необходимость их тесного экономического взаимодействия. Основными направлениями такого взаимодействия являются: рационализация режимов энергопотребления; формирование взаимоприемлемых тарифов на энергию; координация планов развития энергопотребляющих установок, генерирующих и транспортных мощностей энергосистем.

2. Сложность и особые условия работы энергетического оборудования (конструктивная сложность, большая металлоемкость, воздействие высоких температур, радиоактивность, высокая капиталоемкость объектов электроэнергетики и т.д.).

3. Непрерывность производственного процесса (высокий уровень автоматизации производства и управления технологическим процессом; высокая фондовооруженность, производительность труда; незначительная доля оплаты труда в структуре производственных издержек предприятия).

4. Взаимозаменяемость генерирующих установок (возможность использовать различные первичные энергоресурсы: органическое топливо разных видов (уголь, газ, мазут и др.); возобновляемые источники энергии (гидроэнергию, солнечную, ветровую и др.); ядерную энергию [3, с. 1539].

К основным бизнес-процессам в энергетической генерирующей компании относятся процессы топливоснабжения, оперативно-диспетчерского управления, ремонтного обслуживания, собственно генерирования энергии, ее транспортировки, дистрибьюции, сбыта (рис. 1).

Вспомогательные бизнес-процессы (процессы принятия решений, обучение кадров, автотранспортное обслуживание) имеют результат, предназначенный для внутреннего потребления в рамках самого

энергопредприятия, то есть необходимы исключительно для надлежащего осуществления основных. При этом всей производственно-экономической системой предприятия осуществляется управление как входами и выходами (основным бизнес-процессом), так и вспомогательными бизнес-процессами. Ниже на рисунке показана роль контроллинга в моделировании бизнес-процессов энергетической компании, при этом система контроллинга на энергопредприятии должна быть выстроена по всем областям и сферам деятельности.



Рис. 1. Роль контроллинга в моделировании бизнес-процессов энергокомпании.

Активное применение концепции и инструментария контроллинга в энергетике совпадает с началом реформ по либерализации отрасли, когда в 1998 г. департаментом генеральной инспекции по эксплуатации и финансовому аудиту РАО «ЕЭС России» был подготовлен руководящий документ «Основные положения контроллинга производственно-хозяйственной деятельности и методические указания по организации внутреннего аудита в рамках контроллинговых систем» (РД153-34.0-08.102-98) [6].

В этом документе отмечается необходимость формирования концепции воздействия на качество энергетического производства через контроллинг

производственно-хозяйственной деятельности обусловлена тем, что переход от «управления по состоянию» на «управление по результатам» требует введения в действие механизма управления, осуществляемого при эффективных обратных связях, основанных не на традиционном контроле, а на совокупности контрольных и управленческих функций. Поэтому переход от контроля к контроллингу в энергетике носит закономерный эволюционный характер и вызван, прежде всего, необходимостью поиска путей решения задач повышения эффективности управления в целом. Эффективность может повышаться за счет сочетания системы, отслеживающей процесс выполнения задач, с осуществлением необходимой коррекции на стадии их исполнения с целью улучшения результата за счет позитивных управленческих решений [6].

Учитывая, что контроллинг – это также система управления по целям, он позволяет определить, кто отвечает за тот или иной результат, кто планирует и проводит мероприятия по достижению целей. Поэтому через организацию управления путем постановки целей происходит выход на изучение личностного аспекта как важной составляющей всего процесса управления, ориентированного на результат. Это дает возможность оценки соответствия конкретного руководителя порученным задачам и возложенным обязанностям.

На предприятиях энергетики получили распространение такие инструменты оперативного контроллинга, реализующие его учетно-аналитическую функцию, как стандарт-костинг и директ-костинг. К инструментам оперативного контроллинга также следует отнести бюджетирование. К инструментам технического контроллинга можно отнести экспертные системы контроля и оценки состояния и условий эксплуатации энергетического оборудования

Из-за высокой неопределенности и волатильности внешней среды традиционные инструменты, основанные на детерминированных моделях расчетов и принципах экстраполяции прошлых тенденций на будущее, сегодня дают большие погрешности, что существенно снижает качество управления энергопредприятия. Данное обстоятельство предполагает создание новых или как минимум модификацию существующих инструментов контроллинга.

Таким образом, возрастание волатильности и неопределенности рынков энергоносителей и конкуренции за конечных потребителей формулируют новые требования к системам менеджмента. В свою очередь это обстоятельство

влечет за собой необходимость пересмотра традиционных подходов к построению и развитию контроллинга в электроэнергетических компаниях, трансформации его функций и задач.

Список литературы

1. Брижань, А. Контроллинг на предприятиях по оказанию услуг в области электроэнергетики / А. Брижань [Текст] // В сборнике «Современные вызовы контроллингу и требования к контроллерам». 2015. С. 35-40.
2. Глушко, Т. И. Эволюция функций и задач контроллинга в электроэнергетике / Т. И. Глушко [Текст] // Контроллинг. 2014. № 4. С. 3-11.
3. Жирнова, Т. В. Экономические и технологические особенности формирования системы контроллинга на предприятиях энергетики / Т. В. Жирнова [Текст] // Фундаментальные исследования. 2012. № 11. С. 1539-1543.
4. Федоров, Д. Ю. Функции энергосбытовых компаний в региональных системах контроллинга энергосбережения / Д. Ю. Федоров, А. В. Белокопытов [Текст] // Транспортное дело России. 2014. № 9. С. 110-111.
5. Фрайберг, Ф. Финансовый контроллинг. Концепция финансовой стабильности фирмы / Ф. Фрайберг [Текст] // Финансовая газета. 2009. № 13.
6. Руководящий документ РД153:34.0–08.102–98 «Основные положения контроллинга производственно-хозяйственной деятельности и методические указания по организации внутреннего аудита в рамках контроллинговых систем», РАО «ЕЭС России» [Электронный ресурс]: Систем, требования: Power Point. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 21.12.2016).

М. А. Кузнецова¹, А. В. Нерлекар²

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск¹,

Университет Тренто, Италия, г. Тренто².

MEASUREMENT OF MAC-PHY TRAFFIC IN WIRELESS NETWORK

The article is implemented with aim of practical implementation of transmitting a text file through USRP hardware modules by using different modulation techniques. The idea is to get familiar with the GNU radio platform and use Wireshark packet capture tool to measure and analyse the packets transmitted from the base-band processing unit (the laptop) and the remote radio head (USRP device).

Keywords: GNU radio, Wireshark packet capture tool, USRP hardware modules, modulation, QAM-16, GMSK, OFDM-QPSK, traffic.

In a basic communication system, the data are modulated onto the carriers and transmitted. In our case the data is a text file and we used three modulation techniques to transmit this file. GMSK, OFDM with QAM-16 and OFDM with QAM-64 were the modulation techniques used. The modulation is done at the base-band processing unit (the laptop) and the modulated signal is just sent to the remote-radio head (USRP device) for transmission. On the receiving end, the signal is received by the USRP device and sent to the laptop for demodulation.

Equipment used:

1. GNU Radio

GNU Radio is project started by MIT in 2001 with aim to support both wireless communications research and real-world radio systems. GNU Radio is a free Linux based software development toolkit that is used for SDN (Software Defined Radio) and signal processing simulations and real-time testing with external URSP hardware manufactured by different companies.

GNU Radio can be used to develop applications for radio transmission and reception, it includes a method of connecting different blocks and then manages how data is passed from one block to another. Extending GNU Radio is also quite easy; a specific block that is missing, you can quickly create and add it.

It is widely used in hobbyist, academic, and commercial environments to support both wireless communications research and real-world radio systems. The GNU Radio infrastructure is written entirely in C++, and many of the user tools are written in Python.

2. USRP

Universal Software Radio Peripheral (USRP) is a range of software-defined radios designed and sold by Ettus Research and its parent company, National Instruments. Developed by a team led by Matt Ettus, the USRP product family is intended to be a comparatively inexpensive hardware platform for software radio, and is commonly used by research labs, universities, and hobbyists.

Most USRPs connect to a host computer through a high-speed link, which the host-based software uses to control the USRP hardware and transmit/receive data. Some USRP models also integrate the general functionality of a host computer with an embedded processor that allows the USRP device to operate in a stand-alone fashion.

Experimental Setup:

We used two laptops with Ubuntu operating system 14.04 LTS connected to USRP2 devices with the help of gigabit Ethernet. One laptop and USRP acted as transmitter and another as receiver. In the setup both the USRP was kept on the line of sight to have better coverage.



Fig. 1. Experimental Setup.

Measurements for GMSK system shown in Table 1.

Table 1

Measurements for GMSK system

Parameter	Value	Avg	Min	Max
Number of packets	14230			
Bandwidth	1.8 Mb/s			
Average packet length	1136.41 Bytes			
Inter packet Transmission time		4.8ms	0.4 μ s	100ms

Blok scheme of GMSK modulation present in Fig. 2.

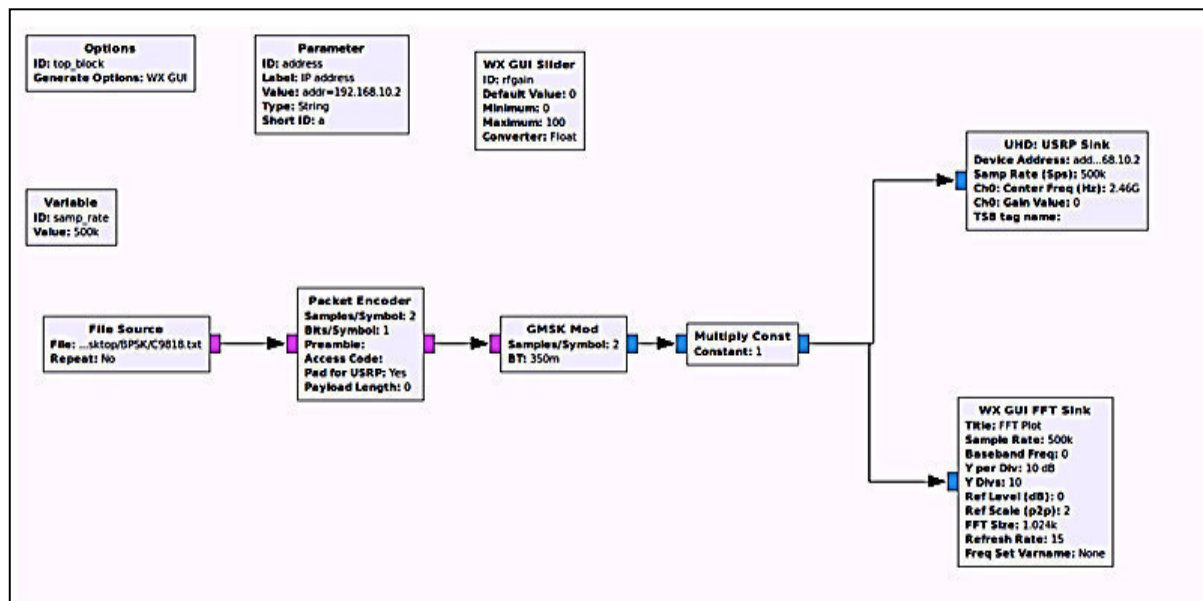


Fig. 2. GMSK transmitter.

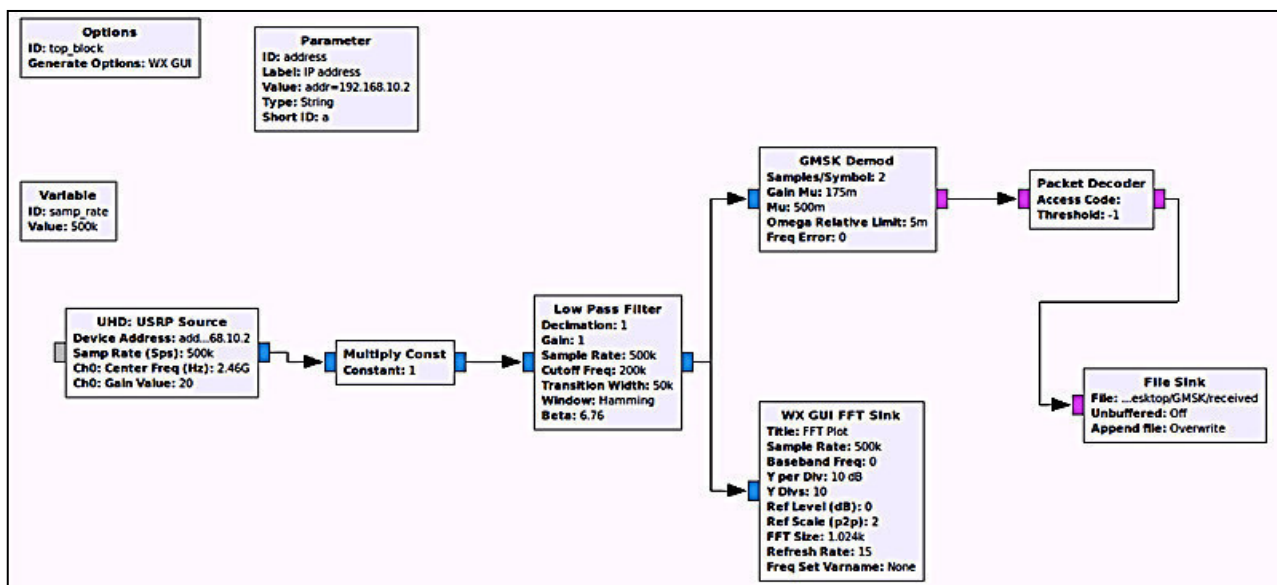


Fig. 3. GMSK Receiver.

QAM-16 Modulation present in Fig. 4.

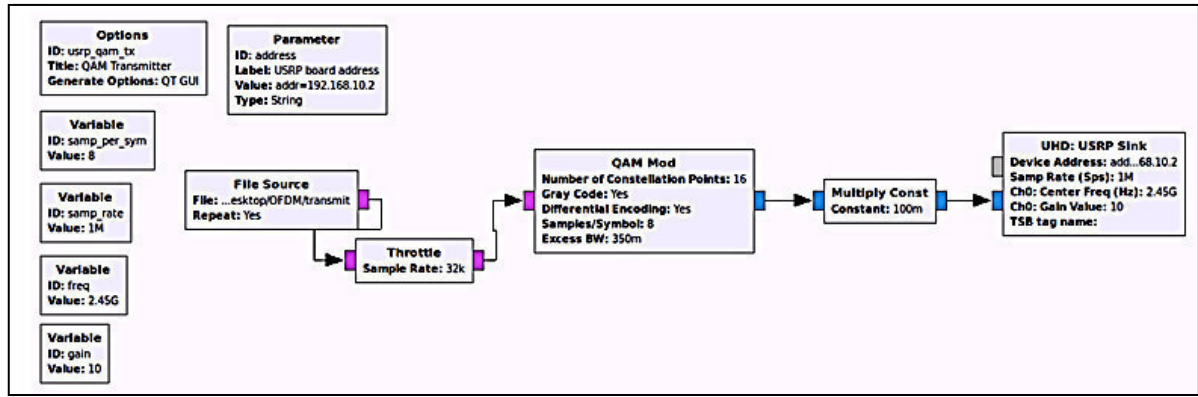


Fig. 4. QAM-16 Transmitter.

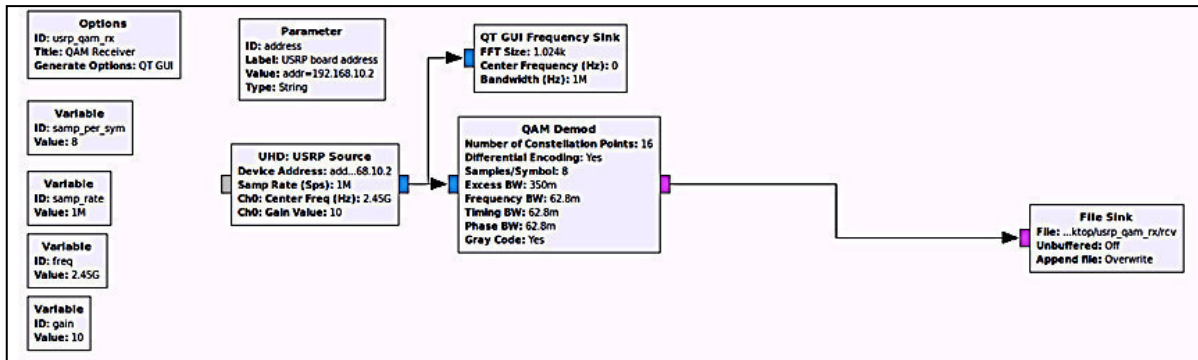


Fig. 5. QAM-16 Receiver.

Measurements for QAM-16 system shown in Table 2.

Table 2

Measurements for QAM-16 system

Parameter	Value	Avg	Min	Max
Number of packets	123259			
Bandwidth	16Mb/s			
Average packet length	1376.3 Bytes			
Inter packet Transmission time		0.652ms	0.04μs	400ms

Blok scheme of OFDM–QPSK Modulation present in Fig. 6.

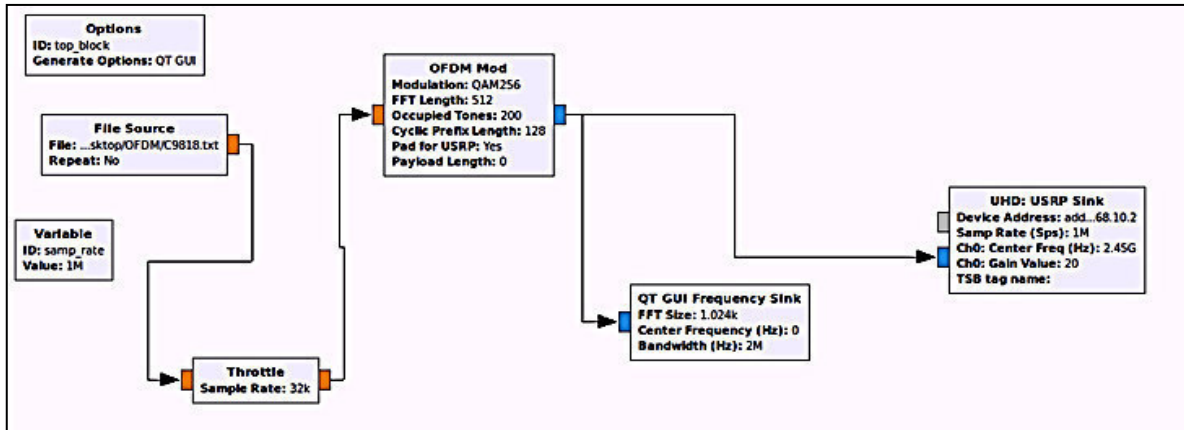


Fig. 6. OFDM QPSK transmitter

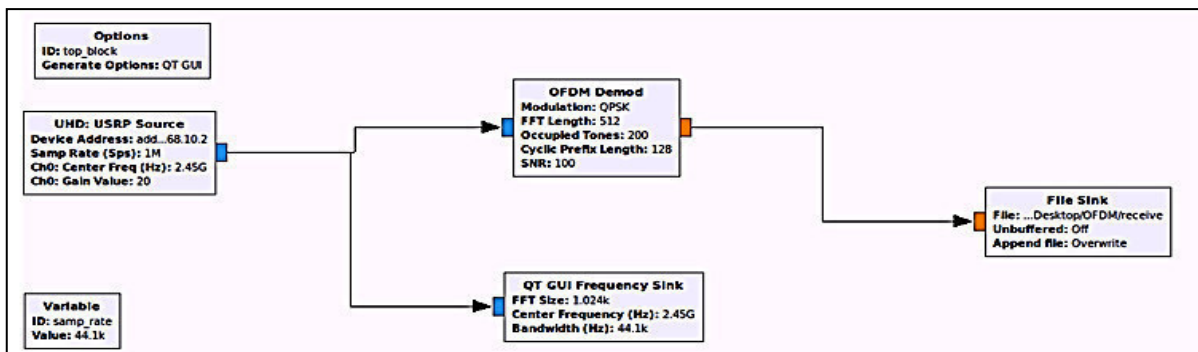


Fig. 7. OFDM-QPSK Receiver

Measurements with OFDM-QPSK system shown in Table 3.

Table 3

Measurements with OFDM-QPSK system

Parameter	Value	Avg	Min	Max
Number of packets	336594			
Bandwidth	23Mb/s			
Average packet length	1410.25 Bytes			
Inter packet Transmission time		0.470s	0.169μs	185ms

Results & Conclusion:

We are able to transfer a file using GNU radio and laptop acting as a base-band processing unit and USRP board as remote radio head. The measurements show that the signal processing can be done remotely and sufficient bandwidth is available for data transfers of medium length and possibly for large length of files.

References

1. Sacchi C., A QoE-Oriented Strategy for OFDMA Radio Resource Allocation Based on Min-MOS Maximization [Text] / F. Granelli, C. Schlegel // IEEE Communication Letters. – 2011. – №.5. – pp. 494-496.
2. Gomez K., Measurement-based modelling of power consumption at wireless access network gateways [Text] / D. Boru, R. Riggio, T. Rasheed, D. Miorandi, F. Granelli // IEEE Communication Letters. – 2015. – №.7. – pp. 363-367.

УДК 629.424:621.001.57

П. А. Бернс

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ SOLIDWORKS

Использование процесса компьютерного моделирования, как метода решения задач анализа и синтеза сложных систем, обладает сочетанием множества преимуществ, основа которых заключается в простоте их использования и отсутствии финансовых затрат. Компьютерное моделирование позволяет исследовать модели любой степени сложности, влияние различных факторов на них, кроме этого моделирование деталей расширяет визуальное представление об объектах исследования.

Ключевые слова: моделирование, SolidWorks, охладитель наддувочного воздуха, 3D проектирование изделий, поршень, шатун, вентилятор, ротор турбокомпрессора.

MODELING PARTS AND NODES IN SOLIDWORKS SOFTWARE

The use of computer modeling as a method of solving problems of analysis and synthesis of complex systems has a combination of many advantages, the basis of which lies in the simplicity of their use and the absence of financial costs. Computer modeling allows you to explore models of any degree of complexity, the influence of various factors on them, in addition, modeling details expands the visual representation of the objects of research.

Keywords: Simulation, SolidWorks, charge air cooler, 3D product design, piston, connecting rod, fan, turbocharger rotor.

Компьютерное моделирование (КМ) за последнее время превратилось из инструмента многочисленных решений разнообразных уравнений в могучий аппарат исследований общетехнических проблем. Метод моделирования применяется в таких ветвях, как экономика, автоматизация проектирования, организация работы вычислительных комплексов, транспорт, машиностроение, сфера обслуживания, системный анализ разных сторон деятельности человека.

КМ имеет большое количество преимуществ по сравнению с другими подходами исследования. Оно дает возможность учитывать значительное количество переменных, прогнозировать развитие нелинейных процессов, возникновение синергетических эффектов. Компьютерное моделирование позволяет не только получить прогноз, но и определить, какие управляющие воздействия приведут к наиболее благоприятному развитию событий.

В качестве подхода к моделированию деталей и узлов было выбрано твердотельное моделирование объектов. Данному выбору послужило несколько причин:

1. Твердотельное моделирование подразумевает создание тел, имеющих все параметры реального физического тела.
2. Твердотельные объекты способствуют наилучшему визуальному восприятию.

Данный подход оптимален, потому что при твердотельном моделировании происходит взаимодействие с оболочками, полностью описывающими поверхность моделируемых объектов.

Одним из лучших программных комплексов для процесса моделирования деталей и узлов является система автоматического проектирования SolidWorks.

Программа SolidWorks позволяет увидеть будущую модель в объеме с разных сторон, в многовариантных видах и разрезах, придать ей реалистичности отображения в соответствии с избранным материалом, а также проведение различных тестов, направленных на выявление конструкторских ошибок при моделировании объекта.

Кроме этого в программном комплексе SolidWorks существует ряд специализированных модулей, которые направлены на исследовательскую

деятельность объекта (расчет на прочность конструкций (деталей и сборок), определение собственных форм и частот колебаний, расчёт конструкции на устойчивость, усталостные расчёты, имитация падения, тепловые расчёты, моделирование течения жидкостей и газов и др.).

Следует понимать, что SolidWorks – это программа, ориентированная в большей степени на трехмерное инженерное моделирование. Данный факт не означает, что в программе нет двухмерного проектирования, наоборот, прежде чем построить трехмерную модель необходимо вычертить эскиз в 2D-формате.

Если сравнивать некоторые САПР с выбранной программой, то при трехмерном моделировании, следует отдать предпочтение именно SolidWorks, в связи с наилучшим сочетанием удобства, простоты освоения программы и лучшим графическим интерфейсом, что касается 2D-пространства, то наиболее простым и легко усваиваемым является семейство программ «Компас».

С целью общего знакомства и выявления возможностей программы SolidWorks были спроектированы несколько 3D-моделей.

Первая модель – это охладитель надувочного воздуха (ОХНВ) магистрального тепловоза серии 2ТЭ116, физическая модель которого представлена на рис. 1.



Рис. 1. ОХНВ тепловоза 2ТЭ116.

Для повышения плотности и улучшения наполнения цилиндров воздух после выхода из компрессора охлаждается в ОХНВ. Практически на всех дизелях отечественного производства применяются водовоздушные трубчатые охладители воздуха рекуперативного типа. Воздух охлаждается водой холодного контура водяной системы дизеля.

Внутри корпуса ОХНВ расположена охлаждающая секция, состоящая из верхней и нижней трубных досок. В каждой из них имеются специальные отверстия (276 шт.), в которых закреплены оребренные медные трубки. Охлаждающая вода циркулирует внутри трубок. В межтрубном пространстве

проходит охлаждаемый воздух (рис. 2.), тем самым происходит процесс теплообмена.

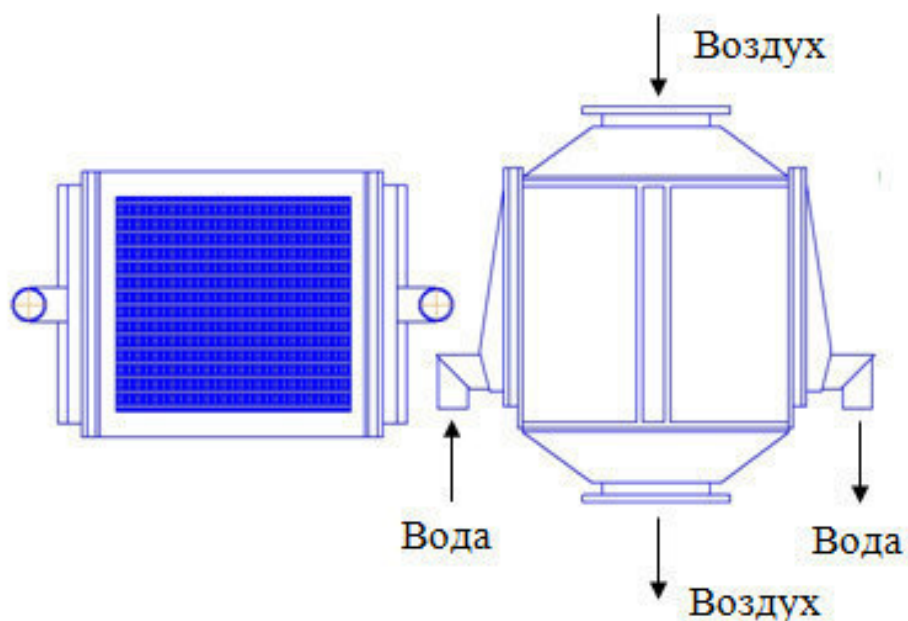


Рис. 2. Двумерная модель ОХНВ магистрального тепловоза 2ТЭ116.

Моделирование процесса работы ОХНВ осуществлялось в три этапа: исследование конструкции; создание трехмерной модели согласно ее геометрическим параметрам; моделировании работы ОХНВ.

На рис. 3. представлена трехмерная модель ОХНВ идентичная по размерам и структурному составу настоящему физическому объекту.

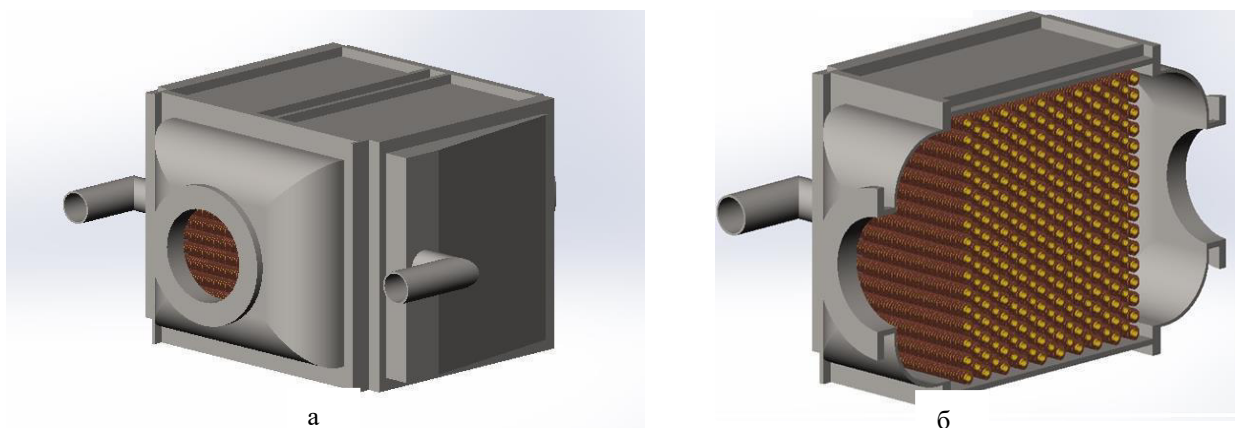


Рис. 3. Трехмерная модель ОХНВ тепловоза (а – в сборе, б – в разрезе).

На рис. 4. показаны результаты моделирования прохождения охлаждающей воды в ОХНВ, с изменением температуры и давления на выходе и входе из него.

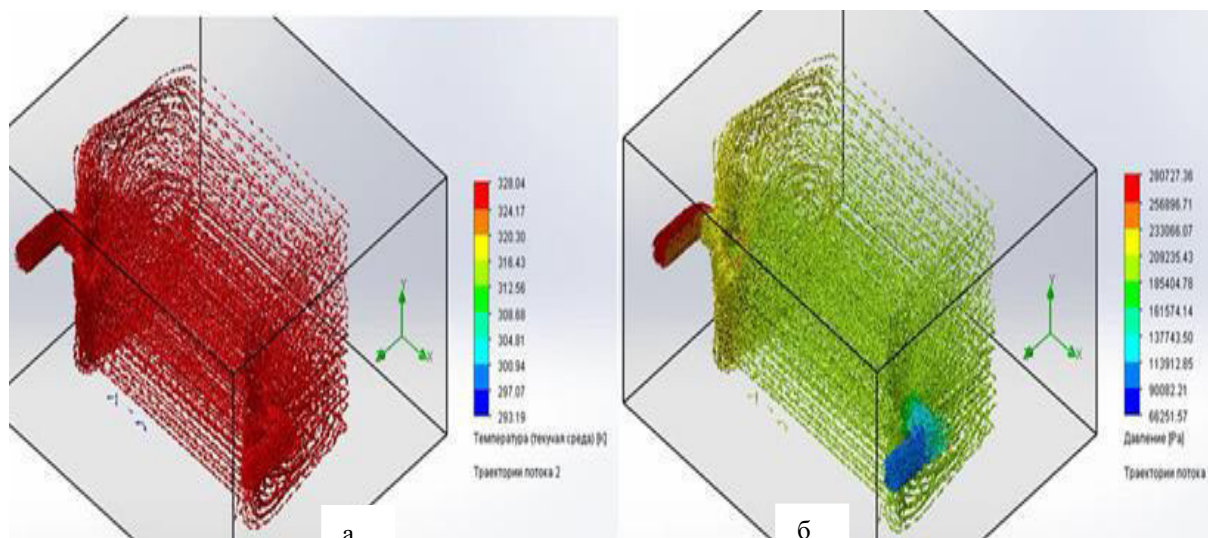


Рис. 4. Процесс изменения температуры (а) и давления (б) в трубках ОХНВ.

На рис. 5. представлена 3D–модель поршня двигателя внутреннего сгорания (ДВС), выполненная в SolidWorks.

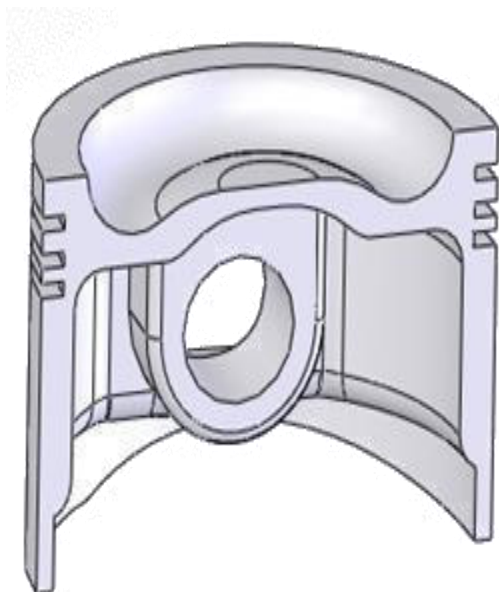


Рис. 5. Поршень ДВС в разрезе.

Поршень – важная деталь кривошипно-шатунного механизма (КШМ) цилиндрической формы, которая предназначена для преобразования топливной энергии в механическую работу двигателя.

Поршень выполняет ряд функций: обеспечивает передачу механических усилий на шатун; отвечает за герметизацию камеры сгорания топлива; обеспечивает своевременный отвод избытка тепла из камеры сгорания.

Следующая модель – нижний шатун дизеля типа 10Д100 (рис. 6.). Она выполнена строго в соответствии с размерами физического объекта согласно регламентирующей документации [2].

Шатуны преобразуют возвратно–поступательное движение поршней во вращательное движение коленчатого вала. На дизелях типа Д100 шатуны верхнего и нижнего коленчатого вала одинаковы по конструкции, но отличаются длиной [3].

Шатуны изготовлены из специальной легированной стали, имеют верхнюю головку, а также стержень двутаврового сечения с уширением посередине. В стержне просверлено сквозное отверстие для протекания масла необходимого для уменьшения трения между трущимися деталями (вкладыши подшипников скольжения).

Завершением процесса проектирования деталей является модель компьютерного вентилятора (рис. 7.).

Вентилятор – это механическое устройство, которое предназначено для прямой подачи воздуха в помещение либо отсоса воздуха из помещения, а также для перемещения воздуха по воздуховодам систем кондиционирования и вентиляции, путем создания необходимого перепада давления (на входе и выходе вентилятора). Модель вентилятора состоит из двух основных частей: подвижная – крыльчатка; неподвижная – корпус вентилятора.

Вентилятор – это ротор, на котором закреплены лопатки (лопасти), которые при вращении ротора, сталкиваясь с воздухом, отбрасывают его. От положения и формы лопаток зависит направление, в котором отбрасывается воздух. При проектировании модели величина изгиба и длины лопаток были произвольные. Для трехмерной модели присвоены цвет и материал – пластмасса. Кроме трехмерной модели в SolidWorks было выполнено моделирование истечение воздуха через вентилятор (рис. 8.). Моделирование производится с помощью специального добавления программы SolidWorks – Flow Simulation.



Рис. 6. Шатун дизеля.

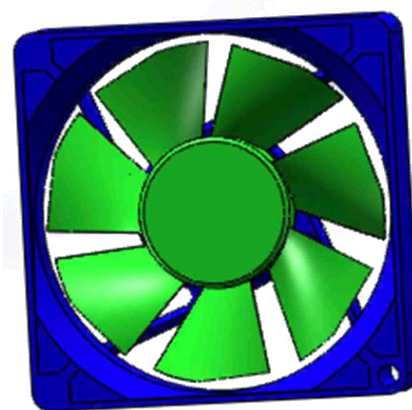


Рис. 7. Модель вентилятора.

В данном случае моделирование происходило в три этапа: выбор расчетной области (ограничение по геометрическим параметрам); добавление области вращения, кроме того выбор направления и частоты вращения ротора); нанесение граничных условий, т. е. задание поверхностей, взаимодействующих при прохождении воздуха.

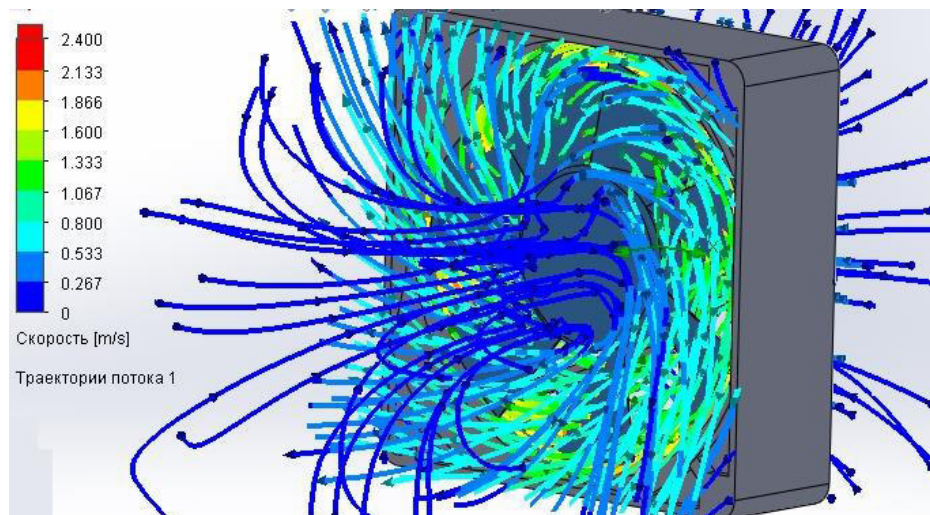


Рис. 8. Процесс изменения скорости и направления движения воздуха при моделировании работы вентилятора.

Таким образом можно заключить что, процесс моделирования обладает преимуществом отсутствия финансовых и материальных, трудовых и физических затрат, для получения высокого достоверным результата определения параметров работы контролируемых узлов, систем и агрегатов.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Начертательная геометрия и инженерная графика» Ю. Ф. Савельев, ОмГУПС.

Список литературы

1. Дударева, Н. Ю. Самоучитель SolidWorks [Текст] / С. А. Загайко, Н. Ю. Дударева. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 336 с.
2. Подкопаева, В. К. Альбом чертежей дизеля 2Д100 [Текст] / В. К. Подкопаева, М. А. Медведева, Е. А. Котляр. – М.: ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ, 1963. – 280 с.
3. Тепловозы 2ТЭ10М, 3ТЭ10М: Устройство и работа [Текст] / С. П. Филонов, А. Е. Зиборов и др. – М.: Транспорт, 1986. – 288 с.

Е. С. Волкова, Л. Е. Московкин

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ НА ПТО

В статье рассматривается необходимость совершенствования технического обслуживания грузовых вагонов. Изучаются современные диагностические комплексы, направленные на повышение уровня обнаружения дефектов вагонов. Предложено новое техническое решение для диагностирования технического состояния грузовых вагонов.

Ключевые слова: вагон, техническое обслуживание, неисправность, измерение, комплекс, датчик, робот.

DEVELOPING OF TECHNICAL SERVICE OF FREIGHT WAGON ON MAINTENANCE DEPOT

This article presents necessity to improve maintenance of freight wagon. Come under review modern diagnostic suites aimed at increasing the level of detection of defects in wagons. There is provided innovative technology for diagnosing the technical condition of freight cars.

Keywords: wagon, maintenance, malfunction, measurement, complex, sensor, robot.

Обеспечение безопасности движения поездов – одна из важнейших задач работников железнодорожного транспорта. В процессе эксплуатации железнодорожного транспорта возникают отказы и нарушения в работе, происходящие как по вине работников, так и по техническим причинам и угрожающие безопасности движения. Последствиями таких случаев нарушений могут стать повреждения подвижного состава, потеря перевозимого груза, материальный ущерб и гибель людей. Комплекс мер по обеспечению безопасности движения в современных условиях включает в себя:

- подготовку квалифицированного персонала и контроль над их работой;
- совершенствование процессов технического обслуживания и ремонта вагонов;

– разработку и внедрение прогрессивных систем диагностирования технического состояния подвижного состава на пунктах технического обслуживания (ПТО) и в пути следования.

На основе работы Западно-Сибирской железной дороги в 2015 году составлена таблица распределения причин отцепок вагонов по видам неисправностей в средних значениях на 100 тысяч вагонов (табл. 1). Согласно этим данным наибольшее количество отцепок приходится на долю неисправностей кузова и колесных пар, что является фактическим подтверждением приоритетности диагностирования этих элементов.

Таблица 1

Распределение причин отцепок грузовых вагонов по видам неисправностей за 2015 год, %

Тип вагона	Вид неисправности				
	Кузов	Колесные пары	Тележка	Тормоз	Автосцепка
Крытый	71	21	2	5	1
Полувагон	30	64	3	2	1
Платформа	82	6	2	8	2
Цистерна	2	74	1	2	21
Прочие	46	36	4	9	5

В настоящее время основными способами выявления неисправностей у грузовых вагонов являются: встреча поезда «сходу» и осмотр вагонов по 12 позициям «с пролазкой». Недостатками данных способов контроля являются: значительные временные затраты, низкий уровень обнаружения дефектов в литых и труднодоступных деталях вагонов и влияние на достоверность результатов контроля «человеческого фактора».

Существует ряд технических решений, направленных на повышение уровня обнаружения неисправностей грузовых вагонов, наиболее распространенные из них: комплекс «КТИ», пост акустического контроля «ПАК», комплекс «Техновизор», интеллектуальный молоток контроля «ИМК».

Для визуального измерения геометрических параметров деталей грузовых вагонов применяется комплекс типа «Техновизор» (рис. 1). Комплекс является разработкой филиала ОАО «НИИАС».

Принцип работы комплекса основан на визуальном осмотре и бесконтактном инструментальном измерении геометрических параметров вагонов с помощью лазерных триангуляционных датчиков. Датчики позволяют фиксировать контролируемые части вагонов в режиме реального времени, затем проверяется истинность результатов при дистанционном просмотре исходных данных. Триангуляционные датчики получили широкое применение при бесконтактном контроле геометрии единиц подвижного состава.

«Техновизор» позволяет определять геометрические параметры деталей грузовых вагонов, такие как: положение фрикционных клиньев, наличие/отсутствие тормозных колодок, обнаружение отсутствующих элементов буксы [1].



Рис. 1. Система автоматизированного визуального контроля «Техновизор».

В целях выявления дефектов буксовых узлов колесных пар на ранней стадии развития (до начала нагрева) филиалом ОАО «НИИАС» разработан пост акустического контроля «ПАК». Система содержит приемники акустических сигналов, которые размещаются в отдельном боксе на уровне подшипников с обеих сторон буксовых узлов колесных пар движущегося поезда. Приемники измеряют акустические сигналы, возникающие при вращении подшипников вокруг своей оси, преобразуют их в электрические сигналы [2].

Диагностический комплекс «КТИ» (разработка ООО «Сибирский центр новых транспортных технологий») предназначен для бесконтактного контроля геометрических параметров колесных пар прибывающих поездов. В основе работы комплекса положен принцип сканирования колес измерительными датчиками триангуляционного типа. Комплекс позволяет измерять геометрические параметры цельнокатаных колес, измерять расстояние между внутренними гранями ободьев колес, регистрировать неисправности колесных пар и передавать полученную информацию на ПТО [2].

Для расширения номенклатуры выявляемых неисправностей и повышения достоверности определения трудно выявляемых видов дефектов у грузовых вагонов при встрече поезда «сходу» рекомендуется устанавливать рассмотренные диагностические комплексы вдоль участка железнодорожного пути на подходе к ПТО, имеющего искусственные дефекты (стыки рельсов, превышение наружного рельса над внутренним рельсом). Пример такого расположения диагностических комплексов показан на рис. 2.

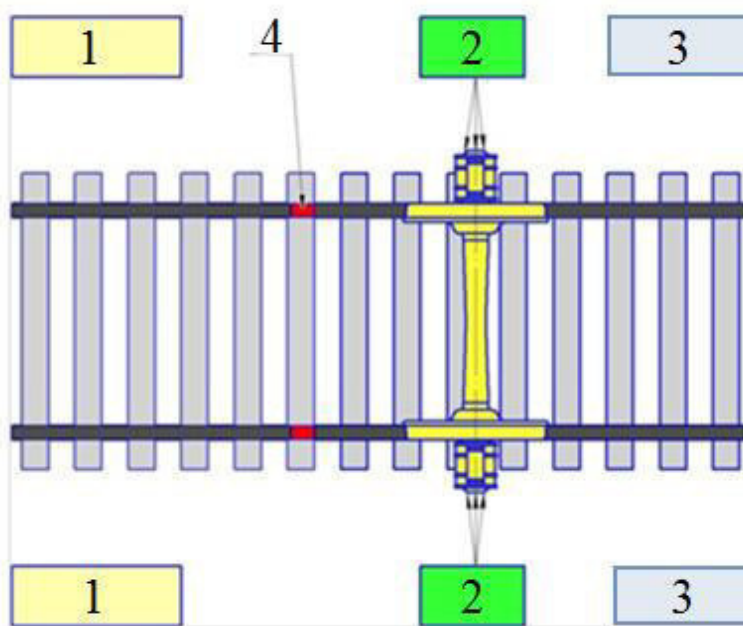


Рис. 2. Схема расположения измерительных комплексов на подходе к ПТО:

1 – комплекс «Техновизор»; 2 – комплекс «ПАК»;

3 – комплекс «КТИ»; 4 – стык рельсов.

Существует необходимость повышения уровня обнаружения трещин в литых деталях грузовых вагонов. Для этой цели группой компаний ООО «Чистые технологии» разработан интеллектуальный молоток контроля «ИМК».

Принцип работы устройства основан на методе свободных колебаний, который заключается в возбуждении свободно затухающих упругих колебаний в объекте контроля и регистрации изменения параметров этих колебаний в зоне дефектов. Главным достоинством используемого метода является его чувствительность к любым видам структурных изменений в материале объекта.

На рис. 3 показан контроль боковой рамы с помощью интеллектуального молотка. К контролируемой детали крепится микрофон, затем осмотрщик ударяет молотком по детали. Информация о колебании металла и о характере ответного звука поступает в устройство и обрабатывается, затем по цветовым индикаторам на рукоятке молотка получают информацию о техническом состоянии детали: зелёный цвет означает, что дефектов нет, красный – деталь дефектна [3].



Рис. 3. Контроль боковой рамы тележки с помощью интеллектуального молотка контроля «ИМК».

Для осуществления контроля технического состояния грузовых вагонов, предлагается разработка передвижного роботехнического средства на основе роботов, созданных в военной промышленности. Данная разработка будет включать в себя уже известные технические средства контроля, такие как: комплекс типа «Техновизор» и комплекс непрерывной диагностики типа «КНД-1» (является разновидностью интеллектуального молотка). Для сокращения времени диагностирования, робот оснащен несколькими

комплексами «Техновизор» и «КНД-1» (по два и более), которые размещены на телескопических штангах, что позволяет проводить контроль на расстоянии 3-х метров с углом обзора 360°.

В общем случае работа робота заключается в повторении всех действий осматрщика при контроле технического состояния грузового вагона с пролазкой. Схема расположения робота на позициях контроля представлена на рис. 4. В качестве примера приведен порядок контроля технического состояния вагона роботом-осматрщиком на III, IV и V позициях. Робот располагается напротив первой тележки грузового вагона, затем выдвигаются телескопические штанги, с установленными на них комплексами типа «Техновизор» и «КНД-1», по две с правой и левой сторон контролируемой тележки.

Система «Техновизор» на каждой из позиций проводит измерения параметров вагона, полученные данные сравниваются с нормативными показателями. Результаты измерений передаются на АРМ оператора ПТО с заключением о пригодности контролируемых деталей вагона. Комплекс типа «КНД-1», на указанных позициях выявляет наличие трещин в литых деталях вагона, с последующей передачей полученной информации оператору ПТО.

По завершению всех необходимых операций контроля, робот переходит на следующие позиции по команде, поступающей с аппаратно-программного устройства.

Предлагаемый роботизированный осматрщик вагонов для диагностирования технического состояния грузовых вагонов, имеет следующие преимущества:

- обеспечивает высокий уровень достоверности обнаружения дефектов грузового вагона путем одновременного и параллельного включения в работу различных комплексов;
- исключает влияние «человеческого фактора», погодных условий, степени освещенности и др. на достоверность и качество диагностирования технического состояния грузовых вагонов;
- исключает воздействие на осматрщиков вредных факторов, – повышает производительность труда (поскольку открывается возможность использования технологического оборудования круглосуточно и 365 дней в году);

– снижает численность осмотрщиков, занятых на техническом обслуживании вагонов с пролазкой.

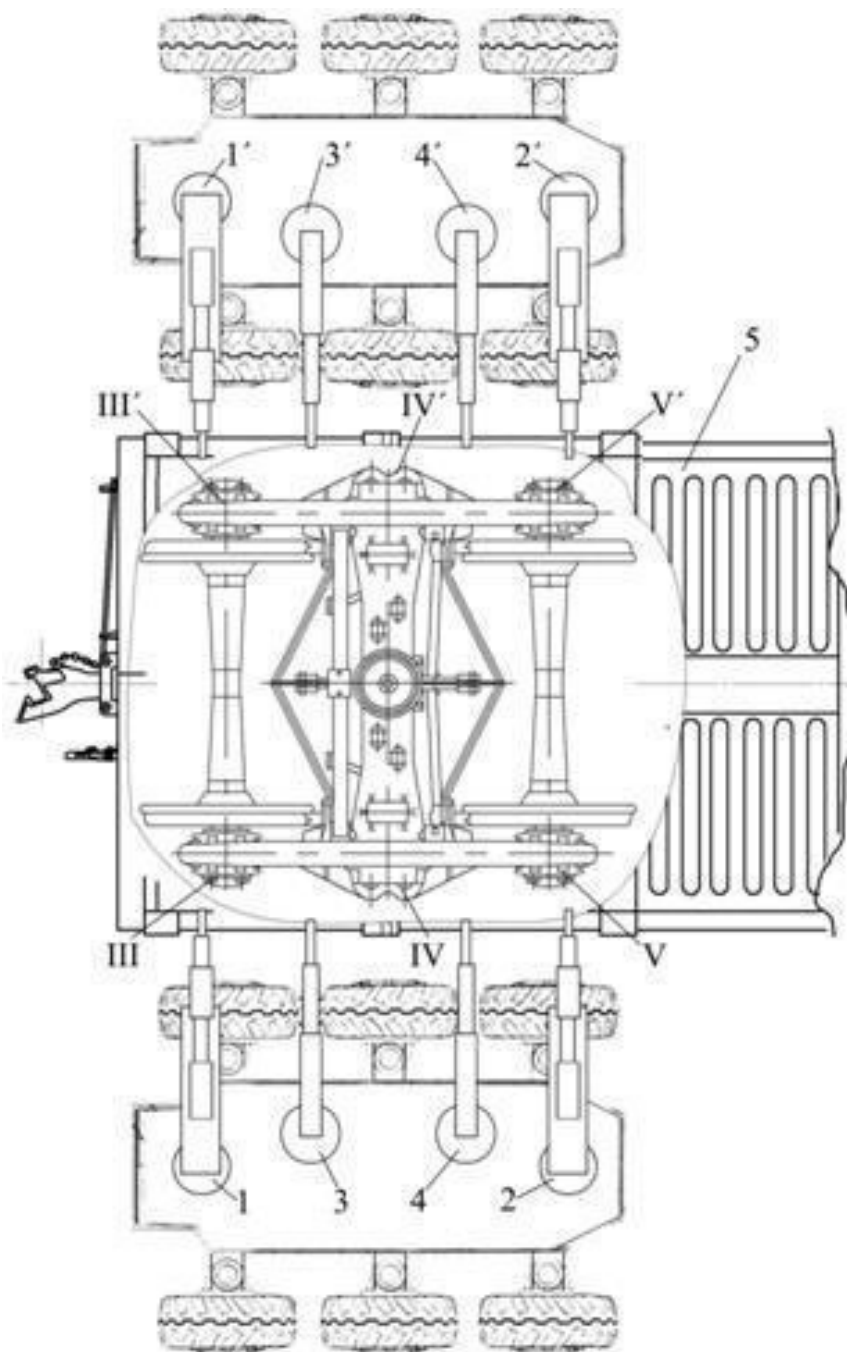


Рис. 4. Схема расположения робота на позициях контроля: 1 , 1* и 2, 2* –комплекс типа «Техновизор»; 3, 3* и 4,4* – комплекс типа «КНД–1»; 5 – грузовой вагон; III и III* – третья позиция; IV и IV* – четвертая позиция; V и V* – пятая позиция грузового вагона.

Экономическая эффективность внедрения предлагаемого технического решения на ПТО, проводящих техническое обслуживание вагонов, проявляется

в повышении производительности труда и экономии заработной платы за счет сокращения численности работников, занятых при техническом обслуживании вагонов.

Научные руководители: д.т.н., профессор кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» Ю. И. Матяш, к.т.н, доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» А. Д. Родченко, ОмГУПС.

Список литературы

1. Пост комплексного контроля, как инновационный подход к диагностике ходовых частей вагона [Текст] / А. С. Ададуров, Р. Ю. Бушев и др. // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2015. – №4 (44). С. 24-27.

2. Средства диагностики подвижного состава [Электронный ресурс] / Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: http://www.rzd-expo.ru/innovation/infrastructure/rolling_stock/.

3. Яковлев Н. Н. Применение метода свободных колебаний для выявления несплошности материала в литых деталях тележек грузовых вагонов [Текст] / Н. Н. Яковлев, А. А. Тармаев // Транспортная инфраструктура Сибирского региона, том 2. – 2014. – С. 617-621.

УДК 004:621

П. В. Выходцев

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ПРИМЕНЕНИЕ ВИДЕОРОЛИКОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В статье раскрываются возможности применения видеороликов для моделирования теплоэнергетических процессов. Показан краткий обзор технологий для создания видеороликов. Представлен пример разработанного видеоролика с помощью технологии видеоскрайбинга, в котором визуализирована принципиальная тепловая схема ТЭЦ.

Ключевые слова: видеоролик, видеоскрайбинг, скринкастинг, хромакей, моделирование, теплоэнергетика.

APPLICATION OF VIDEO CLIPS FOR SIMULATION OF THERMAL POWER PROCESSES

It is revealed the possibility of using video clips for modeling and simulation of thermal power processes. It is showed a brief overview of the technologies for creating video clips. It is presented an example of the developed video clip using technology videoscribing, which rendered circuit heat flow diagram of thermal power plant.

Keywords: video clip, video scribing, screening, chromakey, modeling, heat power engineering.

В теплоэнергетике существует множество сложных процессов, функционирование которых проблематично представить статическими схемами и рисунками. Поэтому в данном случае наиболее эффективно применять видеоролики для моделирования и визуализации этих процессов.

На сегодняшний день видеоролики являются одной из самых перспективных технологий мультимедиа, которая формирует мультимедийное представление информации и позволяет наглядно представить любые объекты, процессы и явления [1]. Поэтому с помощью видеороликов можно эффективно, а главное, доступно, донести любую информацию. Они обеспечивают сочетание разных видов текстовой, речевой, графической, музыкальной, фото-, видео- информации, а также разнообразие её подачи. Именно поэтому видеоролики целесообразно внедрить в теплоэнергетику.

В этой связи целью данной работы является исследование возможности применения видеороликов для моделирования теплоэнергетических процессов.

Аналитический обзор технологий создания видеороликов [2-4 и др.] позволил выявить три основные технологии: скринкастинг, видеоскрайбинг, хромакей. Рассмотрим кратко данные технологии, а также программные и технические средства, которые необходимы для создания видеороликов (табл. 1).

Таблица 1

Краткий обзор технологий создания видеороликов

Описание технологии создания видеоролика	Программные средства	Технические средства
Скринкастинг – это жанр подкастинга, суть которого состоит в трансляции для большой аудитории видео потока с записью происходящего на мониторе компьютера автора. Дополнительно идет наложение аудио комментариев и текстовых поясняющих блоков. Эффект от просмотра скринкастинга сопоставим тому, как если бы зритель в этот момент находился рядом с автором, который показывал бы действия на реальном компьютере и давал при этом комментарии [4].	iSpring Free Cam, FastStone Capture, CamStudio, Camtasia Studio, Free Screen Video Recorder, HyperCam и др.	Колонки или наушники, микрофон.
Видеоскрайбинг – это визуализации информации при помощи графических символов и текста. Дополнительно идет наложение речи, при этом на глазах аудитории на доске появляются рисунки и тексты, иллюстрирующие основные моменты выступления [3]. Это своего рода презентация, которая выполняется фломастером на белой бумаге под сопровождение закадрового текста. Существует пять видов скрайбинга: компьютерный, рисовательный, аппликационный, магнитный, фланелеграфный,	VideoScribe, PowToon, Sparcol Videoscribe, Объясняшки и др.	Видеокамера, микрофон. Дополнительные средства: презентационная доска для рисования маркером, фланелеграф, маркеры, листы бумаги, набор картинок – аппликаций, набор готовых картинок, магниты.
Хромакей — это технология совмещения двух и более изображений или кадров в одной композиции, цветовая электронная рирпроекция, используемая на телевидении и в современной цифровой технологии кинопроизводства. С помощью хромакея можно «удалить» фон, и «подложить» изображение или видео через видеоредактор [2].	Pinnacle Studio, Adobe After Effects, Sony Vegas Pro и др.	Однотонный фон, видеокамера.

Среди трёх рассмотренных технологий создания видеороликов (см. табл. 1) был выбран рисовательный видеоскрайбинг. Главное его преимущество заключается в том, что в таком видео легче вызвать вовлеченность зрителя в происходящее на экране, чем в других типах видео. Так как процесс рисования завораживает, то всегда интересно, что будет дальше и что нарисует рука автора. Доступность и простота являются важными условиями для наиболее лучшего качества визуализации и восприятия информации. Именно поэтому эта технология подходит для моделирования теплоэнергетических процессов.

Далее рассмотрим алгоритм создания рисовательного видеоскрайбинга на примере моделирования принципиальной тепловой схемы ТЭЦ.

1) Первым делом нужно написать сценарий видеоролика. В нём необходимо прописать всю информацию о каждом элементе в схеме ТЭЦ. Для поиска нужной информации можно воспользоваться печатными или электронными источниками. В дальнейшем сценарий пригодится для записи озвучки.

2) После написания сценария следует приступить к созданию макета, в ходе работы над которым нужно определить:

а) последовательность рисования объекта или процесса (например, в предлагаемом видеоролике принято начинать с котла);

б) цвет для каждого элемента схемы;

в) для каких элементов изображения необходимо подготовить фотографии, а так же их размер и в какой последовательности выкладывать их в кадр;

г) на сколько детальным будет рисунок.

3) Далее идёт видеосъёмка. Но перед тем как приступить к ней, необходимо собрать нужные для этого технические средства (бумага, маркеры, фотографии элементов схемы) и разложить их так, чтобы ими было удобно воспользоваться. Ещё одно немаловажное условие: видеосъёмка должна вестись в хорошо освещённом помещении. Чуть осветлить кадры видеосъёмки можно будет и позже – при монтажировании видео. Как только все условия выполнены, приступаем к видеосъёмке. Необходимо отметить, что можно снимать как одному (закрепив камеру над рабочим местом), так и с партнёром, который будет снимать сверху.

4) Как только видео готово, необходимо записать для него озвучку. Это связано с тем, что в таком типе видео нет времени читать текстовые комментарии. Необходимо следить за процессом рисования схемы. Именно поэтому лучше всего подойдёт закадровая озвучка. Звук записывается в тихом помещении, желательно с помощью микрофона, подключённого к компьютеру, или соответствующей гарнитуры.

5) Последний шаг на пути к созданию видеоскрайба – это монтирование видео. Процесс рисования ускоряем в 2-4-6-8 раз, вырезаем ненужные отрезки, а затем из каждого эпизода удаляется посторонний звук и накладывается озвучка. По желанию можно осветлить или затемнить видео, добавить начальное интро и заключительные титры с именами участников проекта.

На рис. 1 продемонстрирован фрагмент из видеоролика, в котором зафиксирован момент рисования автором принципиальной тепловой схемы ТЭЦ с помощью маркера. Параллельно рисованию данной схемы в видеоролике рассказывается о каждом ее элементе.

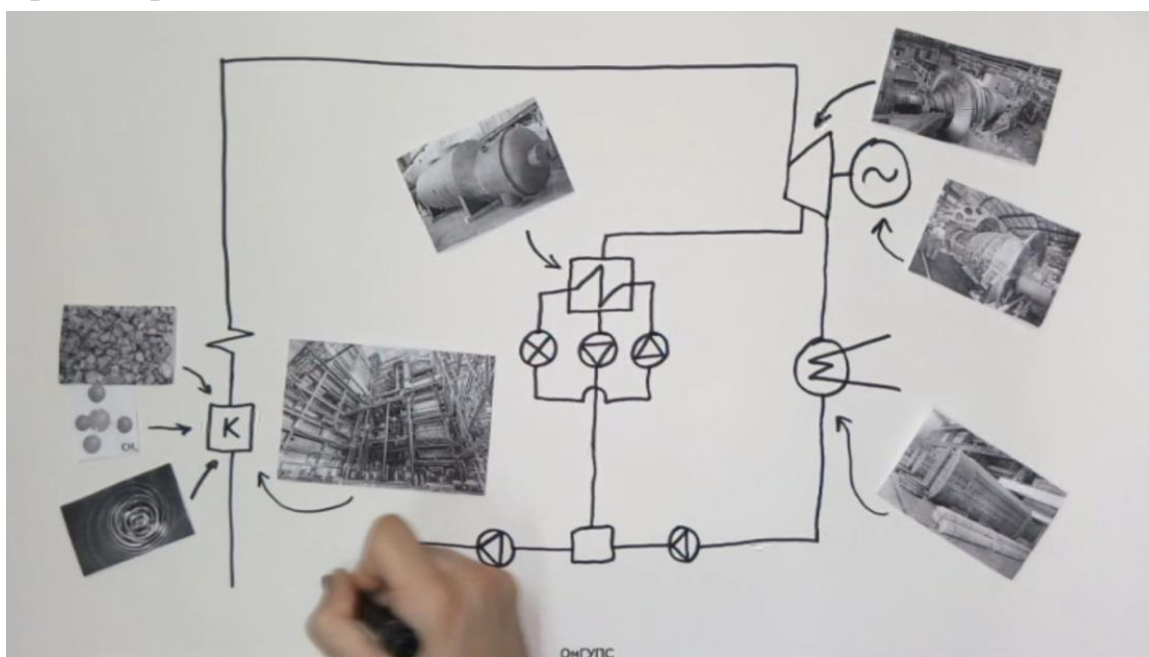


Рис. 1. Фрагмент с изображением процесса рисования принципиальной тепловой схемы ТЭЦ.

Таким образом, можно доступно увидеть и понять функционирование ТЭЦ, посмотрев представленный в данной работе видеоролик, созданный при помощи технологии видеоскрайбинга. Ведь не случайно стала «крылатой»

фраза “картинка вместо тысячи слов”, которую произнес известный журналист А. Брисбейн в 1911 году.

Научный руководитель – к.п.н., доцент кафедры «Информатика, прикладная математика и механика» Н. А. Моисеева, ОмГУПС.

Список литературы

1. Советов, Б. Я. Информационные технологии: Учебник [Текст] / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский. – М.: Юрайт, 2016. – 264 с.
2. Хромакей [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Хромакей>. Дата обращения: 16.05.2017.
3. Что такое видеоскрайбинг [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://teachtech.ru/instrumenty-veb-2-0/chto-takoe-videoskrajbing>. Дата обращения: 16.05.2017.
4. Что такое скринкастинг? [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://animatika.ru/info/gloss/screencasting.html>. Дата обращения: 16.05.2017.

УДК 004.432/004.056

Р. Б. Гугняк

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ПОСТРОЕНИЕ ОТЧЕТОВ О СОБЫТИЯХ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ПОМОЩЬЮ WINDOWS POWERSHELL

В статье описывается процесс создания файла-сценария на языке Windows PowerShell для автоматического создания отчета о событиях информационной безопасности. Демонстрируется работа этого файла-сценария, а также приводятся достоинства использования этого средства.

Ключевые слова: Windows PowerShell, аудит, информационная безопасность, политика аудита, файл-сценарий.

CREATING REPORTS ABOUT EVENTS OF INFORMATION SECURITY WITH WINDOWS POWERSHELL

This article describes the process of creating a script file in the Windows PowerShell language to automatically generate a report on information security events. The work of this script file is demonstrated, as well as the advantages of using this tool.

Keywords: Windows PowerShell, audit, audit policy, information security, script file.

Аудит занимает особое место в обеспечении информационной безопасности (ИБ) предприятия. Он позволяет выявлять уязвимые места в системе и корректировать политику ИБ, реагировать на попытки несанкционированного доступа, а также восстанавливать цепочку действий злоумышленника при успешной атаке.

Для упрощения задачи аудита системные администраторы могут использовать специальное программное обеспечение (ПО). Однако в некоторых случаях функционал существующего ПО может быть избыточным, либо наоборот недостаточным, а иногда приобретать такие программы экономически невыгодно. Для выхода из таких ситуаций можно реализовать собственные программные решения. В данной статье показано, как можно выполнять генерацию отчетов с помощью средства автоматизации от корпорации *Microsoft*.

Windows PowerShell – расширяемое средство автоматизации от корпорации *Microsoft* с открытым исходным кодом, состоящее из оболочки с интерфейсом командной строки и сопутствующего языка сценариев. Изначально оно было представлено на Профессиональной конференции разработчиков в 2003 году под названием *Monad*, и, начиная с версий *Windows* и *Server 2008*, встроено в операционную систему (ОС) *Windows*.

Программный продукт *Windows PowerShell* построен на базе программной платформы *Microsoft .NET Framework* и интегрирован с ней. Он позволяет удобно работать с технологическим стандартом *COM*, технологией управления *WMI* и интерфейсом программирования приложений *ADSI*, также позволяет использовать утилиты командной строки. Благодаря этому удастся создать единое окружение, в котором системные администраторы могут выполнять различные задачи на локальных и удаленных системах.

Одним из главных преимуществ *Windows PowerShell* является то, что он позволяет объединять команды в один файл, называемый файлом-сценарием, такой файл может автоматизировать выполнение рутинных задач в ОС *Windows*. Продемонстрируем это на примере автоматизации процесса создания отчета о событиях ИБ по журналу аудита. Процесс автоматизации генерации отчетов с помощью *Windows PowerShell* включает в себя несколько этапов:

- включение аудита необходимых событий;
- определение идентификаторов событий (*InstanceID* или *EventID*);
- написание файла-сценария;
- использование готового файла-сценария.

Для примера использовалась ОС *Windows Server 2003 Standart Edition*. Вначале следует определить, какие события включить в отчет. Например, это может быть вход в систему и доступ к объектам ОС. Далее необходимо настроить политику аудита на локальном компьютере. Это можно сделать с помощью оснастки «Политика Локальный компьютер», как показано на рис. 1.

После изменения политики аудита на Интернет-страницах технической поддержки корпорации *Microsoft* [1] и [2] были найдены идентификаторы выбранных событий в журнале безопасности. Для событий входа в систему это диапазон от 529 до 537, а для доступа к объектам – 560.

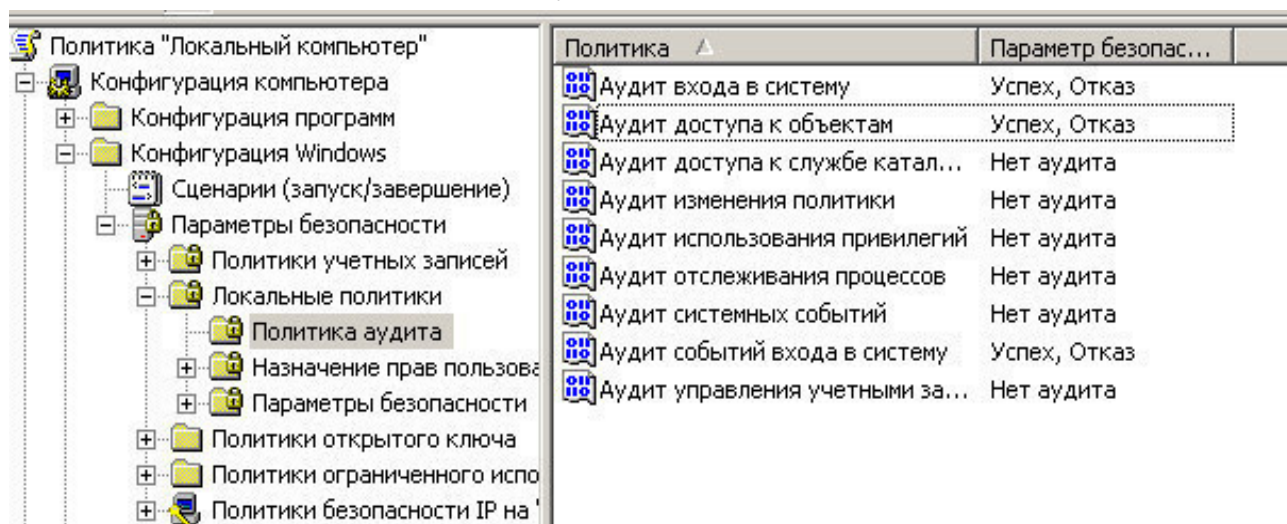


Рис. 1. Настройка политики аудита.

Следующим этапом был процесс написания самого файла-сценария. Для получения событий из журнала *Windows* используется командлет *Get-Eventlog* с

параметром *Security* и заданием идентификатора извлекаемого события. Далее определенная информация из события (например, имя пользователя, *IP*-адрес и др.) помещаются в объект. После получения информации обо всех событиях данные конвертируются в формат *HTML* с помощью командлета *ConvertTo-HTML* с заданием заголовка. Исходный код получившегося файла-сценария представлен на рис. 2.

```
$entry = get-eventlog security -InstanceId 528 | where {$_.ReplacementStrings[0] -ne "SYSTEM" -and $_.ReplacementStrings[0] -ne "NETWORK SERVICE" -and
$_ReplacementStrings[0] -ne "LOCAL SERVICE" -and ($_.TimeGenerated.TimeOfDay -gt '20:00:00' -or $_.TimeGenerated.TimeOfDay -lt '08:00:00' )} |
Select TimeGenerated, ReplacementStrings |
% {
    New-Object PSObject -Property @{
        UserName = $_.ReplacementStrings[0]
        IPAddress = $_.ReplacementStrings[13]
        Date = $_.TimeGenerated
    }
} | Select -Unique UserName, IPAddress, Date

$failure_authentication = Get-Eventlog Security | where {$_.InstanceId -ge 529 -and $_.InstanceId -le 537} |
Select TimeGenerated, ReplacementStrings, Message |
% {
    New-Object PSObject -Property @{
        UserName = $_.ReplacementStrings[0]
        IPAddress = $_.ReplacementStrings[11]
        Date = $_.TimeGenerated
        Description = $_.Message.ToString().SubString(0,$.Message.IndexOf("ïïüçíààòâü:"))
    }
} | Select -Unique UserName, IPAddress, Date, Description

$access = get-eventlog security -InstanceId 560 | where {$_.UserName -ne "NT AUTHORITY\SYSTEM" -and $_.ReplacementStrings[1] -ne "Key" -and $_.EntryType -eq
"FailureAudit"} |
Select TimeGenerated, ReplacementStrings |
% {
    New-Object PSObject -Property @{
        UserName = $_.ReplacementStrings[8]
        Object = $_.ReplacementStrings[2]
        Date = $_.TimeGenerated
    }
} | Select -Unique Object, UserName, Date

$time = Get-Date -Format u
# u 0íèääòñàèüíúé ôíôíàò (UniversalSortableDateTimePattern) 2014-07-02 11:21:50Z
$body = "<H3>Time Generate: "+$time.SubString(0, $time.Length - 1)+"</H3><H3>Failure authentication</H3>"
$content = $failure_authentication | ConvertTo-HTML -head $a -body $body
$content += $entry | ConvertTo-HTML -body "<H3>Entry between 20:00:00 and 08:00:00</H3>"
$content += $access | ConvertTo-HTML -body "<H3>Access to object</H3>"
$content | Out-File report.htm
```

Рис. 2. Исходный код файла-сценария.

После выполнения файла-сценария получен файл отчета, который представлен в виде страницы *HTML*. Необходимая информация о событиях записана в таблицы в удобном для чтения виде. К отчетам в данном формате можно применять таблицы каскадных стилей (*CSS*) для настройки внешнего вида. Пример файла отчета показан на рис. 3. Вверху приведены дата и время генерации отчета, после них выведена информация о неудачных попытках аутентификации. Затем расположена таблица с успешным входом в определенное время. Обе таблицы содержат имя пользователя, *IP*-адрес рабочей станции, с которой была произведена попытка входа, время и дата

регистрации события. В первой таблице в колонке *Description* указана причина неудачного входа в систему.

Time Generate: 2017-04-24 01:32:37

Failure authentication

User Name	IP Address	Date	Description
Администратор	127.0.0.1	24.04.2017 0:37:31	Сбой входа в систему: Причина: неизвестное имя пользователя или неверный пароль
Администратор	127.0.0.1	23.04.2017 23:57:03	Сбой входа в систему: Причина: неизвестное имя пользователя или неверный пароль
Администратор	127.0.0.1	23.04.2017 21:14:51	Сбой входа в систему: Причина: неизвестное имя пользователя или неверный пароль
Администратор	127.0.0.1	23.04.2017 20:45:22	Сбой входа в систему: Причина: неизвестное имя пользователя или неверный пароль
Администратор	127.0.0.1	23.04.2017 20:45:21	Сбой входа в систему: Причина: неизвестное имя пользователя или неверный пароль
User2	127.0.0.1	22.04.2017 1:04:59	Сбой входа в систему: Причина: неизвестное имя пользователя или неверный пароль
User2	127.0.0.1	22.04.2017 1:04:58	Сбой входа в систему: Причина: неизвестное имя пользователя или неверный пароль
User2	127.0.0.1	22.04.2017 1:04:56	Сбой входа в систему: Причина: неизвестное имя пользователя или неверный пароль
User1	127.0.0.1	22.04.2017 1:04:50	Сбой входа в систему: Причина: неизвестное имя пользователя или неверный пароль

Entry between 20:00:00 and 08:00:00

User Name	IP Address	Date
Администратор	127.0.0.1	24.04.2017 0:37:38
Администратор	127.0.0.1	23.04.2017 23:57:08
Администратор	127.0.0.1	23.04.2017 21:21:33
User2	127.0.0.1	23.04.2017 21:21:00
Администратор	127.0.0.1	23.04.2017 21:19:57
User2	127.0.0.1	23.04.2017 21:19:10
Администратор	127.0.0.1	23.04.2017 21:14:56
User3	127.0.0.1	23.04.2017 21:14:06
Администратор	127.0.0.1	23.04.2017 20:45:26
Администратор	127.0.0.1	22.04.2017 1:11:43
User1	127.0.0.1	22.04.2017 1:11:19

Рис. 3. Пример файла отчета.

По сравнению с другими программными средствами для построения отчетов аудита *Windows PowerShell* обладает несколькими достоинствами. Во-первых, он является бесплатным программным продуктом с открытым исходным кодом. Во-вторых, данный программный продукт интегрирован в ОС *Windows*, что позволяет проводить гибкую настройку содержания отчетов и полноценно взаимодействовать с журналом безопасности. В-третьих, каждый системный администратор может создать для себя удобный вид файла с отчетом.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Информационная безопасность» Т. А. Мызникова, ОмГУПС.

Список литературы

1. Аудит входа в систему [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://technet.microsoft.com/ru-ru/library/cc787567\(v=ws.10\).aspx](https://technet.microsoft.com/ru-ru/library/cc787567(v=ws.10).aspx) – (Дата обращения: 18.05.2017).

2. Аудит доступа к объектам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://technet.microsoft.com/ru-ru/library/cc776774\(v=ws.10\).aspx](https://technet.microsoft.com/ru-ru/library/cc776774(v=ws.10).aspx) – (Дата обращения: 18.05.2017).

УДК 53.098, 53.06, 53.043

А. А. Дергун

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ФЕРРОМАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА ГАУССА

В статье рассматривается возможность применения эффекта Гаусса для контроля остаточного ресурса ферромагнитных изделий.

Ключевые слова: эффект Гаусса, магнитное поле, сопротивление, проводимость, дефект, рельс.

THEORETICAL FOUNDATIONS OF REMAINING SERVICE LIFE DEFENITION FOR FERROMAGNETIC MATERIALS ON THE BASIS OF GAUSS EFFECT

This article is devoted to the applicability of Gauss effect for the control of ferromagnetic materials remaining service life.

Keywords: Gauss effect, magnetic field, resistance, conductivity, defect, rail.

Число эффектов, возникающих в проводнике с током при наличии магнитного поля очень велико, как отмечает Кучис в своей монографии, только

в поперечном магнитном поле теоретически возможно 560 эффектов, но из этого очень большого количества выделяют 4 основных (см. рис.1):

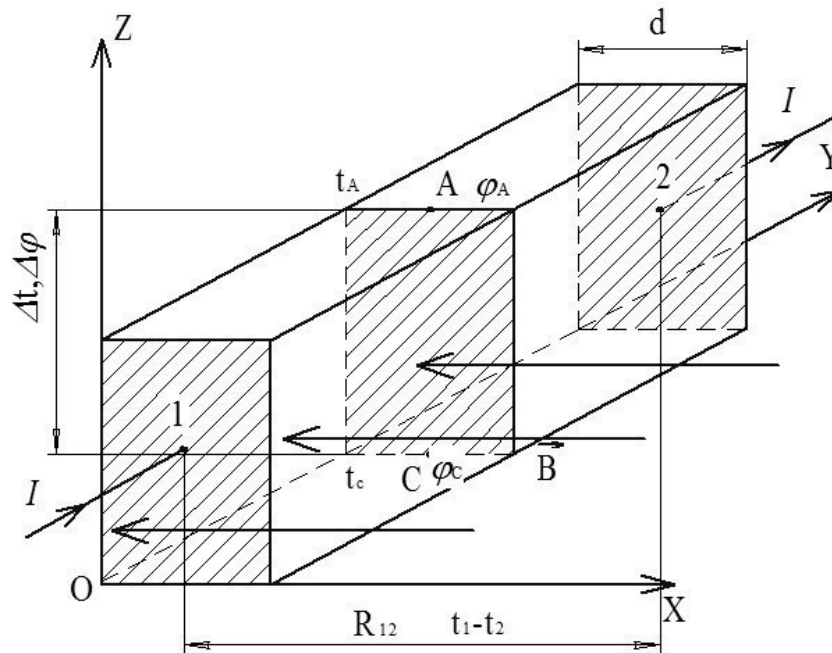


Рис. 1. Прямоугольный проводник с током I и воздействующее на него магнитное поле $\vec{B}$.

Эффект Холла – возникает поперечная разность потенциалов $\varphi_a - \varphi_c = \Delta \varphi$ между точками а и с; эффект Эттинсгаузена – возникает поперечная разность температур между точками верхней и нижней граней параллелепипеда $[t_a - t_c = \Delta t]$; изменяется электрическое сопротивление R_{12} между точками 1 и 2 – эффект Гаусса; возникает продольная разность температур $t_1 - t_2$ – эффект Нернста [1,2,3].

Рассмотрим нормальный эффект Гаусса в слабом магнитном поле ($\mu B < 1$, где μ – подвижность носителей заряда в ферромагнетике, B – индукция магнитного поля).

Строгий вывод с учетом статистического разброса скоростей дает выражение для относительного изменения сопротивления в магнитном поле в следующем виде:

$$\frac{\Delta R}{R} = -G(\mu B)^2, \quad (1)$$

где $\frac{\Delta R}{R}$ – относительное изменение сопротивления проводника, а G – коэффициент магнитосопротивления, зависящий от механизма рассеяния носителей заряда [3].

Так как проводимость определяется механизмами рассеяния носителей заряда в проводящих телах, то появление всякого рода дефектов приведет к изменению проводимости и, следовательно, можно судить, косвенно, о структуре материала.

Рассмотрим возможность применения эффекта Гаусса для контроля остаточного ресурса ферромагнитных изделий, например, рельсов (см. рис. 2): поэтому измеряя периодически сопротивление участка рельса, можно судить о его пригодности к дальнейшему использованию.

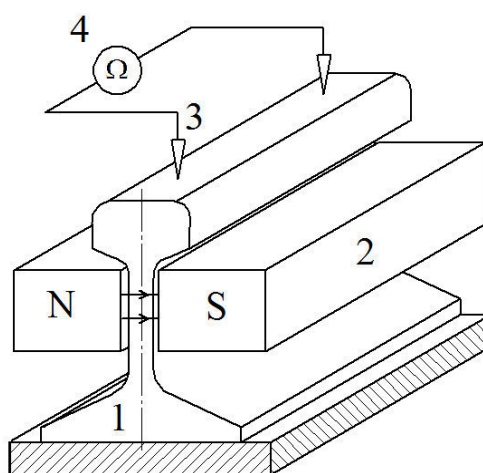


Рис. 2. Контроль остаточного ресурса рельса:
1 – рельс; 2 – электромагнит; 3 – зонды; 4 – омметр.

Гальваномагнитные эффекты успешно применяются для контроля ферромагнитных конструкций [4].

**Научный руководитель – ст. преп. кафедры «Физика и химия»
Е. М. Кондриков, ОмГУПС.**

Список литературы

1. Зеегер, К. Физика полупроводников / К. Зеегер – М.: Мир, 1977. – 616 с.

2. Кучис, Е. В. Методы исследования эффекта Холла. / Е. В. Кучис – М.: Советское радио, 1974. – 326 с.
3. Кучис, Е. В. Гальваномагнитные эффекты и методы их исследования. / Е. В. Кучис – М.: Радио и связь, 1990. – 264 с.
4. Алешин, Н. П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: учебное пособие. / Н. П. Алешин – М.: Машиностроение, 2013. – 576 с.

УДК 669.66–2,54.01

А. А. Дергун

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БОРЬБЫ С ОБЛЕДЕНЕНИЯМИ НА ДОРОГАХ И ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

В работе показано применение естественных и искусственных противогололедных реагентов для устранения гололеда на дорогах, антиобледенительных покрытий и других средств, для предупреждения и устранения обледенений на линиях электропередач.

Ключевые слова: обледенение, реагенты, электрохимическая коррозия, формиаты, антиобледенительные покрытия, органосиликатные композиции.

MODERN TECHNOLOGIES TO COMBAT ICING ON ROADS AND POWER LINES

The work shows the use of natural and artificial anti-ice reagents to eliminate ice on the roads, anti-icing coatings and other means to prevent and eliminate icing on power lines.

Keywords: icing, reagents, electrochemical corrosion, formates, anti-icing coatings, organosilicate compositions.

Обледенение – это опасное явление, которое ухудшает характеристики и качества конструкций, приводит к возникновению дорожно-транспортных происшествий (ДТП, рис. 1, 2). Так, на обледенелом дорожном покрытии по

сравнению с сухой дорогой коэффициент сцепления колес автомобиля с поверхностью уменьшается в 5-8 раз (табл.1) [1].

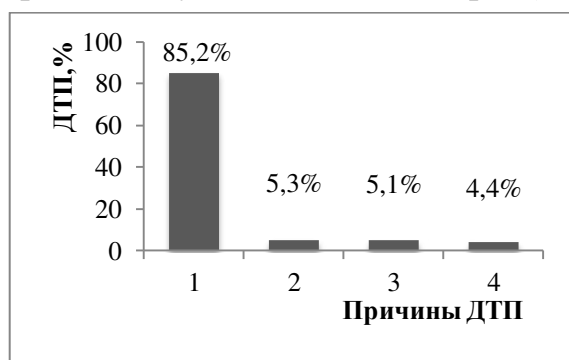


Рис. 1. Основные причины ДТП: человек (1); техническая неисправность (2); инфраструктура (3); погодные условия (4).

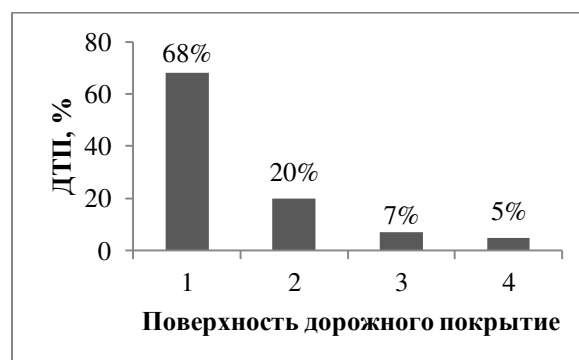


Рис. 2. Дорожное покрытие в момент ДТП: сухое (1); гололедица (2); мокрое (3); заснеженное (4).

Таблица 1

Коэффициент сцепления при различных дорожных покрытиях

Дорожное покрытие	Сухое	Влажное	Обледенелое
Коэффициент сцепления	0,8-0,9	0,3-0,7	0,1-0,2

При эксплуатации линий электропередач (ЛЭП) возникает проблема обледенения проводов. Например, провод марки АС-185/43 (диаметр 19,6 мм, длина 1 км) имеет массу 846 кг. При толщине гололёда 20 мм она увеличивается в 3,7 раза; при 40 мм – в 9 раз; при 60 мм – в 17 раз, что приводит к повреждению и даже разрыву проводов. По статистике в энергосистемах по причине гололеда происходит от 6 до 8 крупных аварий в год [2].

Именно поэтому борьба с обледенением на дорогах и линиях электропередач является одной из самых важных задач в области безопасности транспортных систем. На рис. 3 приведены основные методы борьбы с обледенениями на дорогах и ЛЭП.

Естественные (природные) средства против обледенения. К естественным средствам против обледенения относятся обычный строительный песок, мелкий гранитный щебень (гранитная крошка). Принцип их действия заключается в увеличении шероховатости поверхности. Они не наносят вред окружающей среде и являются достаточно эффективными и дешевыми средствами. Однако, они

имеют свойство накапливаются на дорогах, что приводит к дополнительному истиранию дорожного полотна [3].

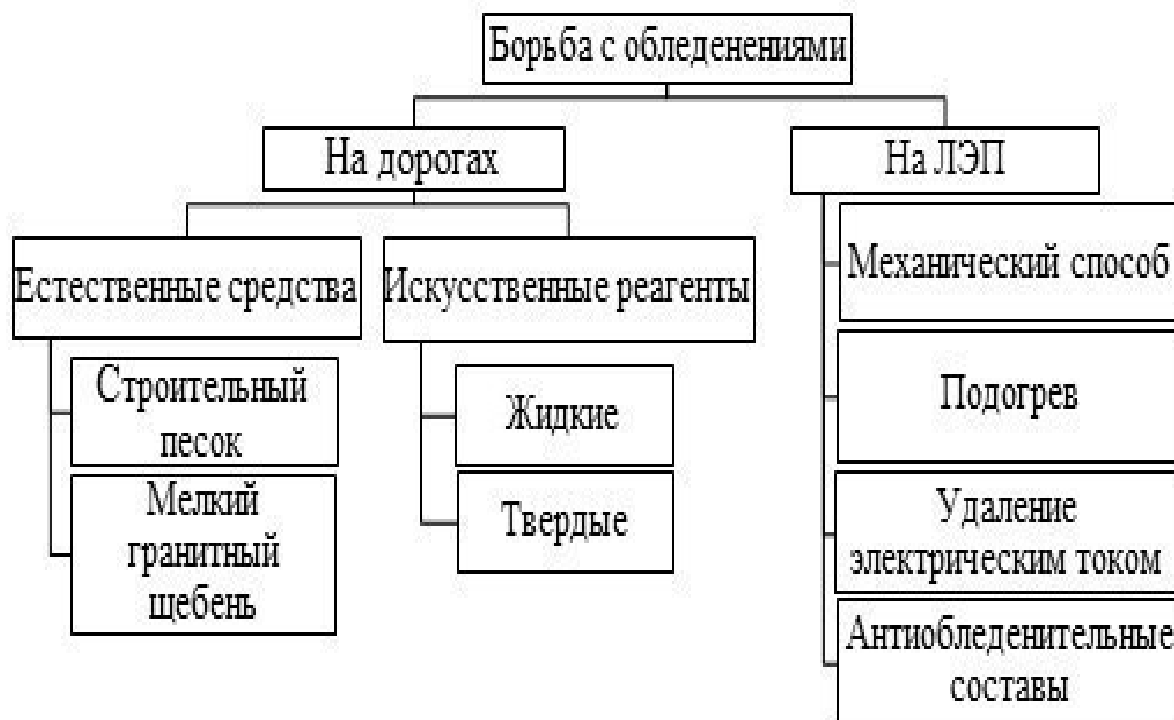


Рис. 3. Основные методы борьбы с обледенениями на дорогах и ЛЭП.

Искусственные противогололедные реагенты. К искусственным противогололедным реагентам относятся растворимые неорганические соли – хлориды металлов IA и IIA групп периодической системы Д.И. Менделеева, такие, как хлорид натрия, хлорид кальция, хлорид калия и другие. Принцип данных реагентов основан на законе Рауля¹ (1887 г.): относительное понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором равно мольной доле растворенного вещества:

$$\frac{p_0 - p}{p_0} = N_2, \quad (1)$$

где p_0 – давление насыщенного пара над чистым растворителем; p – давление насыщенного пара над раствором; N_2 – мольная доля растворенного вещества.

¹ Франсуа Мари Рауль (1830-1901 гг.) – французский химик и физик.

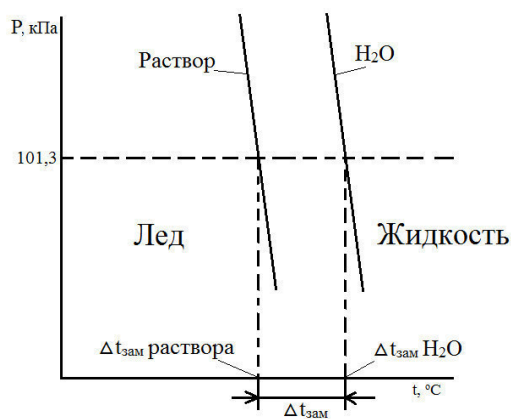


Рис. 4. Диаграмма состояния воды и раствора (кривые плавления при $p \approx 101,3$ кПа).

Так, согласно принципу Ле Шателье при растворении в воде некоторого количества какого-либо вещества понижается концентрация молекул воды в жидкости и протекает процесс, увеличивающий ее количество, – конденсация пара. Новое равновесие установится при более низком давлении насыщенного пара. По этой же причине температура замерзания раствора всегда ниже по сравнению с чистым растворителем. Присутствие какого-либо вещества в воде приводит к смещению

химического равновесия вода-лед в сторону, процесса, увеличивающего концентрацию молекул воды в жидкости, то есть происходит плавление льда (рис. 4). Для установления нового равновесия необходимо понизить температуру [4]. В связи с чем, температура замерзаний водных растворов солей всегда ниже, чем у воды ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$, табл. 2).

Таблица 2

Температуры замерзания водных 10 масс. % растворов солей

Раствор	NaCl	CaCl ₂	KCl	MgCl ₂	HCOONa
$t_{\text{зам}},\text{ }^{\circ}\text{C}$	–3,5	–1,9	–2,8	–2,2	–3

С 1995 г. в качестве основного противогололедного реагента использовали техническую соль (галит: NaCl – 96-97 масс. %, примеси KCl, CaCl₂ и MgCl₂). Основным недостатком применения данной смеси является негативное воздействие на окружающую среду: засоление почв, коррозия кузовов и деталей автомобилей. Хлорид-ионы являются сильнейшими активаторами коррозии. Адсорбируясь на поверхности металла, они разрушают защитные пленки, образуя растворимые хлориды [3].

В настоящее время применяют новые виды отечественных реагентов: жидкий «ЭСБГ» (экологическое средство борьбы с гололедом) на основе хлоридов калия и магния и твердый «Биодор» – препарат формиатной группы. Перспективными реагентами в плане экологической безопасности являются

формиаты. Формиат натрия HCOONa , как соль слабой кислоты и сильного основания со временем гидролизуеться по схеме:



Чем ниже pH среды (чем более кислая почва), тем интенсивнее протекает гидролиз формиата натрия. Следующей стадией разложения формиатосодержащих композиций является разложение муравьиной кислоты [5]:



При этом стимулируется активность аэробных полезных бактерий, которые также перерабатывают выбросы автомобилей, мазут, другие соли из реагентов. Таким образом, почвы быстрее очищаются и восстанавливаются.

У формиата натрия коррозионная активность по сравнению с хлоридами в 8-10 раз ниже. При этом до -10°C он по плавящей способности превосходит хлориды калия, кальция и магния, приближаясь к поваренной соли (табл. 2). Однако, у формиата натрия есть ограничение – температура начала его кристаллизации -19°C , поэтому в чистом виде его рекомендовано применять до достижения этой температурной границы. В более холодную погоду формиат натрия целесообразно использовать в качестве добавки к противогололедным составам, у которых температура кристаллизации ниже (например, к хлориду натрия) [6].

Борьба с обледенениями ЛЭП.

Одним из способов борьбы с обледенениями на ЛЭП является механический способ. Однако он требует много времени, значительных трудозатрат и в большинстве случаев не признается целесообразным. На ЛЭП от обледенения также избавляются путем прогрева электрическим током, но этот метод борьбы является достаточно энергозатратным.

Обледенение (даже тонкий слой

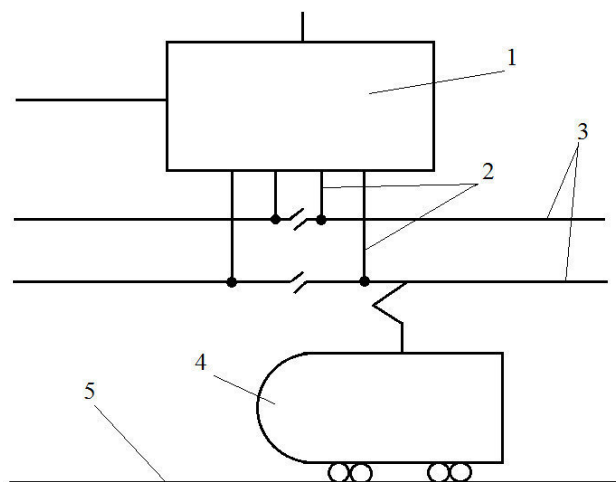


Рис. 5. Участок схемы электроснабжения железных дорог:

- 1 – тяговая подстанция; 2 – фидер;
- 3 – контактная сеть; 4 – локомотив;
- 5 – подвижной состав.

иней) также является причиной нарушения функционирования железнодорожного транспорта: ухудшается качество токосъема, возникают дуговые разряды, влекущие за собой пережог контактных проводов и повреждение пантографа. Избавление проводов контактной сети от обледенения производится путем их нагрева током от тяговой подстанции (рис. 5) [7].

Одним из распространенных приемов борьбы с обледенением конструкций и сооружений (в том числе ЛЭП) является применение антиобледенительных покрытий с низкой поверхностной энергией. Таковыми являются органосиликатные композиции (ОСК). Основными компонентами ОСК являются полиорганосилоксаны (кремнийорганические полимеры, рис. 6); слоистые гидросиликаты (слюда мусковит $\text{KA}l_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, тальк $\text{KA}l_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, хризотил асбест $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); оксиды переходных металлов (TiO_2 , Cr_2O_3) [8].

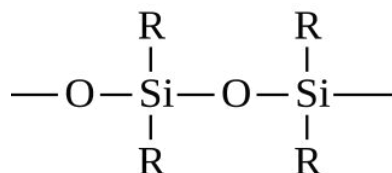


Рис. 6. Строение полиорганосилоксанов (R – боковые органические группы).

Их основное назначение заключается, в том, что они максимально снижают силу сцепления льда с поверхностью и сохраняют эту способность в течение длительного срока эксплуатации.

Таким образом, основным методом борьбы с обледенением на дорогах является применение противогололедных реагентов, действие которых основано на понижении температуры замерзания раствора. Реагенты должны быть эффективными и безвредны для окружающей среды, поэтому до сих пор ведется разработка их составов. На линиях электропередач используют антиобледенительные покрытия с низкой поверхностной энергией, которые уменьшают силу сцепления льда с защищаемой поверхностью.

Список литературы

1. Человеческий фактор и ДТП [Электронный ресурс] // Международные автомобильные перевозки. 2017. – Режим доступа: [http://www.map.asmap.ru/1\(83\)_09/factor.htm](http://www.map.asmap.ru/1(83)_09/factor.htm).

2. Никитина, И. Э. Способы удаления льда с проводов линий электропередач / И. Э. Никитина // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – Уфа: Уфимский гос. нефтяной техн. Ун-т, 2015. – С. 796-798.

3. Противогололедные реагенты: состав, преимущества и недостатки [Электронный ресурс] // РИА Новости. Россия сегодня. 2015. – Режим доступа: <https://ria.ru/spravka/20121016/903105508.html>.

4. Глинка, Н. Л. Общая химия. / Н. Л. Глинка – М.: Химия, 2003. – 728 с.

5. Использование формиатов для улучшения свойств противогололедных материалов [Электронный ресурс] // Российская федерация. Ассоциация зимнего содержания дорог. 2017. – Режим доступа: <https://roszimdor.ru/press-tsentr/publikacii-ehkspertov/ispolzovanie-formiatov-dlya-uluchsheniya-svoystv-protivogolodnykh-materialov>.

6. Формиат натрия и его свойства как противогололедного реагента [Электронный ресурс] // База знаний All Best. 2016. – Режим доступа: http://knowledge.allbest.ru/chemistry/2c0b65635a3ad79b5d43a89521216d26_0.html.

7. Пат. 2564769 Российская Федерация. Способ очистки от обледенения проводов контактной сети железной дороги посредством электромагнитного излучения [Текст]. В. И. Каганов; заявитель и патентообладатель В. И. Каганов. 07.10.2016.

8. Чуппина С. В. Исторический и физико-химический аспекты развития материаловедения органосиликатных композиций. Физико-химические основы органосиликатного материаловедения. Состав и свойства / С. В. Чуппина // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2010. № 7. С. 24-38.

УДК 629.423: 629.4.016.1

В. А. Зайцев

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОВЗОВ 2ЭС6 НА УРАЛО-СИБИРСКОМ ПОЛИГОНЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ ИСАВП-РТ

В статье рассмотрены основные методы повышения эффективности работы электровзов 2ЭС6 с поездами повышенной массой, проанализированы показатели работы электровзов на участках Урало-Сибирского полигона, представлены рекомендации по

использованию системы ИСАВП-РТ на новых электровозах, при работе со сдвоенными поездами.

Ключевые слова: электровоз, сдвоенный поезд, ИСАВП-РТ, удельный расход энергии, повышенная масса поездов, 2ЭС6, эффективность.

IMPROVEMENT OF OPERATIONAL EFFICIENCY ELECTRIC LOCOMOTIVE «2ЭС6» AT THE URAL–SIBERIA TRAINING AREA WITH THE USE OF «ИСАВП–РТ» SYSTEM

This article present the main methods of increasing the efficiency of electric locomotive «2ЭС6» with increased mass of train, analyzed the performance of electric locomotive at the Ural–Siberia training area, provided recommendation for using of «ИСАВП-РТ» system on a new electric locomotives, while working with dual trains.

Keywords: electric locomotive, dual train, «ИСАВП-РТ», specific energy consumption, increased mass of train, «2ЭС6», efficiency.

Повышение эффективности работы электровозов на Урало-Сибирском полигоне является актуальной проблемой в условиях текущего положения экономики страны.

Наиболее оптимальные способы повышения эффективности работы электровозов на Урало-Сибирском полигоне, прежде всего, связаны с такими мероприятиями, как увеличение скорости движения, сокращение простоев локомотивов, повышение массы и длины поездов, применение рациональных режимов вождения поездов и т.п. С целью снижения энергозатрат на тягу необходимо осуществлять мероприятия по рациональному тяговому обеспечению поездов для лучшего использования локомотивов на участках полигона, в свою очередь, это гарантирует высокопроизводительную работу электровозов и высокое качество перевозочного процесса. Рациональные режимы вождения поездов повышенной массы и длины также позволяют сэкономить энергозатраты на тягу поездов, а автоматизация процесса вождения длинносоставных поездов повышенной массы, наряду с её использованием на новых сериях электровозов, даёт дополнительный эффект по снижению энергозатрат и обеспечивает повышение безопасности движения.

Для правильного применения и внедрения описанных способов рассмотрим основные показатели работы электровозов в локомотивном депо Белово, которые позволяют достаточно подробно проанализировать фактические результаты организации работы электровозов в депо.

На изображенных ниже рис. 1-4 представлены в графическом виде отчетные данные о показателях работы электровозов 2ЭС6, ВЛ10У, 2ЭС10 в локомотивном депо Белово в виде временных рядов изменения показателей за период 2015-2016 гг.

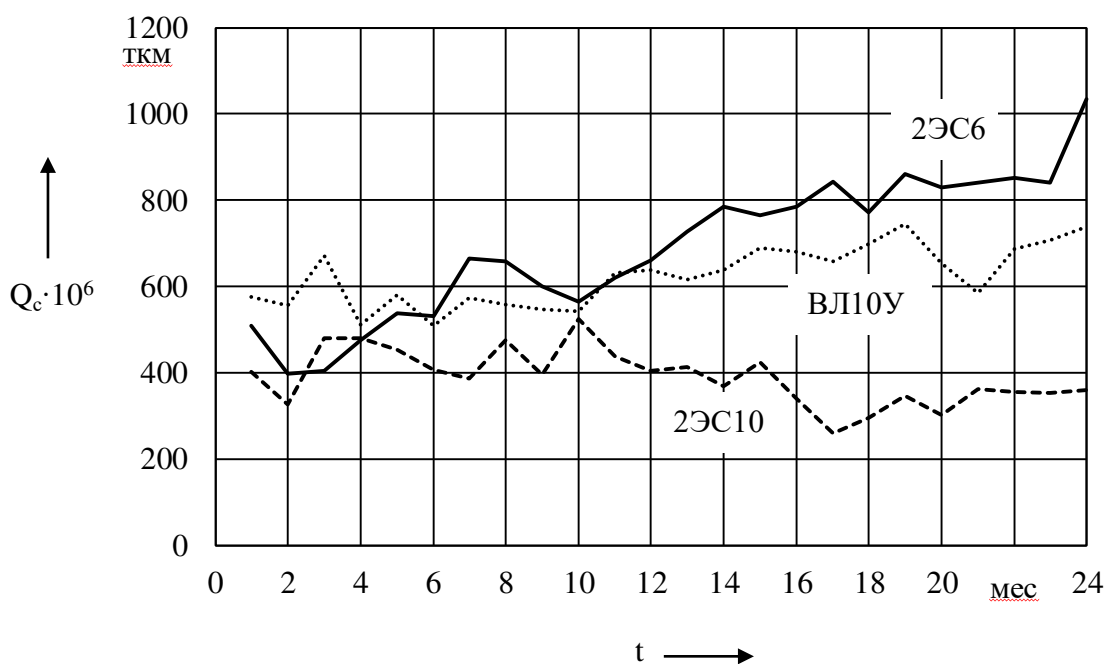


Рис. 1. Транспортная работа $Q_c(t)$, грузовых электровозов ВЛ10У, 2ЭС6 и 2ЭС10 по месяцам за период 2015-2016 гг.

Транспортная работа Q_c грузовых электровозов 2ЭС6 и ВЛ10У, которая показана на рис. 1, на протяжении двух лет постепенно возрастает. В первой половине 2015 года наибольшая транспортная работа выполнялась электровозами ВЛ10У, максимум которой составил около 700 млн. ткм, а во второй половине года – электровозами 2ЭС6 до 650 млн. ткм. На протяжении всего 2016 года объем транспортной работы электровоза 2ЭС6 превосходит объем ВЛ10У. Это объясняется высокой потребностью в использовании электровозов нового поколения.

Объём транспортной работы электровозов 2ЭС10 на протяжении двух лет значительно меньше по сравнению с электровозами 2ЭС6 и ВЛ10У из-за меньшего количества электровозов в локомотивном парке.

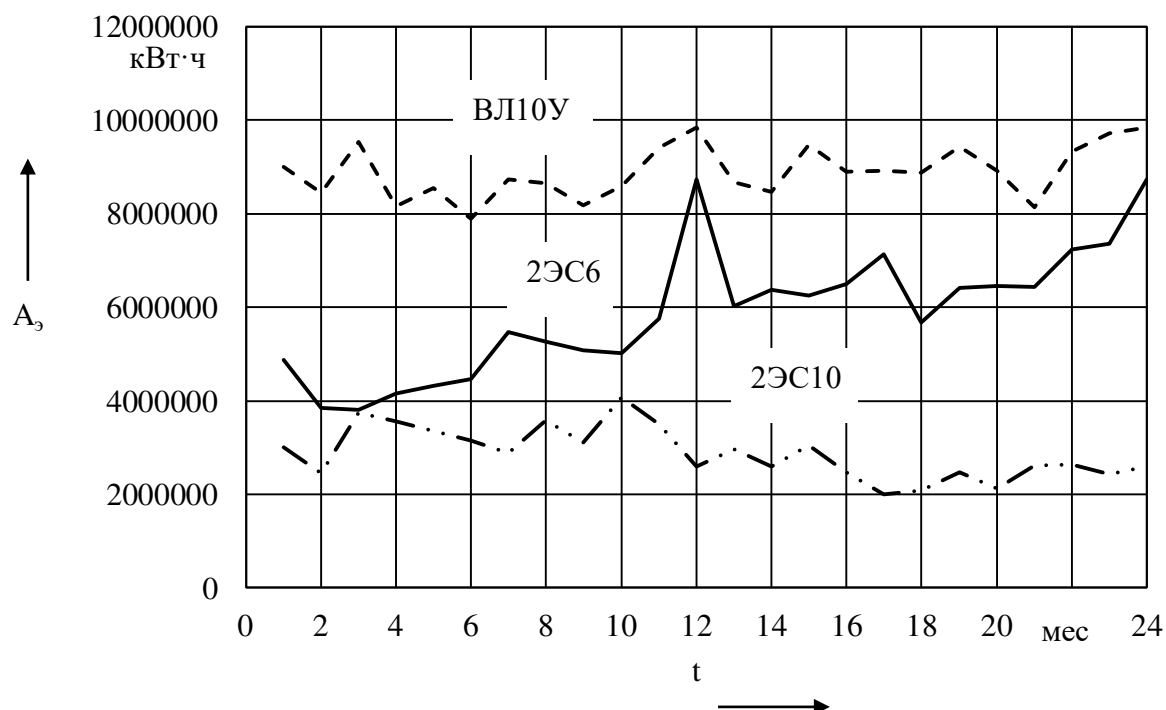


Рис. 2. Полный расход электроэнергии на тягу поездов по счетчикам электровозов 2ЭС10, 2ЭС6 и ВЛ10У по месяцам за период 2015-2016 гг.

С увеличением транспортной работы возрастает расход электроэнергии электровозов, особенно в зимний период времени (рис. 2), это связано в основном с низкой температурой воздуха. Наименее энергозатратными оказались электровозы 2ЭС10, а наиболее энергозатратными – электровозы ВЛ10У.

Удельный расход электрической энергии электровозов 2ЭС6 и 2ЭС10 (рис.3) значительно ниже, чем у электровозов ВЛ10У. Это объясняется тем, что электровозы новых серий 2ЭС6 и 2ЭС10 в Кузбасском регионе водят более тяжелые поезда по сравнению с электровозами ВЛ10У.

Удельный расход электроэнергии $a_{э}$ по счетчикам тяговых подстанций больше удельного расхода энергии $a_э$ по счетчикам электровозов (рис. 4) из-за потерь в системе электроснабжения. Величина средних потерь за 2015-2016 гг. составила 12 %.

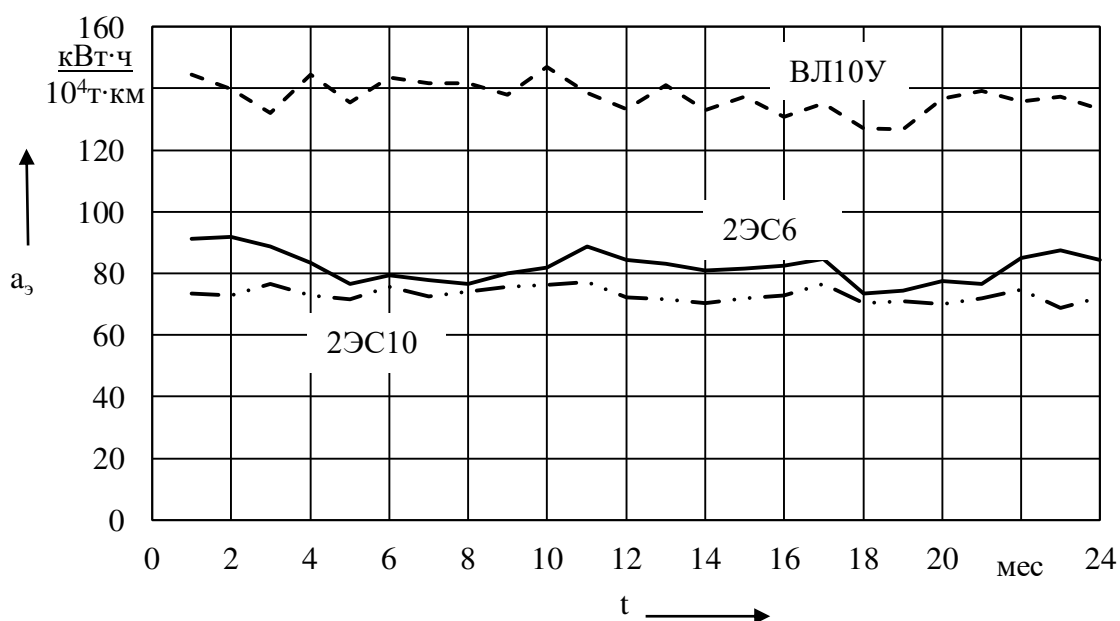


Рис. 3. Удельный расход электроэнергии на тягу поездов по счётчикам электровозов ВЛ10У, 2ЭС6, и 2ЭС10 по месяцам за период 2015-2016 гг.

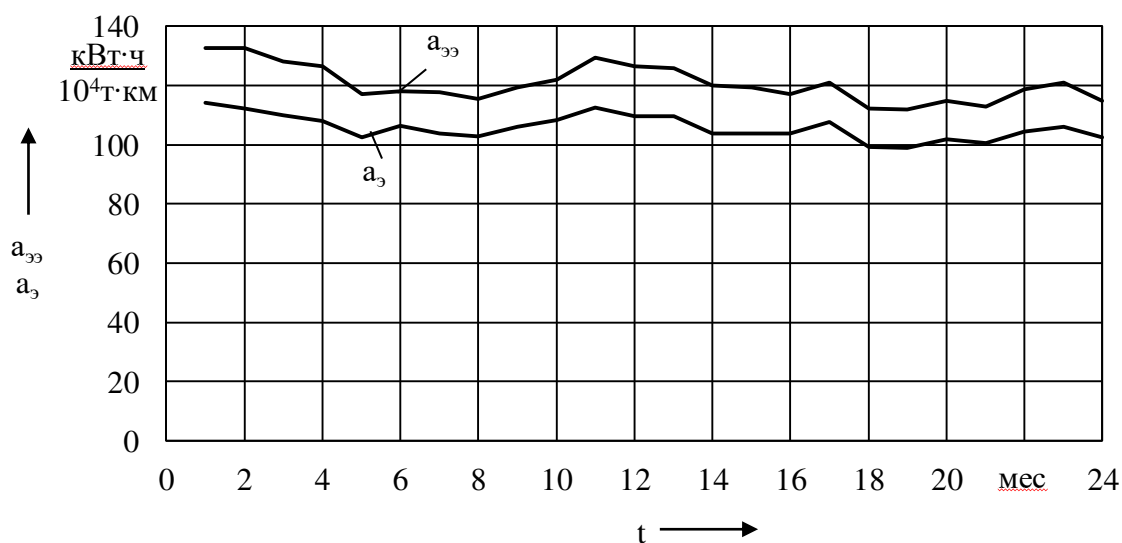


Рис. 4. Удельный расход электроэнергии на тягу поездов по счетчикам тяговых подстанций и электровозов по данным депо Белово по месяцам за период 2015-2016 гг.

Несмотря на рост транспортной работа и полного расхода электроэнергии, удельные затраты электроэнергии на тягу поездов постепенно уменьшаются. Это объясняется более быстрым ростом транспортной работы по

сравнению с полным расходом электроэнергии, что является положительным экономическим эффектом.

Одним из организационно-технических способов повышения эффективности использования грузовых электровозов является формирование длинносоставных поездов повышенной массы. Формирование таких поездов осуществляется по технологии сдвоенного поезда путём их соединения в один поезд с объединением тормозной магистрали по схеме «локомотив-состав-локомотив-состав» (Л–С–Л–С), при этом масса каждого поезда не превышает критическую величину. Существующие схемы формирования таких поездов представлены на рис. 5.

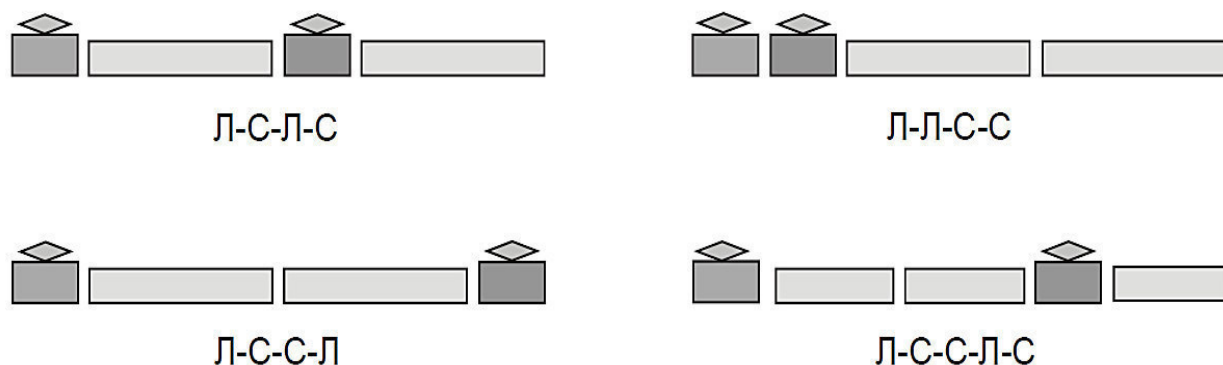


Рис. 5. Схемы формирования длинносоставных поездов.

Такой вариант решения задачи повышения эффективности электровозов имеет экономическое обоснование и применим в случае, когда необходимо повысить пропускную и провозную способность участка.

Формирование сдвоенных или соединённых поездов позволяет уменьшить общее количество поездов на участке, поэтому в графике движения поездов появляются «окна» для ремонта пути. Но использовать такую технологию вождения поездов рациональнее всего на длинных плечах обслуживания, иначе это не даёт эффекта работы, так как на коротких плечах обслуживания формирование таких поездов требует увеличенного времени [1].

Комплексное использование новых серий локомотивов со сдвоенными поездами должно максимально эффективно сказаться на повышении эффективности их использования как по технической, так и по экономической составляющей.

Для вождения таких поездов необходимо использовать системы автоматизированного вождения, которые позволяют обеспечить эффективный и безопасный пропуск поездов до пункта назначения. К таким системам относится интеллектуальная система автоведения поездов с распределенной тягой (ИСАВП-РТ), разработанная ВНИИЖТом в 2002 году и используемая на электровозах старого поколения ВЛ10, ВЛ10У для вождения сдвоенных поездов повышенной массы.

Оборудованные аппаратурой ИСАВП-РТ электровозы позволяют водить грузовые поезда повышенной массы и длины до 18 тыс. т с 780 осями в режиме советчика и 12 тыс. т в режиме автоведения, реализуя при этом удаленное управление ведомых локомотивов с головного локомотива.

Отличительное преимущество ИСАВП-РТ заключается в возможности автоматизированного асинхронного и синхронного управления ведомых электровозов с головного электровоза во всех режимах по каналу радиосвязи. Система обеспечивает согласованную работу тормозных систем при объединённых тормозных магистралях, а также ограничивает критические продольно-динамические нагрузки, возникающие в процессе движения соединённого поезда, что повышает безопасность движения таких поездов.

Интеллектуальность системы ИСАВП-РТ заключается в самостоятельном и непрерывном расчёте энергооптимальных и безопасных алгоритмов ведения поезда с учётом заложенных в память центральных процессоров параметров пути и условий движения (профиль и план пути, допустимые скорости движения, график, вес, длина поезда и др.), это позволяет более энергоэффективно провести поезд с минимальным расходом электрической энергии. За счёт автоматического подбора рационального режима ведения поезда экономится за поездку 8-16 % электрической энергии.

Реализация данной системы приводит к повышению пропускной способности участков на 4-6 %, повышению маршрутной скорости до 1000 км/сутки и, как следствие, сокращению оборота подвижного состава на 20 %. В результате средний экономический эффект от использования системы составляет 19,7 млн. рублей в год [1].

В последнее время на железных дорогах России встал вопрос об использовании системы ИСАВП-РТ на электровозах нового образца серии 2ЭС6. На некоторых полигонах Западно-Сибирской железной дороги уже

начались испытания, которые позволят оценить рациональность использования этой системы на электровозах 2ЭС6.

В целях эффективного и регулярного пропуска грузовых поездов повышенной массы на участках Урало-Сибирского полигона необходимо:

- усиление системы тягового электроснабжения в местах значительного снижения напряжения, особенно на фидерных зонах с трудным профилем пути;
- установить значение минимального интервала попутного следования поездов при существующем состоянии технических средств (пути, устройств тягового электроснабжения, СЦБ, связи);
- провести комплексные испытания электровозов 2ЭС6 с поездами повышенной массы в зимний период года при низких температурах наружного воздуха.

Результаты использования системы ИСАВП-РТ на электровозах ВЛ10 и ВЛ10У показывают, что система не всегда обеспечивает логически правильный алгоритм работы управления электровозом, поэтому она нуждается в некотором усовершенствовании и доработке. При внедрении системы ИСАВП-РТ на электровозах 2ЭС6 необходимо:

- усовершенствовать алгоритм работы системы, сделать его более гибким в условиях изменения профиля пути, скорости движения и т. п.;
- уменьшить массо-габаритные показатели системы;
- повысить надежность, удобство в обслуживании, ремонте и эксплуатации, уменьшить мешающее влияние на поездную радиосвязь;
- согласовать систему с существующими устройствами безопасности движения поездов, убрать дублирующие устройства;
- провести обучение локомотивных бригад с разъяснением устройства и принципа работы ИСАВП-РТ, правильного пользования системой;
- подобрать и обучить квалифицированных специалистов по техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации ИСАВП-РТ.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог» А. А. Бакланов, ОмГУПС.

Список литературы

1. Хасин, Л. Ф. Экономика, организация и управление локомотивным хозяйством: учебник для вузов [Текст] / Л. Ф. Хасин, В. Н. Матвеев – М.: Желдориздат, 2002. – 452 с.

УДК 656.254

И. А. Лужнов

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СТАЦИОНАРНЫХ РАДИОСТАНЦИЙ РЛСМ ПЕНЗЕНСКОГО РАДИОЗАВОДА НА УЧАСТКЕ БАРНАУЛ-РУБЦОВСК

Рассматривается модель комплекса мониторинга состояния технических средств и оборудования связи участка железной дороги с целью обеспечения оперативного контроля процессов их эксплуатации в рамках архитектуры автоматизированных систем управления.

Ключевые слова: мониторинг, система управления, радиостанция, параметры, загрузка.

ORGANIZATION OF SYSTEM OF MONITORING OF STATIONARY RADIO STATIONS RLSM PENZA RADIO PLANT ON THE SITE BARNAUL-RUBTSOVSK

The model of a complex for monitoring the state of technical facilities and communication equipment of a railway section with the purpose of providing operational control of their operation processes within the framework of the architecture of automated control systems is considered.

Keywords: monitoring, management system, stability, radio station, settings, traffic.

Основой эффективности применения любых систем является качественное управление процессом их функционирования. В современных условиях основой эффективного управления является своевременное и

полное получение информации о состоянии управляемой системы, что обеспечивается наличием в системе управления средств сбора информации. Для обеспечения постоянного контроля состояния таких систем и своевременным выявлением неисправностей используют специализированные программно-аппаратные комплексы, называемые системами мониторинга [1].

Главной задачей разработки системы мониторинга является создание удобного инструмента, позволяющего отслеживать, предупреждать и эффективно и своевременно устранять неисправности. Мониторинг состояния осуществляется путём периодического опроса объектов мониторинга, считывания значений параметров и последующего сравнения с нормой.

При этом к системам мониторинга предъявляются жесткие требования по своевременности и достоверности доставки информации о состоянии объектов мониторинга.

В данной работе поставлена задача построения математической модели системы мониторинга стационарных радиостанций железнодорожного транспорта и исследование ее основных параметров.

В соответствии с целями и задачами проведения мониторинга стационарных радиостанций станционной связи участка можно представить формальную схему взаимодействия при сборе информации о параметрах объектов контроля и диагностики при эксплуатации, представленной на рис. 2.

Основными факторами, влияние которых подлежит учету при моделировании системы мониторинга радиостанций участка, являются:

- а) количество узловых станций, содержащих стационарные радиостанции РЛСМ, используемые в качестве радиостанций станционной связи;
- б) объем данных мониторинга, получаемых с каждой радиостанции участка;
- в) интенсивность обмена данными схемы «сервер-объект»;
- г) пропускная способность трактов передачи;
- д) производительность всех средств сбора данных.

Комплекс сбора информации (КСИ) взаимодействует с объектами мониторинга (радиостанциями) посредством циклического выполнения следующего процесса:

- а) формирование запроса;
- б) передача запроса по тракту передачи, время различается при передаче к объектам мониторинга, находящимся в значительном удалении от источника запроса (до 250 км)
- в) обработка запроса объектом мониторинга, длительность которой определяется фиксированной составляющей, зависящей от быстродействия процессора;
- г) снятие значений параметров объекта мониторинга, длительность фиксированная с небольшими отклонениями;
- д) формирование отчета фиксированного объема;
- е) передача отчета по тракту передачи;
- ж) обработка отчета, длительность которой обусловлена быстродействием КСИ.

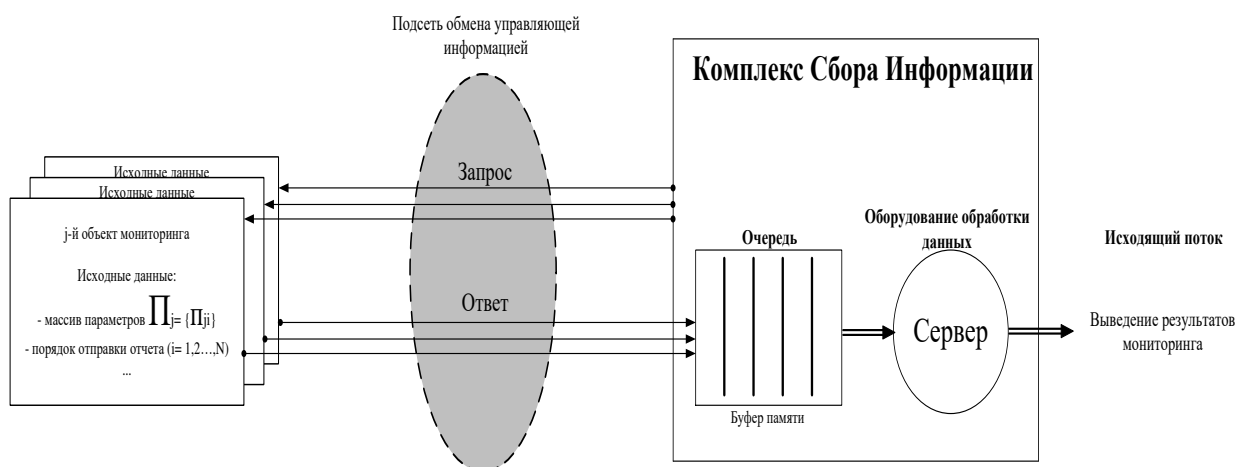


Рис. 2. Схема взаимодействия при организации контроля объектов системы мониторинга.

На участке имеется M радиостанций, каждая из которых характеризуется множеством параметров: каждый элемент Π_{ji} представляет собой дискретную величину, показывающую исправность конкретного блока радиостанции. При поступлении и обработке запроса каждая j -я радиостанция начинает процесс самодиагностики, в который входит проверка работоспособности следующих блоков: модуль приемопередатчика КВ (УКВ), системный модуль, два модуля

питания, стационарный пульт, микрофон, педаль, АСУС, адаптер кабельный стационарный.

Также проверяется уровень параметров радиоэфира: уровень сигнала, соотношение сигнал/шум, значение коэффициента гармоник.

КСИ производит циклический опрос каждого j -го объекта, поочередно отправляя запросы на поведение самодиагностики. Каждый опрос обрабатывается за определенное время, зависящее от быстродействия объекта, после чего значения параметра отправляются в КСИ для обработки с целью оценки.

При организации циклического опроса параметров $\Pi_j = \{p_{ji}\}$ суммарное время опроса каждого j -го объекта мониторинга постоянно и составит $t_{\text{ц}}$, а время, выделенное в каждом цикле опроса для каждого параметра составит $t_{\text{ц}}/n_i$, где n_i – число параметров j -й радиостанции.

Рассматривая модель взаимодействия одного КСИ с целым рядом объектов мониторинга $1, \dots, M$, необходимо учитывать, что на КСИ поступает случайный поток данных, в силу влияния множества случайных факторов. Наиболее общим и учитывающим различные типы реальных потоков с описанными свойствами является стохастический поток Бернулли,[2] для которого вероятность поступления в интервале Δt ровно γ ответов с параметрами мониторинга составит[2]:

$$P_{\gamma} = \frac{1}{\gamma!} \frac{d^{\gamma}}{dz^{\gamma}} \prod_{j=1}^{Mn} [1 + (z - 1)F_j(\Delta t)] \quad (1)$$

где $P_{\dots}$ – производная функция;

M_n – общее число контролируемых параметров в M объектах контроля ИКС.

Тогда вероятность поступления ровно γ ответов на запросы параметров на интервале t составит:

$$P_{\gamma} = C_{Mn}^{\gamma} \left(\frac{\Delta \tau}{\Delta t_{\text{ц}}} \right)^{\gamma} \cdot \left(1 - \frac{\Delta \tau}{\Delta t_{\text{ц}}} \right)^{\gamma - Mn} \quad (2)$$

где C_{Mn}^{γ} – число сочетаний количества поступивших ответов из общего числа параметров;

$\Delta \tau$ – период времени наблюдения;

$\Delta t_{\text{ц}}$ – длительность цикла.

В соответствии с данным выражением средняя нагрузка КСИ может быть определена средним числом ответов, пришедших за длительность цикла:

$$Z = \sum_{j=1}^{Mn} j \cdot P_j(\Delta t_u) = \sum_{j=1}^{Mn} j \cdot C_{Mn}^j \cdot \left(\frac{\Delta \tau}{\Delta t_u}\right)^j \cdot \left(1 - \frac{\Delta \tau}{\Delta t_u}\right)^{Mn-j} \quad (3)$$

Каждый j -й объект мониторинга должен обладать такой производительностью, чтобы он не стал причиной задержки своевременного получения значений параметров.

На участке располагается $M=10$ станционных стационарных радиостанций, выступающих в качестве объектов мониторинга, каждая из которых определяется 10 детерминированными параметрами и тремя числовыми значениями параметров. Загруженность КСИ будет рассчитываться исходя из длины цикла «передача запроса – обработка запроса – самодиагностика – формирование отчета – передача отчета».

Т.к. при проектировании предполагается выделение отдельного канала для мониторинга, временем пересылки запроса и отчета можно пренебречь. В выражении (2) и далее, соотношение $\frac{\Delta \tau}{\Delta t_u}$ – является коэффициентом занятости канала системы мониторинга. Произведем расчеты по выражению (3) и сведем их результаты в зависимости, представленные на рис. 3.

По рис. 2 можно определить, какова интенсивность поступления ответов от объектов мониторинга на КСИ. Данный параметр необходимо учитывать при оценке таких параметров КСИ как средний объем использования буфера и требуемое среднее время, необходимое для обработки КСИ данных параметров объектов мониторинга.

Как видно по рис. 1, КСИ можно представить с помощью модели очереди с одним прибором обслуживания. Так как в рассматриваемой системе мониторинга размер пакета сообщения является строго регламентированным и заранее известным, то КСИ можно представить как систему массового обслуживания M/D/1. Поэтому для расчета необходимого объема буфера памяти можно использовать частный случай основной формулы теории очередей:

$$\bar{q} = \rho + \frac{\rho^2}{2(1-\rho)} \quad (4)$$

где $\bar{q}$ – число сообщений в системе, ожидающих обслуживания;

ρ – коэффициент использования оборудования – отношение интенсивности поступления сообщений к интенсивности их обработки [3].

Среднее время пребывания в очереди, которое напрямую характеризует требуемую производительность сервера, рассчитывается по формуле:

$$\bar{t}_q = \bar{t}_s \left[1 + \frac{\rho}{(1-\rho)} \right] \quad (5)$$

где $\bar{t}_s$ – среднее время обслуживания одного сообщения [3].

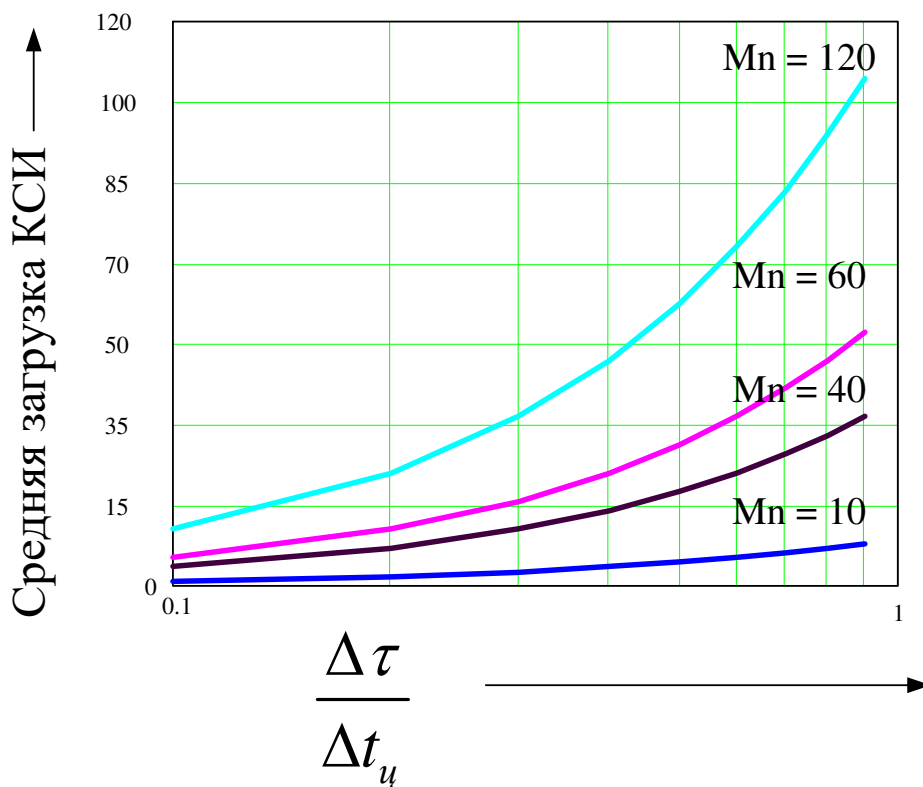


Рис. 3. Зависимость средней загрузки от коэффициента занятости.

Проведя расчеты по формулам (4) и (5), можно сделать вывод, что, когда КСИ используется более чем на 80%, резко возрастает размер очереди и время обработки данных мониторинга. Этот факт очень важен при проектировании систем мониторинга, так как незначительное увеличение трафика может привести к резкому спаду производительности системы. Таким образом, предлагаемая модель системы мониторинга позволяет оценить, на какое количество объектов мониторинга хватит объема буфера памяти, или, если, как нашем случае, число объектов мониторинга измениться не может – какого объема потребуется буфер обмена и производительность КСИ, чтобы обеспечить мониторинг требуемого количества радиостанций.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Телекоммуникационные, радиотехнические системы и сети» О. Н. Коваленко, ОмГУПС.

Список литературы

1. Тиханычев, О. В. Активный мониторинг как основа эффективного управления распределёнными системами [Текст] / О. В. Тиханычев // Современная техника и технологии. – М. – 2016. – № 2. – С. 21–24.
2. Легков, К. Е. Модели процессов мониторинга при обеспечении оперативного контроля эксплуатации инфокоммуникационных систем специального назначения [Текст] / К. Е. Легков, А. Н. Буренин // Научно-технические технологии в космических исследованиях Земли. – М. – 2012. – № 2. С. 4–7.
3. Крылов, В. В. Теория телетрафика и ее приложения [Текст] / В. В. Крылов, С. С. Самохвалова – СПб.: БВХ – Петербург, 2005. – 288с.

УДК 004.7.056: 004.432

С. К. Митрофанов

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ЭКСПЛУАТАЦИЯ УЯЗВИМОСТЕЙ НУЛЕВОГО ДНЯ ЯДРА LINUX В ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ANDROID

В данной статье описываются уязвимости ядра Linux и способы их эксплуатации в операционной системе Android, а также рассмотрены проблемы с их устранением.

Ключевые слова: Android, уязвимость, вектор атаки, злоумышленник, информационная безопасность, несанкционированный удаленный доступ, программирование.

EXPLOTATION 0-DAY VULNERABILITIES OF LINUX KERNEL IN ANDROID OS

In this article describes 0-day vulnerabilities inside Linux kernel and possibilities for their exploitation in Android OS, also overviewed troubles with their fixes.

Keywords: Android, vulnerability, attack vector, criminal, information security, unsanctioned remote access, programming.

Огромное количество устройств работает под операционной системой Linux, а это означает, что выявленная уязвимость ставит под угрозу миллионы устройств, обеспечивающих различные задачи от веб-хостинга вплоть до мобильных операционных систем. Таким образом, данная проблема является актуальной, в особенности в связи с растущим интересом злоумышленников к *Android OS*, распространение которой растет с каждым днем.

Данная статья посвящена методам эксплуатации уязвимостей нулевого дня ядра *Linux* в операционной системе (ОС) *Android*.

Нулевой день (*0-day*) – термин, обозначающий неустранённые уязвимости, а также вредоносные программы, против которых ещё не разработаны защитные механизмы. Сам термин означает, что у разработчиков было 0 дней на исправление дефекта: уязвимость или атака становится публично известна до момента выпуска производителем программного обеспечения (ПО) исправлений ошибки [1].

Для установления связи уязвимостей ядра операционной системы *Linux* и *Android* необходимо рассмотреть архитектуру *Android*. ОС *Android* состоит из нескольких уровней: уровня приложений, уровня каркаса приложений (*Application Framework*), уровня библиотек, уровня среды исполнения и уровня ядра. Поскольку *Android* основан на ОС *Linux*, то ему доступны системные службы ядра, такие как управление памятью и процессами, обеспечение безопасности, работа с сетью и драйверами. Также ядро служит слоем абстракции между аппаратным и программным обеспечением. Фактически из уровня ядра можно получить доступ ко всем остальным уровням описанной архитектуры операционной системы [2].

ОС *Android* за небольшой промежуток времени стала одной из самых популярных систем для всевозможных мобильных устройств. Её используют

как крупные производители, так и небольшие компании, поэтому существует ценовой разброс готовой продукции, такой как смартфоны и планшетные компьютеры. Именно широкий ассортимент, гибкое ценообразование и поддержка платформы со стороны внушительного числа производителей стали одними из главных факторов успеха и позволили системе занять нынешнее положение на рынке. Однако такое огромное число пользователей просто не могло остаться без внимания со стороны злоумышленников. Построив на разработке и распространении вредоносных программ целую индустрию со своими законами, они стали крайне равнодушны к любым источникам легкой наживы.

Если обратиться к ресурсу «*CVE Details*» – базе данных уязвимостей нулевого дня, то в соответствии с опубликованными там данными за период с 2009 по 2017 год наблюдается огромный рост брешей в безопасности *Android OS*. Наибольший рост отмечается у уязвимостей локального повышения прав. Статистические данные по операционной системе *Android*, к сожалению, не отражают найденные уязвимости ядра *Linux* и их эксплуатацию в данной операционной системе. Поэтому необходимо дополнительно проанализировать информацию по обнаруженным уязвимостям нулевого дня в ядре *Linux*, в котором, в основном, имеют тенденцию к росту программные ошибки, направленные на вывод вычислительной системы из строя. Наблюдается корреляция между количеством выявленных уязвимостей, позволяющих повысить свои привилегии в ядре *Linux* и *Android OS* [3].

В качестве примера можно привести уязвимость «*DirtyCoW*», обнаруженную в октябре 2016 года. *DirtyCoW* – опасная уязвимость, которая связана с обработкой подсистемой памяти ядра механизма *copy-on-write (COW)*. Эксплуатируя баг можно спровоцировать так называемое состояние гонки (*race condition*). При эксплуатации уязвимости неавторизованный локальный пользователь сможет получить доступ к *memory mappings* с правом записи, хотя доступ должен быть ограничен только чтением (*read-only*). Уязвимость относится к *privilege escalation* (повышение локальных прав). Уязвимость была обнаружена в самом ядре *Linux* и, что немаловажно, присутствует в составе любых дистрибутивов почти десять лет (с 2007 по октябрь 2016г.). Например, эксплуатируя данную брешь, можно изменять содержимое файла, принадлежащего корневому пользователю и доступного только на чтение. В

том числе, при помощи предложенного метода атаки непривилегированный злоумышленник может изменить исполняемые системные файлы, обходя штатные механизмы управления доступом (рис. 1).



Рис. 1. Графическое представление процесса модификации исполняемого кода с помощью DirtyCoW.

Для демонстрации применения данной уязвимости на практике, было выбрано реальное устройство *HTC Desire 320* под управлением *Android OS 4.4.2* и версией *Linux* ядра 3.4.67, а также написана программа типа бэкдор (*backdoor*) на языке программирования *C*, который впоследствии внедрен в системную службу. В качестве точки входа выбирается системный сервис, обеспечивающий функционирование беспроводных сетей *WiFi* – *wpa_supplicant*. Выбор не случаен, поскольку данная служба выполняется с максимальными привилегиями и контекстом *u:r:wpa:s0*. Исполняемый код перезаписав бинарный файл этого системного сервиса выполнится с привилегиями корневого пользователя. В случае с бэкдором, то он предоставит удаленный доступ с правами корневого пользователя к командной оболочке злоумышленнику. Блок-схема алгоритма атаки представлена на рис. 2, а блок-схема алгоритма разработанной программы представлена на рис. 3.

После инфицирования системного сервиса *wpa_supplicant* необходимо включить *WiFi* модуль. Непосредственно после включения запускается модифицированный исполняемый файл *wpa_supplicant*, который выполняет подключение к удаленному серверу злоумышленника с помощью сокетов. Результат такой атаки, на упомянутое выше устройство, представлен на рис. 4.



Рис. 2. Блок-схема алгоритма атаки



Рис. 3. Блок-схема алгоритма бэкдора

Имея права суперпользователя можно прочесть, например, SMS–сообщения жертвы (рис. 5).

```

X savvamitrofanov: nc... 361 X - (zsh) 362
> nc -l -nn -vv -p 1337
Listening on any address 1337 (menandmice-dns)
Connection from 217.118.79.33:7145
id
uid=0(root) gid=0(root) context=u:r:wpa:s0
whoami
WB
id
uid=0(root) gid=0(root) context=u:r:wpa:s0
cd /data
ls
@btmtk
BT_Addr
CCInfo.txt
SF_dump
acdapi
aee_exp
agps_supl
allapplication.xml
amit
anr
app
app-asec

```

Рис. 4. Удаленный доступ к командной оболочке инфицированного устройства

DEFAULT 0,siid TEXT,url TEXT,action INTEGER,created INTEGER,expiration INTEGER,text TEXT)W--ctableandro
id_metadata543" &%\$"#)!@
@
" Регистрация в приложении Сбербанк Онлайн для Android. Внимание! Не сообщайте пароль реги
страции никому, даже сотрудникам банка: зная пароль, злоумышленник может получить доступ к вашим деньгам
при регистрации: 09404@ @Сбербанк Онлайн. 24.04.2017 15:39:37 САВВА КОНСТАНТИНОВИЧ, выполнена рег
истрация в приложении Android. Не вводите и никому не сообщайте свой номер телефона, данные паспорта или
карт. ` Зачислено 200,00 руб. Sberbank. // Музыка Билайн: слушайте суперхит "Тает лёд" от группы
Грибы 15 дней бесплатно! Подключить: 087917у Этот абонент оставил Вам сообщение. Прослушать до 26.04.
17 по 064602@ Поздравляем 79618821996 за пополнение на 200.00 руб. Вы получили 200 баллов в ра
мках программы ""Пополняй и Выигрывай!"". За каждое пополнение от 200 до 299 рублей - Вы получите 200 б
аллов, при пополнении от 300 рублей - 300 баллов! У вас есть шанс выиграть от 15000 до 3000000 рублей! П
одробнее: win.beeline.ru и по телефону 0555 (беспл).q Этот абонент звонил 1 раз, последний - сегодня 1
6:35. "Билайн"j Ваш код подтверждения: Наберите его в поле ввода. !
"Принято "\$ \$ На всякий случай , прод
ублирую номера. Туркин Дмитрий Викторович Стрельба Сергей Александрович
\$2

Рис. 5. Похищенная конфиденциальная информация.

Это лишь одна из возможностей применения данной уязвимости, на самом деле функции вредоносного программного обеспечения зависят только от фантазии злоумышленника.

Ситуация с устранением данной уязвимости на самом деле не внушает оптимизма. Связано это с тем, что производители мобильных устройств

практически не осуществляют поддержку своих продуктов. По статистике обновления ПО и, так называемые, пакеты безопасности выпускаются в течение первых 6 месяцев с момента выпуска устройства, причем в основном только для аппаратов из дорогого ценового сегмента. Бюджетные же гаджеты не поддерживаются вовсе, поэтому миллионы устройств подвержены уязвимостям, исправленным два, а то и три года назад [4]. Тот же *DirtyCoW*, например, используют для получения пользователем корневых прав, успешно и на недавно вышедших в свет гаджетах. Эксплойт легко импортируется в *APK* программы в качестве нативной библиотеки, что позволяет, например, внедрить вредоносное ПО в уже существующее приложение.

Сможет ли антивирус обнаружить такую закладку? Из проведенных исследований современных антивирусов можно сделать вывод, что нет. Современное антивирусное программное обеспечение не способно обнаружить и нейтрализовать угрозу. Для проверки были выбраны несколько антивирусных решений от компании *ESET*, *Kaspersky*, *Malwarebytes*. Результаты представлены на рис. 6.

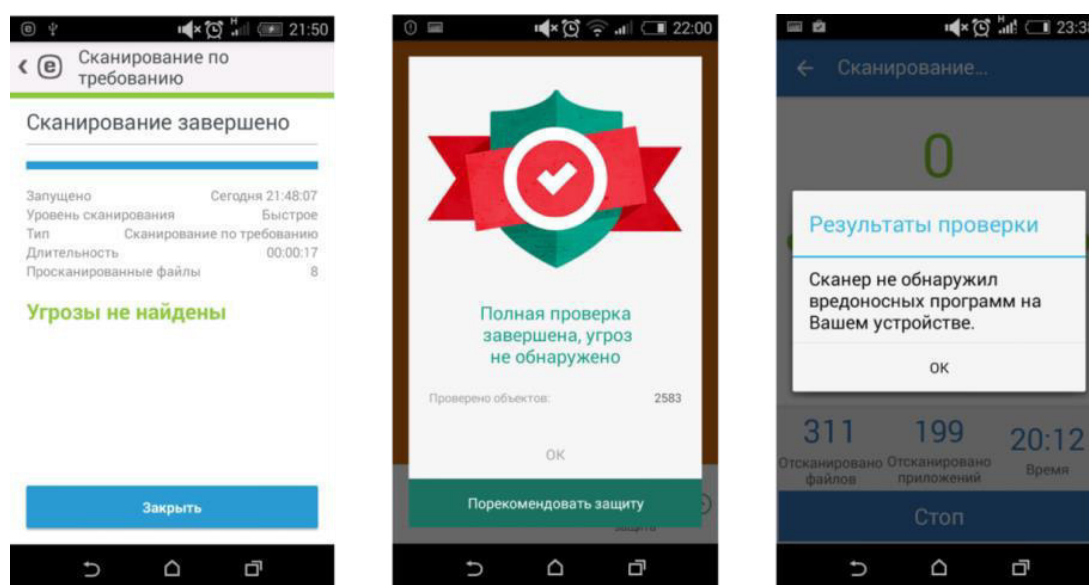


Рис. 6. Результаты выполненных проверок на наличие вредоносного ПО.

В результате проведенных исследований, самым действенным способом защиты от уязвимостей ядра *Linux* является ручное исправление программной ошибки. Либо посредством применения заплатки к исходному коду ядра, который обычно предоставляет производитель, например в рамках программы по поддержке разработчиков программного обеспечения. Либо посредством

дизассемблирования и бинарного патчинга байт-кода уязвимости в ядре *Linux*, что требует от пользователя навыков в данной области.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Информационная безопасность» Т. А. Мызникова, ОмГУПС.

Список литературы

1 Уязвимость нулевого дня [Электронный ресурс]: свободная интернет-энциклопедия Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Уязвимость_нулевого_дня.

2 Архитектура Android [Электронный ресурс]: самое крупное в Рунете сообщество людей, занятых в индустрии высоких технологий Режим доступа: <https://geektimes.ru/post/16770/>.

3 CVE Details [Электронный ресурс]: the ultimate security vulnerability datasource Режим доступа: <http://www.cvedetails.com>.

4 Обновление версий Android: печальная статистика [Электронный ресурс]: самое крупное в Рунете сообщество людей, занятых в индустрии высоких технологий Режим доступа: <https://geektimes.ru/post/131386/>.

УДК 004.89.032.26:656.22

В. А. Осин

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ДЕШИФРАЦИЯ КОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЛОКОМОТИВНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

В реальных условиях кодовые сигналы автоматической локомотивной сигнализации, принимаемые из рельсовой цепи, могут быть зашумлены. Дешифрация таких сигналов микропроцессорными средствами требует применения помехоустойчивых алгоритмов. В статье предлагается новый подход к решению задачи дешифрации кодов автоматической локомотивной сигнализации, основанный на распознавании образа кодового сигнала с помощью искусственной нейронной сети Хопфилда.

Ключевые слова: числовой код, помехоустойчивость, генератор, дешифратор, нейронная сеть, автоматическая локомотивная сигнализация, автоматическая блокировка.

DECODING SIGNALLING PULSE CODES BY MEANS OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Code signals used by automatic train signaling systems can be noisy. To reliably decode these signals received in rail circuits, a microprocessor system needs a special filtering algorithm. In this article a neural network model is proposed as a basis for signal decoding algorithm. In particular, a Hopfield neural network is used as an image recognition tool with code signal containing some amount of noise being its input.

Keywords: pulse code, decoder, neural network, automatic train signalling, microprocessor.

Числовая кодовая автоблокировка [1], регулирующая движение поездов, использует сигналы автоматической локомотивной сигнализации, которые называются числовыми кодами. В ней существуют трансмиттер, генерирующий и посылающий числовые коды в рельсовую цепь, и дешифратор, включающий на светофоре соответствующий принятому из рельсовой цепи коду сигнал. Всего таких кодов три: код З, код Ж и код КЖ. Каждый из них имеет свои временные характеристики (рис. 1) [2].



Рис. 1. Временные параметры числовых кодов КППШ–5.

В современных микропроцессорных системах применяются программные алгоритмы распознавания числовых кодов, реализуемые различными методами. Их главной задачей является безошибочная дешифрация принимаемых импульсных последовательностей. Сигналы трансмиттера ограничены жесткими временными рамками, в которых должен находиться передаваемый

импульс или интервал числового кода. Любая помеха или временная задержка ведет к искажению кода, что требует использования специальных решений, которые и определяют помехоустойчивость алгоритмов дешифрации.

Для непосредственного учета всех возможных искажений кодовых сигналов и их дешифрации потребуются большие временные затраты и значительный объем памяти микропроцессорного устройства. Такой подход является нерациональным и лишен универсальности. С целью решения данной проблемы предлагается использовать алгоритмы распознавания двоичных образов, основанные на теории искусственных нейронных сетей.

Искусственная нейронная сеть (ИНС) – это упрощенная вычислительная сеть, построенная по принципу организации и функционирования сетей нервных клеток живого организма – биологических нейронных сетей. Мозг любого живого существа представляет собой нейронную сеть, структурно-функциональной единицей которой является нервная клетка или нейрон (рис. 2) [3]. Нейрон имеет несколько входов (дендриты), связанных с другими нейронами при помощи синаптических связей, и один выход (аксон). Главной задачей нейрона является трансформирование сигналов возбуждения на его входах в сигнал возбуждения на выходе нейрона с учетом весов входов – реализация передаточной функции.

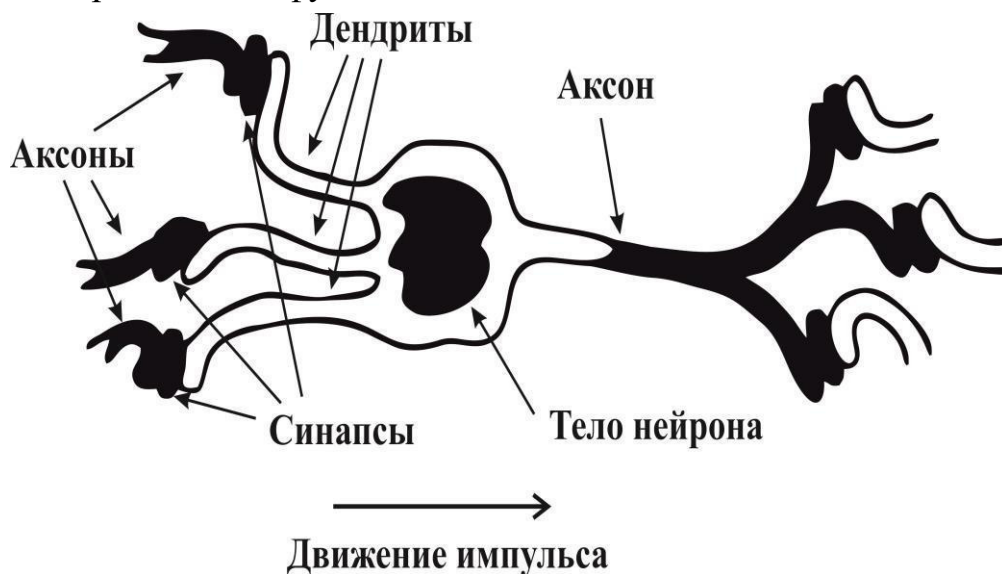


Рис. 2. Схематическое изображение биологического нейрона.

С математической точки зрения модель нейрона имеет вид, представленный на рис. 3.

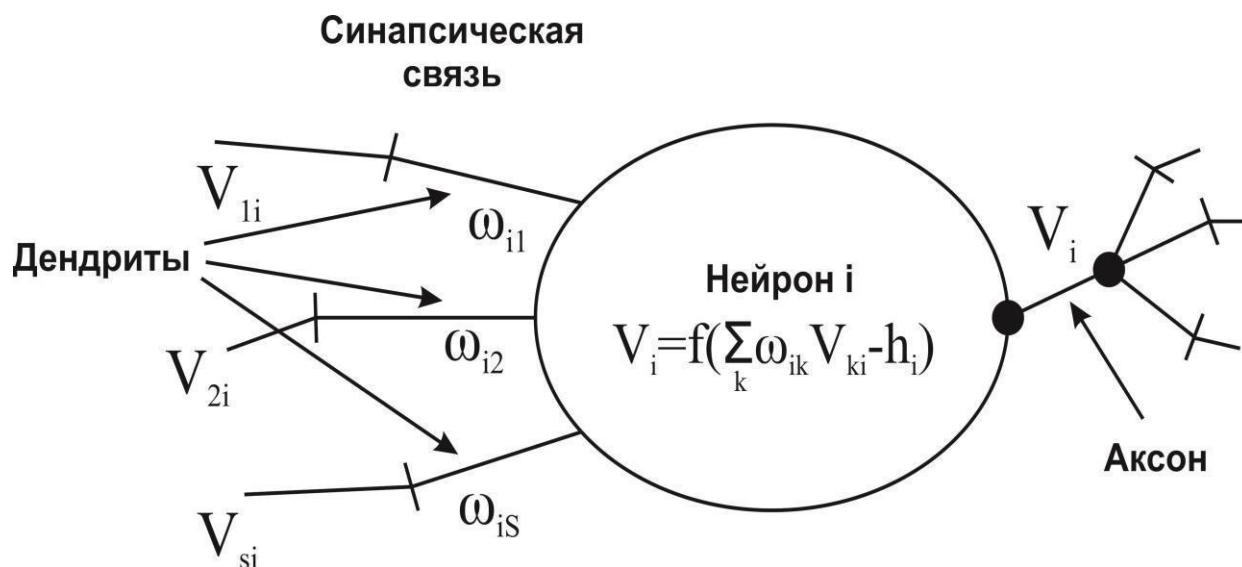


Рис. 3. Математическая модель нейрона.

Несмотря на сложность химических реакций, протекающих в биологическом нейроне, при создании математической модели нейрон рассматривается с точки зрения выполняемых им логических функций. Это дает возможность значительно упростить структуру искусственного нейрона и моделировать нейронные сети, например, программными методами. Исходя из этого, простейший нейрон i представляет собой некоторый набор входов V_{ki} , которые принимают сигналы, поступающие с аксонов других нейронов (либо принимают некоторые внешние воздействия, если данный нейрон расположен во входном слое ИНС), функцию обработки f полученных входных значений (включая пороговую функцию) и один выход V_i – результат работы функции f .

Выходное значение нейрона V_i представляет собой результат вычисления функции активации нейрона по сумме всех значений на входах V_{ki} , умноженных на весовые коэффициенты ω_{ik} входов за вычетом порогового значения h_i . Зачастую используются функции активации нейрона, осуществляющие нормализацию выходных данных.

При подборе определенных значений весовых коэффициентов ω_{ik} для входов того или иного нейрона, а также при соединении нейронов различными способами, создается возможность обучения ИНС решению различных задач, таких как прогнозирование, классификация, управление различными процессами и др.

В рамках реализации метода дешифрации числовых кодов была поставлена задача распознавания образа принимаемого сигнала, поскольку

каждый из числовых кодов представляет собой уникальную последовательность импульсов и интервалов.

Для решения поставленной задачи рассмотрены различные конфигурации ИНС. Одна из них – ИНС Хопфилда (рис. 4) [4]. Этот вид ИНС использует в качестве входных данных вектор X , элементы которого могут принимать два значения: 1 и -1.

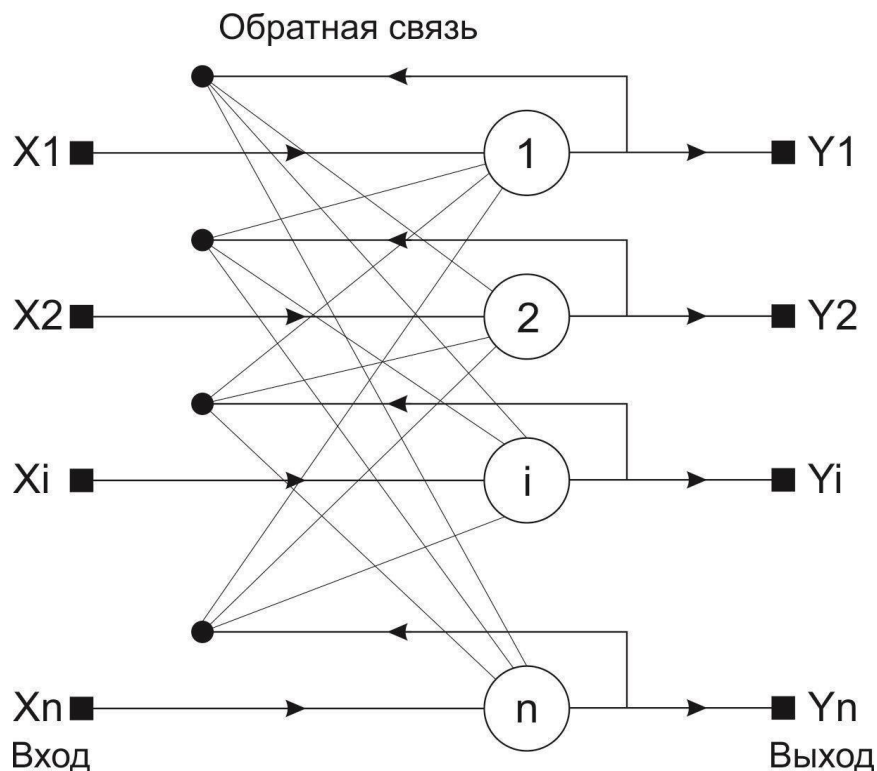


Рис. 4. Конфигурация нейронной сети Хопфилда.

ИНС Хопфилда представляет собой один слой нейронов, каждый из которых имеет обратную связь с входами остальных нейронов сети. Её главным «вычислительным центром» является матрица весов, содержащая в себе все значения весов для каждой связи нейронов.

Основной принцип работы данной ИНС заключается в принятии на её входах некоторого массива X размерностью n ячеек, перемножении этого массива с матрицей весов W и сохранении результатов перемножения в новый массив Z , размерность которого совпадает с размерностью массива X . Полученный массив Z вновь подается на обратные связи нейронов и перемножается с матрицей весов, а результат перемножения сравнивается с массивом, полученным в предыдущей итерации. Если массивы оказываются равны друг другу, то ИНС выдает окончательный результат распознавания в

виде массива Y . В случае неравенства массивов операция перемножения нового массива Z с матрицей весов повторяется до успешного результата сравнения, либо, при неустойчивости нейронной сети, до заданного числа возможных итераций. Как правило, число итераций выбирается отдельно для каждого конкретного случая и, обычно, находится в пределах от 10 до 1000 повторов.

Для реализации дешифратора числовых кодов необходимо выполнить преобразование сигналов трансмиттера в удобный для работы ИНС вид. Поскольку ИНС Хопфилда работает с наборами бинарных векторов, осуществим разбиение сигналов трансмиттера на отдельные отрезки длительностью 10мс. На рис. 5 изображен полученный бинарный массив размерностью 160 ячеек для кода 3 трансмиттера типа КПТ-5, имеющего длительность кодовой посылки 1,6 сек. [2]. Импульсу кодового сигнала в массиве соответствует значение 1, а интервалу – минус 1. Оставшиеся коды Ж и КЖ преобразуются аналогично коду 3.

Полученные массивы будут являться эталонными образцами числовых кодов при сравнении с массивом, полученным в результате работы ИНС. Чтобы нейронная сеть могла осуществлять дешифрацию принимаемых сигналов, необходимо провести ее обучение, т.е. сформировать матрицу весовых коэффициентов W . Для сохранения в ассоциативной памяти ИНС одного образца сигнала, весовые коэффициенты синаптических связей рассчитываются по следующей формуле:

$$W = X^T * X \quad (1)$$

где, X – эталонный массив сигнала, X^T – транспонированный массив X .

В нашем случае необходимо сформировать матрицу весовых коэффициентов для трех образцов кодовых сигналов (3, Ж и КЖ), и формула (1) примет вид:

$$W = (X_3^T * X_3) + (X_{Ж}^T * X_{Ж}) + (X_{КЖ}^T * X_{КЖ})$$

где, X_3 – эталонный массив сигнала 3, X_3^T – транспонированный массив X_3 ,

$X_{Ж}$ – эталонный массив сигнала Ж, $X_{Ж}^T$ – транспонированный массив $X_{Ж}$,

$X_{КЖ}$ – эталонный массив сигнала КЖ, $X_{КЖ}^T$ – транспонированный массив $X_{КЖ}$.

Поскольку нейроны не имеют обратной синаптической связи с собственным входом, последним этапом в формировании матрицы весовых

коэффициентов необходимо обнулить значения её диагональных элементов, то есть элементов, с одноименными наименованиями строк и столбцов.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	...
...	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	...
...	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	...
...	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	
	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	...
...	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	
	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	...
...	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	...
...	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	...
...	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	...

Рис. 5. Бинарный массив кода 3 трансмиттера типа КПТ-5.

Программная модель ИНС дешифрации числовых кодов реализована на языке программирования C++[5] в среде разработки *Visual Studio 2015* [6]. Анализ разработанной модели выполнен при помощи генератора псевдослучайных чисел. Для этого на протяжении 9000 итераций в кодовый сигнал на выходе трансмиттера случайным образом вносились помехи, искажающие форму сигнала от 0 до 40%. Из графика на рис. 6 видно, что результат успешной дешифрации кода напрямую зависит от количества вносимых в подаваемый на вход ИНС сигнал помех.

Учитывая, что сигнал, искаженный на 20%, будет успешно восстановлен нейронной сетью в 90% случаев (следует из анализа графика дешифрации кода КЖ на рис. 6), можно сделать вывод о достаточно эффективной фильтрации помех и перспективности дальнейших исследований в области дешифрации числовых кодов с применением ИНС.

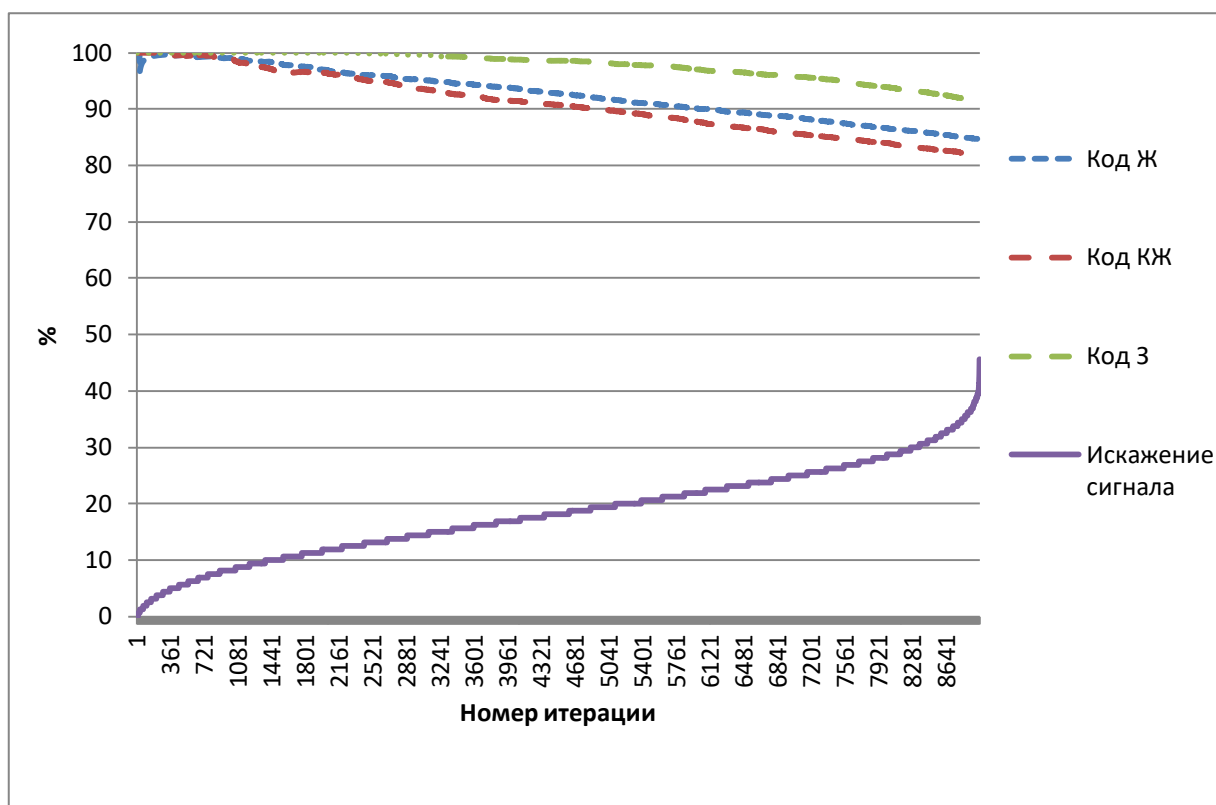


Рис. 6. График зависимости безошибочности дешифрации кодов З, Ж и КЖ от уровня искажений сигнала.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Автоматика и телемеханика» Д. В. Борисенко, ОмГУПС.

Список литературы

1. Виноградова, В. Перегонные системы автоматики. / В. Виноградова – М: УМЦ, 2005.
2. Казаков, А. А. Автоблокировка, локомотивная сигнализация и автостопы: Учебник для техникумов ж.-д. трансп. / А. А. Казаков, Е. А. Казаков – Москва: Транспорт, 1980.
3. Барский, А. Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений [Текст] / А. Б. Барский – М.: Финансы и статистика, 2004. – 176 с: ил. – (Прикладные информационные технологии).
4. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И. Д. Руднинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
5. Основы программирования на языках Си и С++ для начинающих

[Электронный ресурс] – режим доступа: <http://cppstudio.com/>, свободный.

6. Powers, L., Snell, M. Microsoft Visual Studio 2015 Unleashed. Sams Publishing: 2015. – 1075 с.

УДК 004.383

Н. В. Волкова

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ПРИМЕНЕНИЕ ПАКЕТА MATHCAD ДЛЯ АНАЛИЗА АКУСТИЧЕСКОГО ТРАКТА ДЕФЕКТОСКОПА

В статье показано использование программного средства Mathcad для расчета диаграммы направленности поля излучения круглого излучателя. Рассмотрено применение данного средства для облегчения сложных математических расчетов.

Ключевые слова: Mathcad, неразрушающий контроль, акустический контроль, ультразвук, диаграмма направленности, акустический тракт, функция Бесселя.

THE USE OF MATHCAD FOR THE ANALYSIS OF THE ACOUSTIC CIRCUIT OF THE FLAW DETECTOR

The article demonstrates the use of Mathcad software for calculation of the directivity diagram of the radiation field round the radiator. Considered use of this tool to facilitate complex mathematical calculations.

Keywords: Mathcad, nondestructive testing, acoustic testing, ultrasound, radiation pattern, acoustic tube, a Bessel function.

Акустический неразрушающий контроль применяется для контроля изделий из различных материалов: металлов и сплавов, пластмасс, строительных материалов и др.

Среди методов неразрушающего контроля наиболее распространены ультразвуковые, которые основаны на свойстве ультразвука проникать внутрь объекта контроля (ОК) [1]. Ультразвуковые волны изменяют свои параметры, встречаясь с неоднородностями в ОК. Эти параметры регистрируют и

подвергают анализу, по результатам которого производят оценку технического состояния или качества ОК без нарушения его пригодности к использованию по назначению.

Рассмотрим применение пакета Mathcad для анализа акустического тракта наклонного пьезоэлектрического преобразователя, являющегося основной конструктивной частью дефектоскопа.

Акустическим трактом дефектоскопа называют путь ультразвука в материале от преобразователя до отражателя (дефекта) и обратно.

Ультразвуковая волна распространяется в ОК в виде диаграммы направленности [2]. Достигая какого-либо дефекта, волна преломляется и образуется индикатриса рассеяния, по которой определяется дефект (рис. 1).

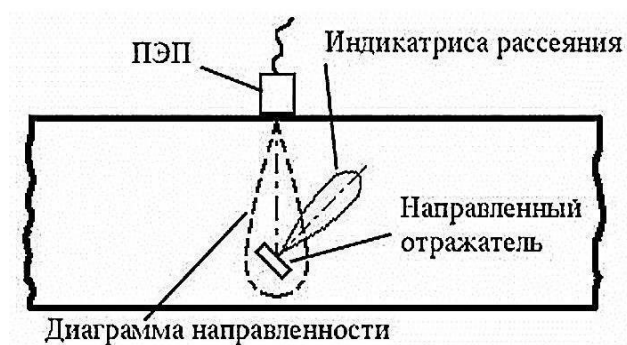


Рис. 1. Графическое представление распространения ультразвукового сигнала в объекте контроля.

Акустическое поле преобразователя в дальней зоне характеризуют диаграммой направленности (ДН), которая является нормированной зависимостью амплитуды звукового давления от направления распространения волны [3]. В полярной системе координат ДН имеет вид «булавы», в прямоугольной – в виде «интегрального синуса» (рис. 2).

Центральную часть ДН, в пределах которой амплитуда уменьшается от единицы до нуля, называют основным лепестком, в пределах которого сосредоточено около 85% энергии излучения. Вне основного лепестка ДН имеет вид боковых лепестков.

Акустический тракт рассчитывается с помощью программного средства Mathcad. Применение пакета Mathcad позволяет представить сложные вычисления в численной, а не аналитической форме, интегрируя при этом процедуры расчета с построением диаграммы направленности и образуя целостный визуальный результат.

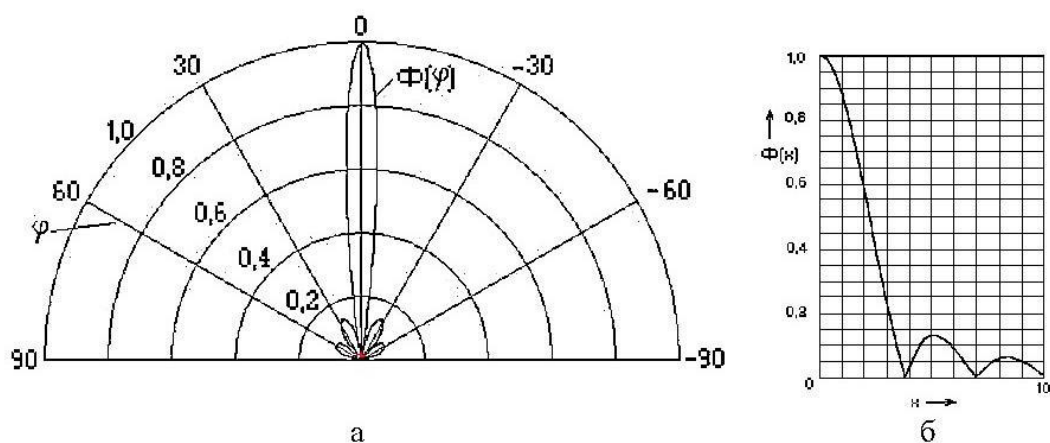


Рис. 2. Диаграммы направленности поля излучения круглого излучателя в полярных (а) и декартовых (б) координатах.

Для расчета диаграммы направленности, необходимо рассчитать нормированную функцию Бесселя первого порядка. Эта функция позволяет рассчитать диаграмму направленности акустического поля по заданным значениям параметра x , не обращаясь к табличным данным функции Бесселя $J_1(x)$ [4]. Рассмотрим, как выглядит расчет с помощью пакета Mathcad.

Необходимо построить функцию Бесселя:

$$f_b = F_{bess}(x, n), \quad (1)$$

где f_b – искомое значение функции Бесселя,

$F_{bess}(x, n)$ – функция зависимости функции Бесселя от параметра x :

$$F_{bess}(x, n) := \begin{cases} \text{for } i \in \text{ORIGIN}..n \\ f_{b_i} \leftarrow 1 \text{ if } x_i = 0 \\ f_{b_i} \leftarrow 2 \left| \frac{J_1(x_i)}{x_i} \right| \\ f_{b_} \end{cases} \quad (2)$$

Для расчета функции Бесселя задается программа (2), в которой функции Бесселя присваивается значение 1, если параметр x равен 0, в противном случае значение рассчитывается по формуле:

$$f_b = 2 \left| \frac{J_1(x)}{x} \right|, \quad (3)$$

где $x = \frac{2\pi a_m}{\lambda} \sin \varphi$;

$a = \frac{a_m \cos \beta}{\cos \alpha}$ – радиус дискового ПЭПа через радиус мнимого излучателя;

$\lambda = \frac{C_{f2}}{f}$ – длина волны;

$\varphi = \frac{\Theta}{2}$ – угол раскрытия ДН;

$\Theta = \arcsin \left(\frac{k C_{f2} \cos \alpha}{f a_m \cos \beta} \right)$ – ширина ДН.

Общий вид расчета в пакете Mathcad представлен на рис. 3.

```

i := ORIGIN..n
n = 60
k := 0.61
a_m := a * (cos(alpha_T) / cos(beta))
lambda_1 := C_тпат / f1
Theta := asin(k * (C_тпат * cos(alpha_T) / (f1 * a_m * cos(beta))))
phi_i := -Theta + (2 * Theta / n) * i
x_i := (2 * pi * a_m * sin(phi_i)) / lambda_1
F_bess(x, n) := for i ∈ ORIGIN..n
    f_b_i ← 1 if x_i = 0
    f_b_i ← 2 * (J1(x_i) / x_i) otherwise
f_b := F_bess(x, n)

```

Рис. 3. Вид расчета диаграммы направленности с частотой $f1 = 4$ МГц.

Диаграмма направленности строится в декартовой и полярной системах координат (рис. 4).

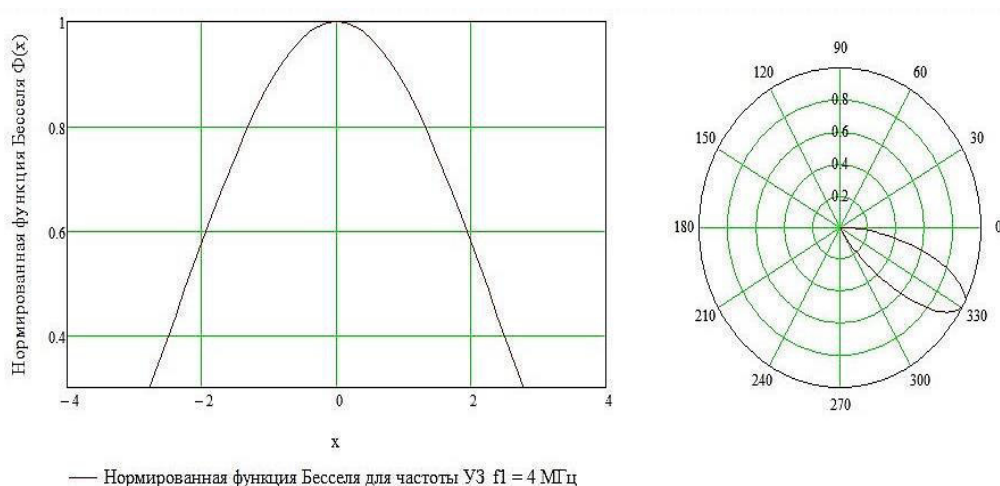


Рис. 4. Нормированная функция Бесселя от безразмерного аргумента x при $f_1 = 4 \cdot 10^6$ Гц в декартовой (а) и полярной (б) системах координат.

Можно сделать вывод о том, что программное средство Mathcad эффективно для применения в инженерных расчетах, в частности, при расчете диаграмм направленности акустического тракта дефектоскопа. Это объясняется тем, что данный пакет позволяет выполнять сложные вычисления простым численным методом, а не громоздким аналитическим.

Список литературы

1. ГОСТ 18353–79. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов. Официальное издание. Контроль неразрушающий. Методы: Сборник стандартов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2005
2. Капранов, Б. И. Акустический контроль. Физические основы и методы акустического контроля: Учебное пособие. / Б. И. Капранов, М. М. Коротков. – Томский политехнический университет. Электрофизический факультет. – Томск.
3. Ахмеджанов, Р. А. Акустический вид неразрушающего контроля. Часть 1. Основные положения: Учебное пособие / Р. А. Ахмеджанов, В. В. Макаровичкин; Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2011. – 100 с.
4. Ахмеджанов, Р. А. Методы акустического контроля. Часть 1. Анализ акустического и электроакустического трактов дефектоскопа: Методические указания к курсовому проектированию / Р. А. Ахмеджанов, В. В. Макаровичкин; Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2009. – 31 с.

Ж. А. Ботова

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ПОДГОТОВКИ СТЕРЕОПАНОРАМЫ

В статье рассмотрены основные этапы алгоритма для создания мобильного приложения подготовки стереопанорамы.

Ключевые слова: панорама, стереоизображение, стереопанорама, мобильное приложение.

MOBILE APPLICATION FOR CREATING A STEREO PANORAMA

The basic stages of algorithm for creating a stereo panorama are considered in this article.

Keywords: panorama, stereo images, stereo panorama, mobile application.

Для создания мобильного приложения, позволяющего генерировать стереопанорамы, необходимо разработать алгоритм формирования стереопанорамы, и далее, применить разработанный алгоритм для создания приложения на выбранной мобильной платформе.

Стереопанорама – это панорама, являющееся стереоизображением.

Стереоизображение – это изображение, при рассматривании которого, оно представляется наблюдателю зрительно объемным, объемность обусловлена стереоэффектом.

Для создания стереоизображения, используется стереопара – это пара плоских изображений одного и того же объекта, имеющая различия между изображениями, которые и призваны для создания эффекта объемности.

Эффект возникает из-за того, что расположенные на разном удалении от наблюдателя части объекта при просмотре с разных точек (соответствующих правому и левому глазу) имеют различное угловое смещение. При рассматривании стереопары таким образом, чтобы каждый глаз воспринимал

только изображение, предназначенное для него, создаётся иллюзия наблюдения объёмной картины. Пример стереопары приведен на рис. 1.



Рис. 1. Стереопара.

Самым простым и дешевым способом получения стереоизображения является анаглиф, так как для наблюдения эффекта объема не нужно использовать какое-либо оборудование, необходимы лишь монитор и очки, вместо стекол у которых вставлены светофильтры цветов СМУ. Пример анаглифа представлен на рис. 2.



Рис. 2. Анаглиф.

Данный простой метод подходит лишь для изображений, снятых с помощью откалиброванных камер, для того, чтобы получить

стереоизображение из фотографий, снятых неоткалиброванными камерами, используются более сложные алгоритмы.

Общий вид алгоритма создания трехмерного изображения состоящих из следующих этапов:

- выделение и сопоставление особенностей на изображениях;
- восстановление аффинной или проективной структуры изображения;
- самокалибровка и восстановление евклидовой структуры;
- выравнивание изображений;
- получение глубин точек для пар соседних изображений;
- слияние результата для нескольких пар;
- построение мешей и наложение текстур.

Это наиболее общее описание процесса и в алгоритмах некоторых автором могут отсутствовать те или иные шаги. Рассмотрим этапы, которые являются универсальными для всех алгоритмов.

Для выделения из изображения некоторый интерпретируемой информации, необходимо привязаться к локальным особенностям изображения – характерным точкам. Особая точка m (характерная), или точечная особенность изображения – это точка изображения, окрестность которой $o(m)$ можно отличить от окрестности любой другой точки изображения $o(n)$ в некоторой другой окрестности особой точки $o_2(m)$. Процесс определения особых точек достигается путём использования детектора и дескриптора.

Детектор – это метод, которым характерные точки извлекаются из изображения, дескриптор является идентификатором точки, позволяющим распознать особую точку среди множества других.

Существует множество алгоритмов определения особых точек, предназначенных для разных областей применения. Для решения нашей задачи можно использовать алгоритмы SURF, FAST или SIFT.

После данного этапа необходимо использовать эпиполярную геометрию, которая используется для проверки того, что пара особых точек могут являться стереопарой. Для этого вычисляется фундаментальная матрица.

Следующий шаг построения трехмерного изображения – выравнивание изображений. Выравнивание изображений – процесс деформации пары изображений так, чтобы соответствующие эпиполярные линии были параллельны одной оси u и имели одинаковые координаты v .

После того, как изображения выровнены, происходит поиск соответствующих точек на этих изображениях для их совмещения.

После описания алгоритма получения стереоизображения, рассмотрим процесс создания панорамной фотографии.

Панорамная фотография – фотография, полученная путём технологии сборки панорам из отдельных кадров. Панорама представлена на рис. 3.

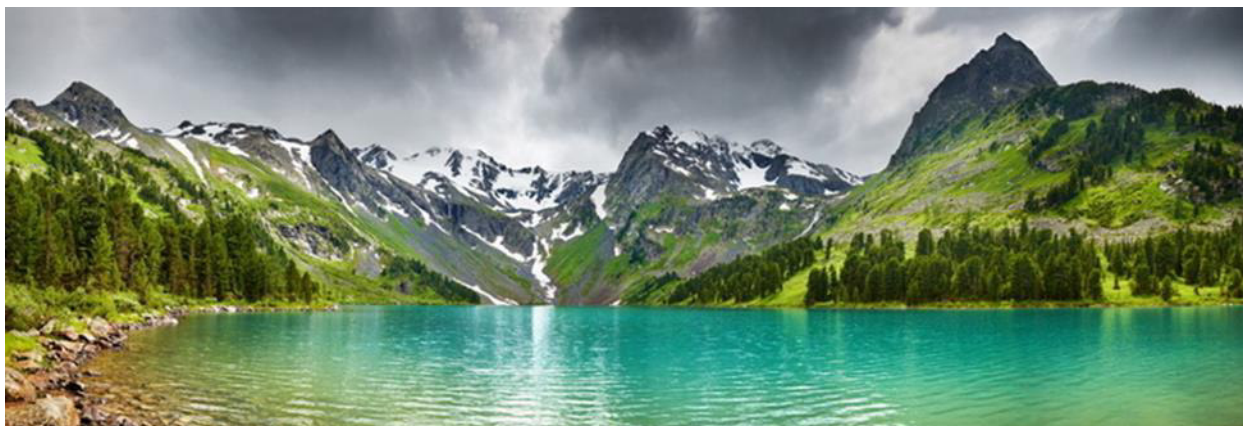


Рис. 3. Панорамная фотография.

Для сборки панорам необходимо иметь несколько снимков, сделанных с помощью серийной съемки.

Производится сопоставление точечных особенностей от двух изображений (SIFT, SURF, FAST). В результате получаем матрицу, связывающую точку на одном изображении и линию на другом (фундаментальная матрица). На основе фундаментальной матрицы производится выравнивание изображений. После данных операций производится склейка снимков и размытие границ. На последнем этапе происходит обрезка панорамы.

Алгоритмы для создания стереоизображений и панорам имеют некоторые общие этапы, основываясь на этих сходствах, разрабатывается алгоритм для создания стереопанорам.

Для получения изображений проводится серийная съемка (2–10 кадров в сек). По ходу съемки производится нарезка правой и левой полосы из каждого снимка. Ширина полос и отступ от края определяется параметрами, которые задаются пользователем или устанавливаются в зависимости от сцены. Ширина полосы определяет (эквивалентна) стереобазе. Данная процедура представлена на рис. 4.

Полосы, полученные с левого края снимка, используются для создания панорамы, которая предназначена для правого глаза, правые полосы – для создания панорамы, соответствующей левому глазу.

Обработка полос может производиться двумя путями:

- смежные полосы в каждой серии сшиваются в панорамы, которые затем накладываются друг на друга;
- соответствующие пары (левая-правая) полос накладываются, а потом объединяются в панорамы.



Рис. 4. Создание стереопанорамы.

Следующие шаги зависят от выбранного пути обработки полос.

В случае выбора первого варианта сначала проводится поиск особых точек для каждой полосы, далее попарное сравнение полос, деформация изображений, склеивание, обрезка и наложение панорам в анаглиф.

Для второго варианта, также проводится поиск особых точек для каждой полосы, далее попарное сравнение полос, деформация изображений, выравнивание, наложение со смещением, обрезка, и уже после этого производится склейка. Пример стереопанорамы приведен на рис. 5.

В качестве мобильной платформы, на которой будет реализовываться мобильное приложение подготовки стереопанорамы, была выбрана операционная система Android. Это обусловлено популярностью операционной системы среди пользователей, наличием огромного числа технологий для реализации различных задач, большим числом материалов для упрощения разработки.

Для реализации камеры и режима серийной съемки будет использоваться Camera 2 API, которые позволят вам снимать RAW форматы, а также

контролировать такие параметры как экспозиция, светочувствительность и количество кадров в режиме скоростной съемки.

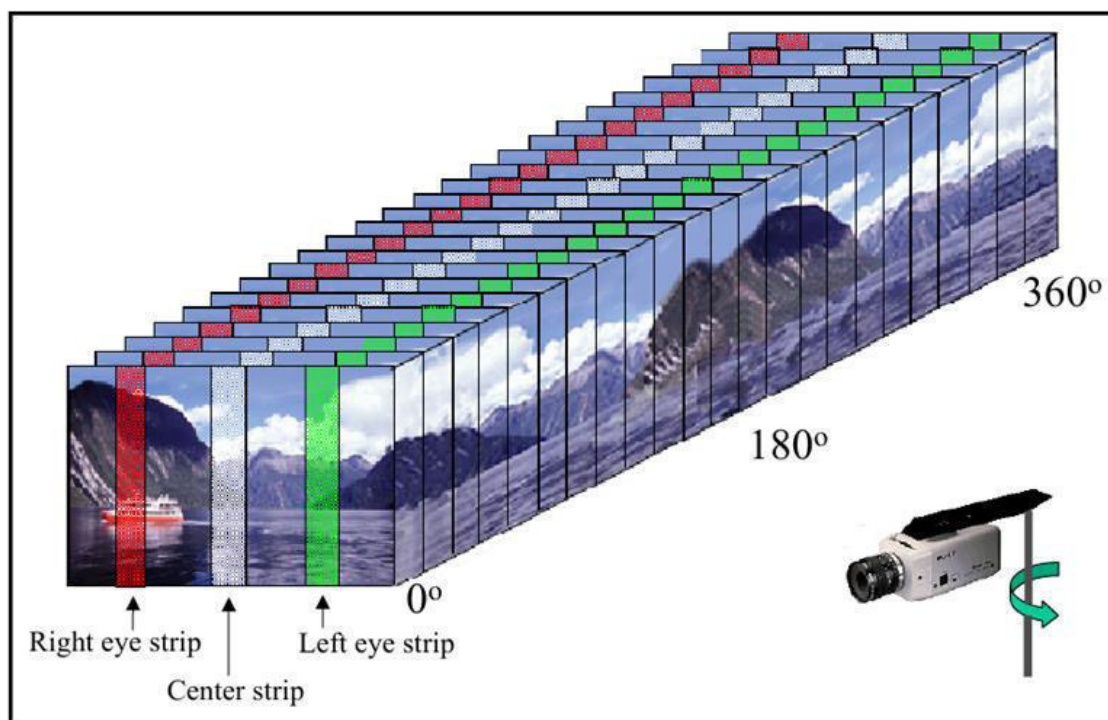


Рис. 5. Стереопанорама.

Для реализации алгоритмов, необходимых для создания стереопанорамы, в Android используется библиотека Open CV. OpenCV – это библиотека с открытым исходным кодом для реализации проектов, использующих алгоритмы компьютерного зрения. Библиотека имеет внушительный набор методов по работе с фото и видео, а также позволяет писать приложения с использованием технологий распознавания образов.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Автоматика и системы управления» А. Г. Малютин, ОмГУПС.

Список литературы

1. Стереопара [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Стереопара>.
2. Stereo Panorama with a Single Camera [Текст] / S.Peleg, M,Ben-Ezra.– The Hebrew University of Jerusalem. – Jerusalem. – 8с.
3. Детекторы углов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/244541/>.

К. О. Серяков

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ СЦЕПЛЕНИЯ КОЛЁС ЛОКОМОТИВА С РЕЛЬСАМИ

Статья посвящается устройствам, позволяющим повысить сцепные свойства колес локомотива и рельсов, а также их механизмам работы.

Ключевые слова: Сила тяги, сцепление, локомотив, рельсы, абразивы.

METHODS OF IMPROVEMENT OF COUPLING OF THE LOCOMOTIVE WHEELS WITH RAILS

The article is devoted to devices that allow to increase the coupling properties of locomotive wheels and rails, as well as their operation mechanisms.

Keywords: traction force, grip, locomotive, rails, abrasives.

Современные условия эксплуатации, характеризующиеся повышением длины и массы поездов, ростом мощности локомотивов, интенсивностью их эксплуатации, увеличением протяженности участков с изношенными рельсами, покрытыми масляной пленкой с примесями из частиц угольной пыли и других перевозимых грузов, ухудшением состояния стыков и другими расстройствами верхнего строения пути, вызывают необходимость рассмотрения совокупности всех факторов, влияющих на сцепление колес локомотивов с рельсами и, в конечном итоге – на силу тяги локомотивов.

Сила тяги электровоза на ободу колеса F_k , которая является функцией давления колеса на рельс и проскальзывания колеса по рельсу, зависит от состояния контактируемых поверхностей и некоторых других факторов и определяется по следующей формуле:

$$F_k = afP \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_{кр}} \right)^b e^{-c \frac{\varepsilon}{\varepsilon_{кр}}}, \quad (1)$$

где a, b, c – коэффициенты, зависящие от состояния поверхностей контакта;
 P – давление колесной пары на рельс;

$\varepsilon, \varepsilon_{кр}$ – относительная скорость проскальзывания колеса по рельсу и ее критическое значение, превышение которого приводит к срыву колесной пары на боксование;

f – коэффициент, влияющий на силу сцепления колеса с рельсом, определяемый, в свою очередь, по формуле:

$$f = f_o (P_{cm}) K_\delta K_1. \quad (2)$$

Здесь, f_o – так называемый потенциальный коэффициент трения скольжения, зависящий от статической нагрузки колеса на рельс;

K_δ – коэффициент, учитывающий износ бандажа локомотива;

K_1 – коэффициент, учитывающий состояние поверхностей контакта и ток, протекающий через площадь контакта.

Таким образом, управляя значениями параметров, входящих в формулу (1), можно управлять силой тяги локомотива. Доминирующими параметрами,

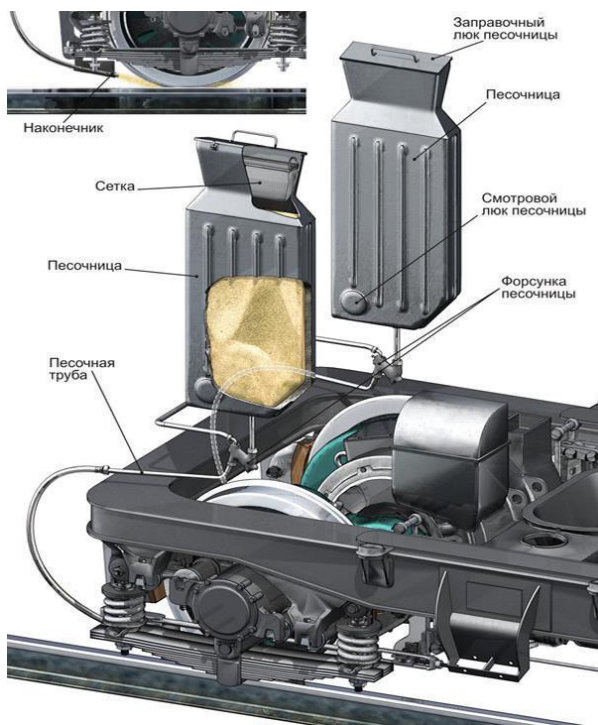


Рис. 1. Система пескоподачи электровоза ВЛ80С.

составляющими эту формулу, являются коэффициент сцепления, давление колеса на рельс, и относительная скорость проскальзывания колеса по рельсу. Для снижения разброса давлений колес локомотива на рельсы следует улучшать динамические свойства рессорного подвешивания, контролировать развеску колес и применять наклонные тяги. Относительной скоростью проскальзывания управляют путем поосного регулирования силы тяги. Все эти способы применяются на современных локомотивах [1,2].

Рассмотрим способы, улучшающие сцепление колес с рельсами.

Самым простым и распространённым является подача абразивных материалов в зону контакта колеса с рельсом. Этот способ известен еще со

времен паровозостроения, в России он был впервые применен на Николаевской железной дороге. Один из подрядчиков решил «для красоты» выкрасить на Веребьинском мосту рельсы черной краской. Когда поезд проходил этот участок, он забоксовал, но машинист быстро нашел решение проблемы – посыпал рельсы золой из котла, после чего поезд смог преодолеть мост [3].

В настоящее время в качестве абразива чаще всего используют мелкозернистый кварцевый песок, но иногда применяются и мелкие керамические частицы. Механизм действия устройства довольно прост: в нишах кузова у тепловозов и электровозов расположены песочницы, из которых по песочным трубам абразив попадает в форсунки, а затем распыляется песковоздушной струей в зону контакта поверхности катания колеса и рельса [4].

Данный способ широко применяется на современных локомотивах, однако его эффективность зависит от ряда факторов, таких как качественный и гранулометрический состав песка, направление распыления струи и пр. Также при использовании абразивов ускоряется изнашивание поверхности катания колесных пар и верхней части головки рельса.

Другим, более интересным методом улучшения сцепления является нагрев поверхностных загрязнений рельсов. При его использовании применяются различные способы нагрева, от химических до физических и электрических. Однако все они имеют недостатки, так как влияют на механические свойства металлов, ухудшая их фрикционные возможности.

Наиболее безопасным и эффективным с точки зрения сохранения поверхности рельса и колес является воздействие на поверхностные загрязнения СВЧ волнами. Тепловой поток, подаваемый на поверхности трения колес и рельсов, создают регулируемым сверхвысокочастотным электромагнитным полем, воздействующим на структурные свойства поверхностных загрязнений. Это приводит к повышению их механических свойств, улучшающих фрикционные характеристики колес и рельсов [5].

Данный способ мог бы получить широкое применение в зонах с повышенным загрязнением рельсов (на производствах, в горнодобывающей промышленности и пр.), т.к. вместо траты средств на очистку путей, загрязнения можно было бы использовать с пользой. К сожалению, ввиду

различного состава самих загрязнений и небольшой стабильности, этот метод пока очень мало используется.

Следующий способ увеличения сцепления колес с рельсами, пожалуй, самый эффективный и технологичный из всех мною перечисленных. Он основан на явлении электромагнитной индукции.

Устройство содержит короткозамкнутую электрическую цепь, которая образована колесными парами (подсоединенными через скользящие контакты к точкам связи якорей и обмоток возбуждения тяговых электродвигателей) и рельсами, а реле боксования обеспечено выдержкой времени на срабатывание. Скользящие контакты и колесные пары снабжены электрической изоляцией от других элементов конструкции тележки локомотива. Это позволяет воздействовать электрическим током на зоны контакта боксующей ведущей колесной пары и рельсов и таким образом повысить их коэффициент сцепления, что обеспечивает прекращение боксования без снижения силы тяги локомотива. Недостатком данного технического решения является усложнение конструкции тележки локомотива установкой катушек электромагнитов [6].

В конце хотелось бы отметить, что это далеко не все способы, позволяющие увеличить сцепление колес локомотива с рельсами, однако даже по тому, что я перечислил, можно понять, что в данный момент необходимо начинать активное применение новых устройств. Подача песка в зону контакта колеса с рельсом, повсеместно используемая почти на всех локомотивах, хоть и является эффективным методом, все же имеет массу недостатков, которые могут быть устранены при внедрении на современном подвижном составе новых технологий и научных разработок.

Научный руководитель – д.т.н., профессор, заведующий кафедры «Теоретическая механика» В. А. Николаев, ОмГУПС.

Список литературы

1. Исаев И. П. Проблемы сцепления колес локомотивов с рельсами. / И. П. Исаев, Ю. М. Лужнов – М.: Машиностроение, 1985. 238 с.
2. Голубенко А. Л. Сцепление колеса с рельсом. / А. Л. Голубенко – Киев: Випол, 1993. 448 с.

3. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Песочница_\(техника\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Песочница_(техника)) – Песочницы локомотивов.

4. <http://freepatent.ru/patents/2504492> – Увеличение коэффициента сцепления с помощью кварцевого песка.

5. <http://findpatent.ru/patent/239/2395418.html> – Нагрев поверхностных загрязнений рельса.

6. <http://www.findpatent.ru/patent/228/2281216.html> – Электромагнитные устройства увеличения сцепления колес локомотива с рельсами.

УДК 621.313.2014

М. В. Отраковский

Омский техникум железнодорожного транспорта, г. Омск

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОРГАНИЗАЦИИ ПЛАНИРОВАНИЯ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛОКОМОТИВОВ В ТЧЭ-2 ОМСК

В статье рассмотрены основные предложения для оптимизации процесса организации планирования сервисного обслуживания локомотивов в ТЧЭ-2 Омск. Представлены существующие факторы стимулирования работников для вовлечения в систему бережливого производства.

Ключевые слова: бережливое производство, сервисное обслуживание.

OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF THE PLANNING AND ORGANIZATION OF SERVICE MAINTENANCE OF LOCOMOTIVES IN THE-2 OMSK

The article describes the main proposals to optimize the planning and organization of service maintenance of locomotives in TCHЭ-2 of Omsk. Presented the existing factors of incentives for involvement in the lean production system.

Keywords: careful production, service maintenance.

Цель сервисного обслуживания – качественный ремонт и техническое обслуживание, за счет которого достигается наибольший коэффициент

использования локомотивов, иначе говоря, где выше уровень надежности и меньше потерь при сервисном обслуживании, тем больше прибыль. А так как затраты и надежность являются противоположными задачами, необходима их оптимизация. Поэтому и подход в реализации цели должен быть комплексный.

Основными факторами комплексной системы управления надежностью локомотивов (рис.1.) являются:

- разработка и качество изготовления новых локомотивов;
- соблюдение режимом эксплуатации;
- качество ремонта и технического обслуживания
- наличие и качество работы обратных связей в системе.

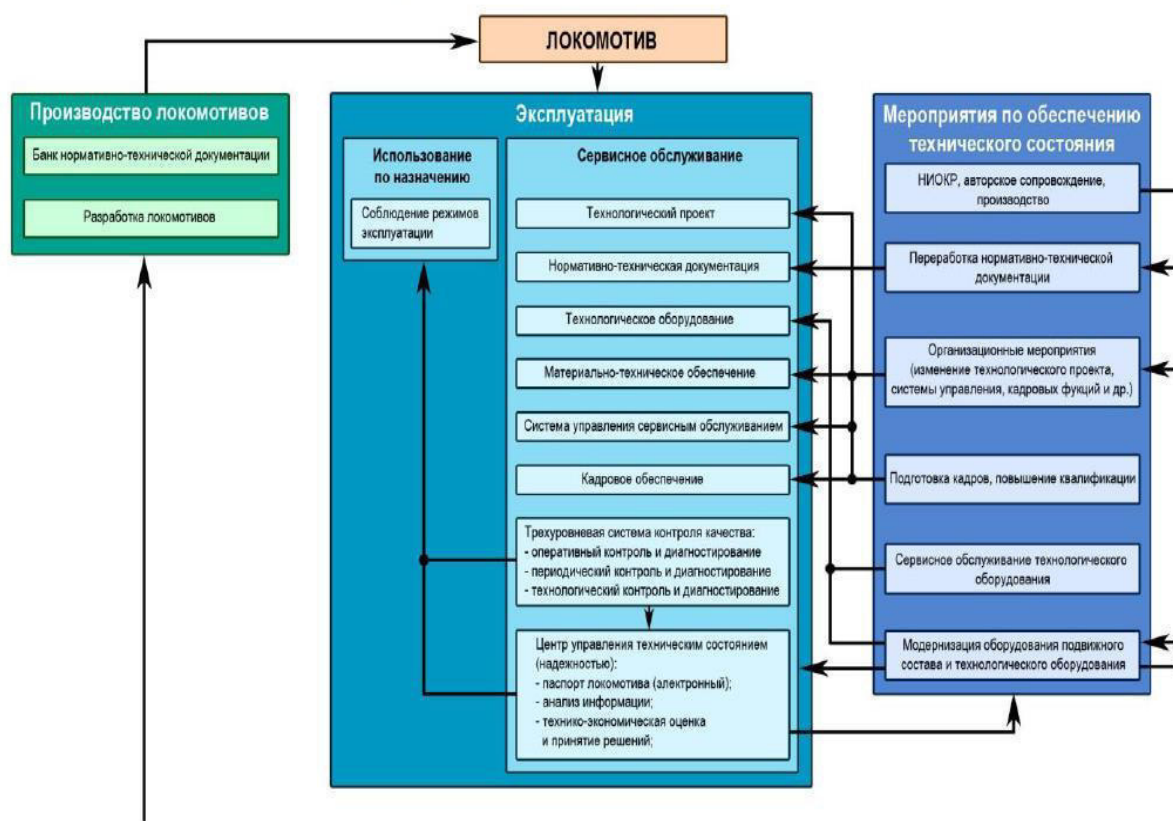


Рис. 1. Комплексная система управления надежностью локомотива

Причиной передачи системы ремонта и технического обслуживания двум компаниям «ТМХ-Сервис» и «СТМ-Сервис» является: создание конкурентной среды с привлечением разработчиков и изготовителей новых локомотивов.

Решение проблем в ремонтном хозяйстве локомотивов также перешло к этим компаниям. В настоящее время основными проблемами являются:

- наличие объективной информации по техническому состоянию узлов и оборудования локомотивов, включая финансовые затраты;
- переработка нормативно-технической документации, включая метрологическое обеспечение;
- дооснащение ремонтных подразделений необходимым технологическим оборудованием;
- подготовка и переподготовка специалистов по ремонту узлов и оборудования локомотивов.

Решения этих проблем позволит в значительной мере повысить надежность локомотивов и сократить затраты на их обслуживание.

Определение узких мест, на первом этапе, возможно методом экспертных оценок. На эти узкие места в первую очередь необходимо направлять ресурсы и по переработке нормативно-технической документации, и по дооснащению технологическим оборудованием, и по организации переподготовки специалистов. Это позволит сократить затраты, повысить надежность и окупаемость этих мероприятий будет наиболее быстрая.

Как показывает практика, наиболее затратными являются тяговые электродвигатели для электровозов, для тепловозов – дизель-генераторные установки (ДГУ).

В данный момент в эксплуатационном локомотивном депо ТЧЭ-2 Омск, используется планово-предупредительная система ремонта и технического обслуживания электровозов, которая предусматривает проведение технического обслуживания и текущего ремонта в зависимости от пробега (табл. 1).

Таблица 1

Межремонтные пробеги

Виды обслуживания и ремонта	Межремонтный пробег
Техническое обслуживание (ТО-2)	не менее 180 часов
Текущий ремонт (ТР30)	через 30 тыс.км
Текущий ремонт (ТР300)	через 300 тыс.км
Текущий ремонт (ТР600)	через 600 тыс.км
Средний ремонт (СР)	через 1200 тыс.км

При существующей системе проанализировано выявление и сокращение, а также устранение в их деятельности потерь, связанных с выполнением работ, потребляющих ресурсы, но не приводящих к созданию конечного результата.

Исключение или уменьшение этих потерь должно способствовать повышению эффективности и производительности труда за счет поэтапного внедрения ремонта по техническому состоянию, бережливого производства и принципов постоянного совершенствования.

«Ремонт по техническому состоянию» при сервисном обслуживании локомотивов является наиболее перспективным и по повышению надежности, и по сокращению затрат. В этом случае гарантия надежности узлов и оборудования локомотивов выше, чем у любого другого вида ремонта. Мониторинг параметров локомотива позволяет следить за динамикой их изменений. В связи с этим появляется возможность прогнозировать время выхода параметров за предельные значения. Это позволяет производить своевременный ремонт, не допуская отказов в эксплуатации. Затраты на устранение отказов значительно выше своевременного ремонта. «Ремонт по техническому состоянию» позволяет оптимизировать и надежность узлов и оборудования, и затраты на сервисное обслуживание локомотивов.

В настоящее время существует значительное количество разработанных современных средств технического контроля и диагностирования, охватывающих 80% узлов и оборудования локомотивов. Для внедрения и использования «ремонта по техническому состоянию» необходимо провести эксперименты и разработать соответствующую нормативно-техническую документацию. В переходный период такой вид ремонта считать как «планово-предупредительный с учетом технического состояния».

Также одной из основных задач для решения проблем оптимизации процесса организации сервисного обслуживания остается внедрение бережливого производства в эксплуатационном локомотивном депо Омск.

Это вовлеченность руководителей и персонала, информационная и методическая поддержка руководства, развитая система рационализаторства и работы по предложению и внедрению новых механизмов способных автоматизировать ряд операций по ТО и ТР, высокий уровень самообразования и саморазвития, безопасность труда.

Источником для дополнительного премирования является часть подтвержденного экономического эффекта от выполненных проектов, оставшаяся часть возвращается Компании в виде экономии (рис. 2.).



Рис. 2. Экономический эффект от внедрения бережливого производства

С использованием нового порядка мотивации реальный вклад бережливого производства в повышение эффективности деятельности.

Научный руководитель – заместитель руководителя по учебной работе СП СПО ОТЖТ С. А. Писаренко.

Список литературы

1. Цихалевский, И. С. Определение оптимальных параметров технологического процесса ремонта тягового подвижного состава / И. С. Цихалевский, О. И. Ветлугина, М. М. Кудаяров // Вестник Уральского гос. ун-та путей сообщения. – 2011. – Вып. 4 (12). – С. 31-38.
2. Перспективы развития сервисного обслуживания локомотивов: Материалы первой междунар. науч.-практ. конф. / М.: ООО «ТМХ-Сервис», 2014. – 360 с.

А. В. Кузнецов

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

Статья посвящена программному обеспечению системы управления для роботов с числовым программным управлением, которые разрабатываются для деревообработки или в учебных целях. В статье поясняется целесообразность данной работы, описывается созданный для таких систем синтаксис языка управления и приложение для ПК, позволяющее производить непосредственное управление.

Ключевые слова: программное обеспечение, роботы, манипуляторы, деревообработка, учебное оборудование, синтаксис управления, управляющее и графическое приложение.

PROGRAMMING OF INDUSTRIAL ROBOTS

The article is devoted to the software of control system for robots with numerical control, that are developed for woodworking or in educational purposes. The article explains appropriateness of that work, describes language syntax, created for that type of systems and PC-application, that allows to produce direct controlling.

Keywords: software, robots, manipulators, woodworking, educational equipment, control syntax, controlling and graphical application

В данный момент времени нет языка управления механизмами, который бы был независимым от специфики конкретной отрасли машиностроения и аппаратных решений, реализованных для создания технологической линии или конкретного механизма. Поэтому, каждое предприятие, которое занимается созданием и внедрением роботизированных комплексов и технологических линий, в большинстве случаев предоставляет свою систему управления, алгоритм выполнения технологических тактов в которой в общем случае может задаваться не языком управления механизмами, а другими средствами. Таким образом, нельзя взять готовое программное обеспечение с имеющимся языком

управления и реализовать его поддержку в своей системе. Поэтому было сделано решение в пользу создания программного обеспечения для управления роботами с числовым программным управлением, которые применяются в деревообработке или в учебном оборудовании. При этом появилась возможность применить синтаксис языка управления, который наилучшим образом подходил и учитывал область применения.

В настоящее время в мировой практике при разработке программного обеспечения для станков с ЧПУ господствующим является следующий подход. На первом этапе используется одно из средств автоматизированной подготовки производства семейства *CAM*, например, *ArtCam* (рис. 1).

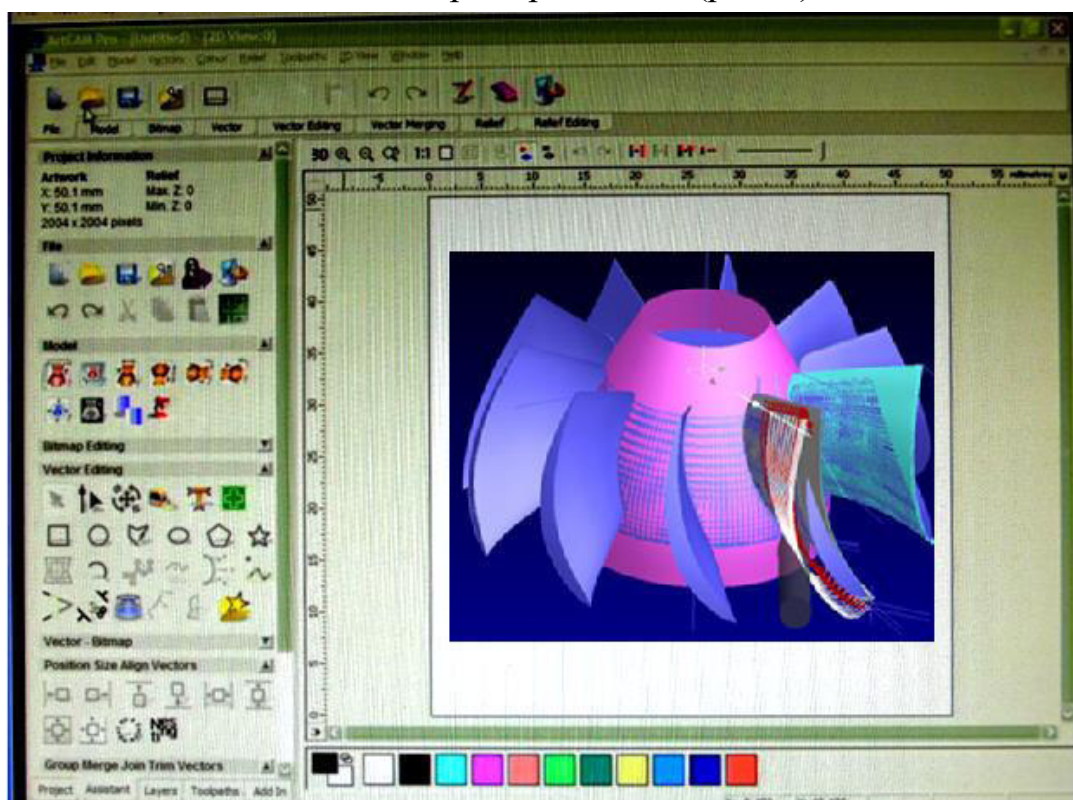


Рис. 1. Внешний вид окна средства автоматизированной подготовки производства.

Это очень мощное средство, позволяющее реализовать изделия практически неограниченной сложности. Решение выдается в виде так называемого G-кода. G-код – условное именование языка программирования устройств с числовым программным управлением (ЧПУ). Далее необходимо применение постпроцессора – функционального средства, которое по предписанным правилам преобразуют абстрактные траектории инструмента

непосредственно в коды управляющей программы для конкретного станка с ЧПУ. Однако такой подход является достаточно дорогостоящим как в отношении разработки программы обработки, так и в отношении аппаратной реализации. Он применим для мощных обрабатывающих центров крупных предприятий, и может быть реализован специалистами достаточно высокой квалификации.

Для более простых задач, таких как токарная обработка, воспроизведение плоских кривых, сборочные операции и т. д. на кафедре АиСУ в начале 90-х годов был разработан более простой синтаксис языка для станков с ЧПУ, который и был взят за основу в данной работе. Многолетняя практика его применения для деревообрабатывающих станков, а также учебного оборудования (см. рис 2 и 3) показала его эффективность.



Рис. 2. Шахматный робот.

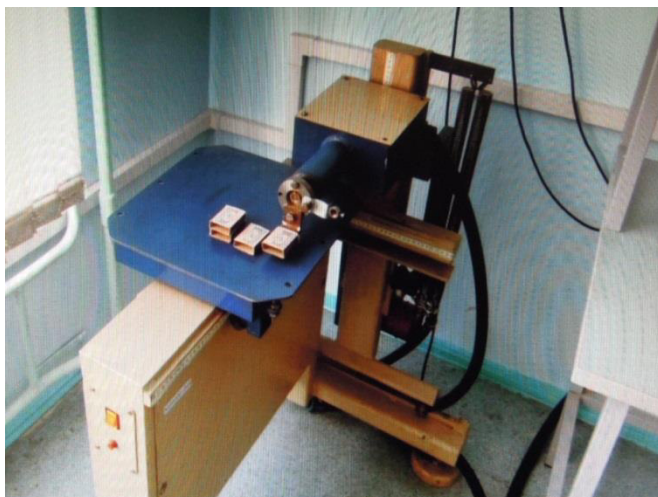


Рис. 3. Учебный робот.

Для многих приложений по функциональности данный синтаксис не уступает G-коду. Его простота и интуитивность не требует от оператора специальной подготовки. Написание программы может вестись непосредственно на рабочем месте.

В процессе решения поставленных задач было написано приложение для ПК, которое позволяет управлять ранее упомянутым оборудованием. Главное окно показано на рис. 4.

Основная рабочая область разделена на две части. Это, так называемые, программное и ручное управление. В ручном управлении можно управлять приводами, задавая перемещение из текущего положения в заданное, с указанием скорости перемещения. Программное управление более сложное, но,

в свою очередь, более гибкое. Как показано на рис. 4, в текстовое поле вводится соответствующий код, который потом распознается приложением. После чего может производиться непосредственно управление приводами.

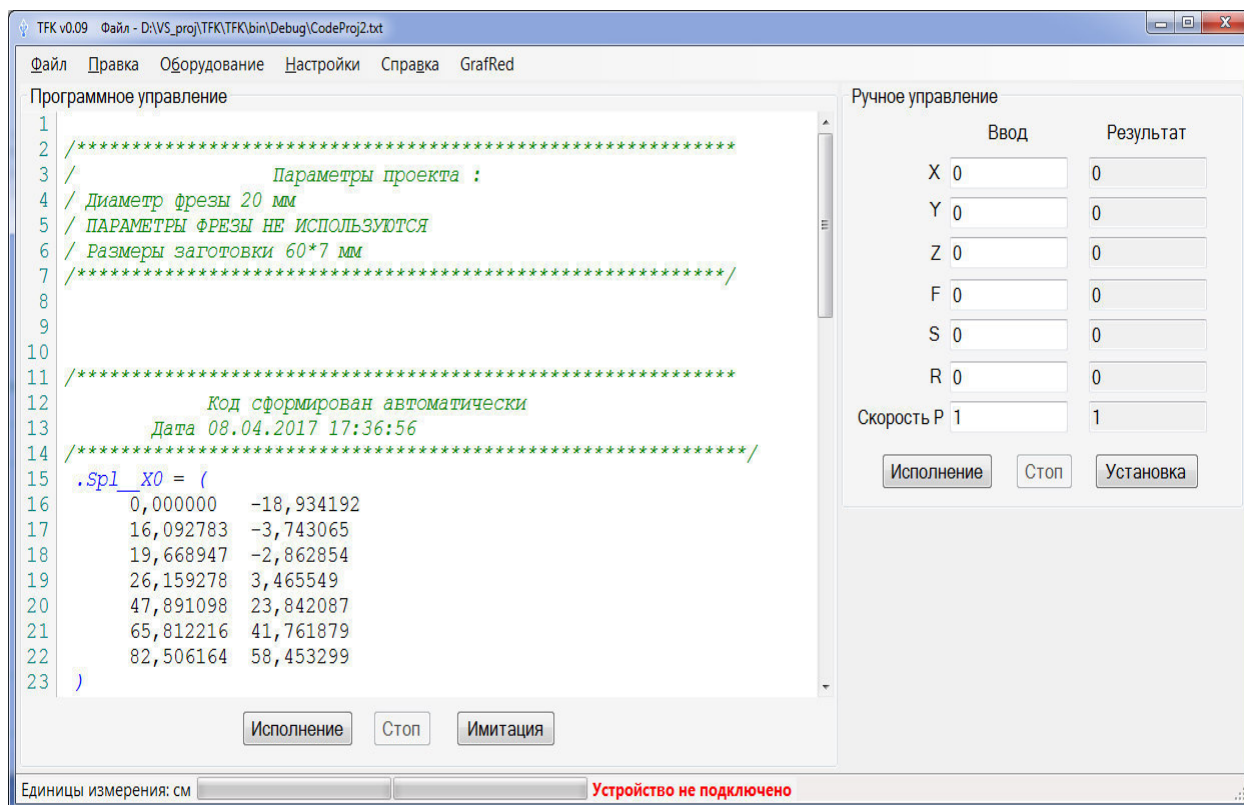
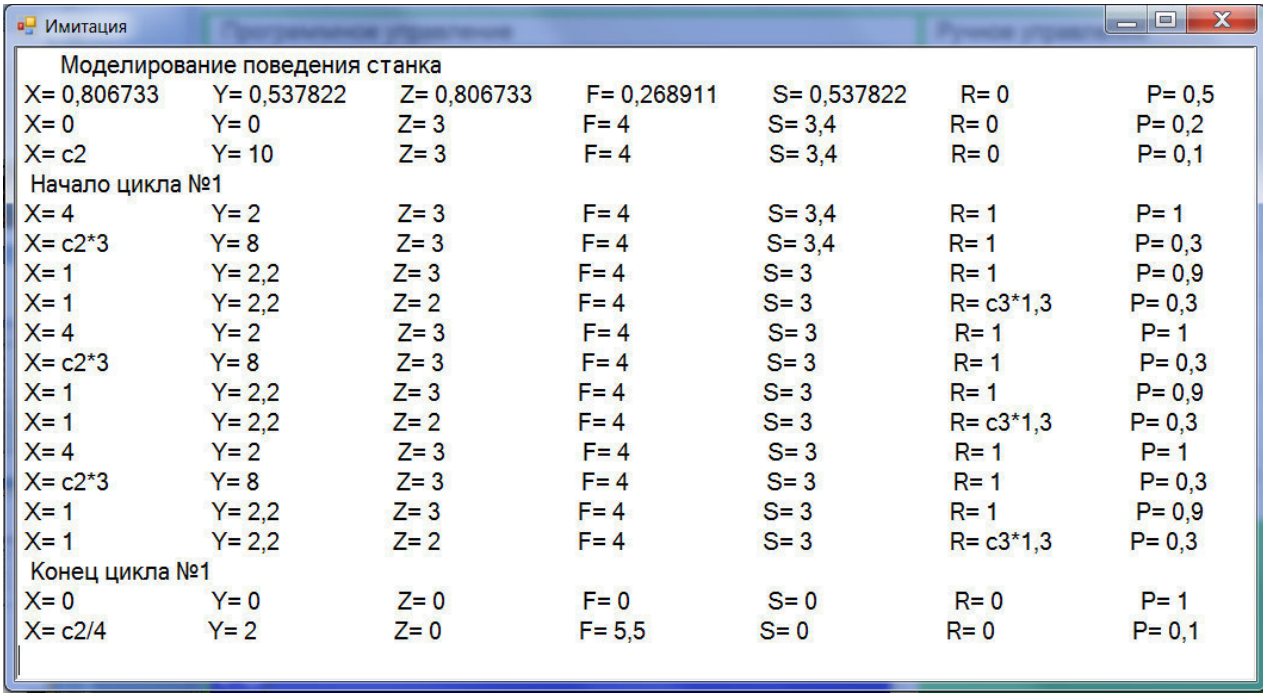


Рис. 4. Главное окно разработанного приложения.

Как уже ранее отмечалось, за основу был взят синтаксис, разработанный для станков с ЧПУ, который был изменен и дополнен. Таким образом, синтаксис, по сути, представляет упрощенный G-код. Программа представляет собой последовательность строк, каждая из которых задает перемещение по одной или нескольким координатам. Так же, имеется возможность использования циклов, арифметических операций, переменных, прогонов, сплайнов для задания криволинейных траекторий. Еще имеется возможность использования комментариев, для пояснения участков кода и т.п. Причем, текст комментариев в программе отделяется от основного текста так же, как и в C подобных языках программирования, т.е. имеются многострочные и однострочные комментарии.

До непосредственного управления необходимо произвести настройку приложения в соответствии с конкретным роботом, которым будет производиться управление.

До непосредственного управления, иногда бывает полезно, знать по каким точкам пройдут приводы. Для этого была сделана возможность, просмотра этих точек в текстовом формате, как показано рис. 5. На нем каждая строка соответствует положению координат с указанием скорости, с которой будет произведено перемещение.



Имитация

Моделирование поведения станка

X= 0,806733	Y= 0,537822	Z= 0,806733	F= 0,268911	S= 0,537822	R= 0	P= 0,5
X= 0	Y= 0	Z= 3	F= 4	S= 3,4	R= 0	P= 0,2
X= c2	Y= 10	Z= 3	F= 4	S= 3,4	R= 0	P= 0,1
Начало цикла №1						
X= 4	Y= 2	Z= 3	F= 4	S= 3,4	R= 1	P= 1
X= c2*3	Y= 8	Z= 3	F= 4	S= 3,4	R= 1	P= 0,3
X= 1	Y= 2,2	Z= 3	F= 4	S= 3	R= 1	P= 0,9
X= 1	Y= 2,2	Z= 2	F= 4	S= 3	R= c3*1,3	P= 0,3
X= 4	Y= 2	Z= 3	F= 4	S= 3	R= 1	P= 1
X= c2*3	Y= 8	Z= 3	F= 4	S= 3	R= 1	P= 0,3
X= 1	Y= 2,2	Z= 3	F= 4	S= 3	R= 1	P= 0,9
X= 1	Y= 2,2	Z= 2	F= 4	S= 3	R= c3*1,3	P= 0,3
X= 4	Y= 2	Z= 3	F= 4	S= 3	R= 1	P= 1
X= c2*3	Y= 8	Z= 3	F= 4	S= 3	R= 1	P= 0,3
X= 1	Y= 2,2	Z= 3	F= 4	S= 3	R= 1	P= 0,9
X= 1	Y= 2,2	Z= 2	F= 4	S= 3	R= c3*1,3	P= 0,3
Конец цикла №1						
X= 0	Y= 0	Z= 0	F= 0	S= 0	R= 0	P= 1
X= c2/4	Y= 2	Z= 0	F= 5,5	S= 0	R= 0	P= 0,1

Рис. 5. Отображение траектории движения в текстовом формате.

Так же имеется возможность для визуализации траектории движения, чтобы без непосредственного управления приводами, знать, что в итоге получится и сделать изменения в коде при необходимости. На рис. 6. Показан пример отображения траектории одного из приводов.

В дополнение к основному приложению было разработано графическое приложение. На рис. 7 представлено главное окно приложения.

Графический интерфейс позволяет достаточно гибко создавать и редактировать проекты. Сам проект, по сути, представляет набор траекторий, по которым будут перемещаться приводы (синие линии на рис. 7). Повторюсь, что это все создавалось применительно к деревообработке и учебному оборудованию. Поэтому приложение имеет соответствующий функционал. Конечным результатом этого приложения является автоматическое создание на основе имеющегося проекта кода управляющей программ, который через

основное приложение, можно использовать для управления. Пример автоматически созданного кода был приведен на рис. 4.

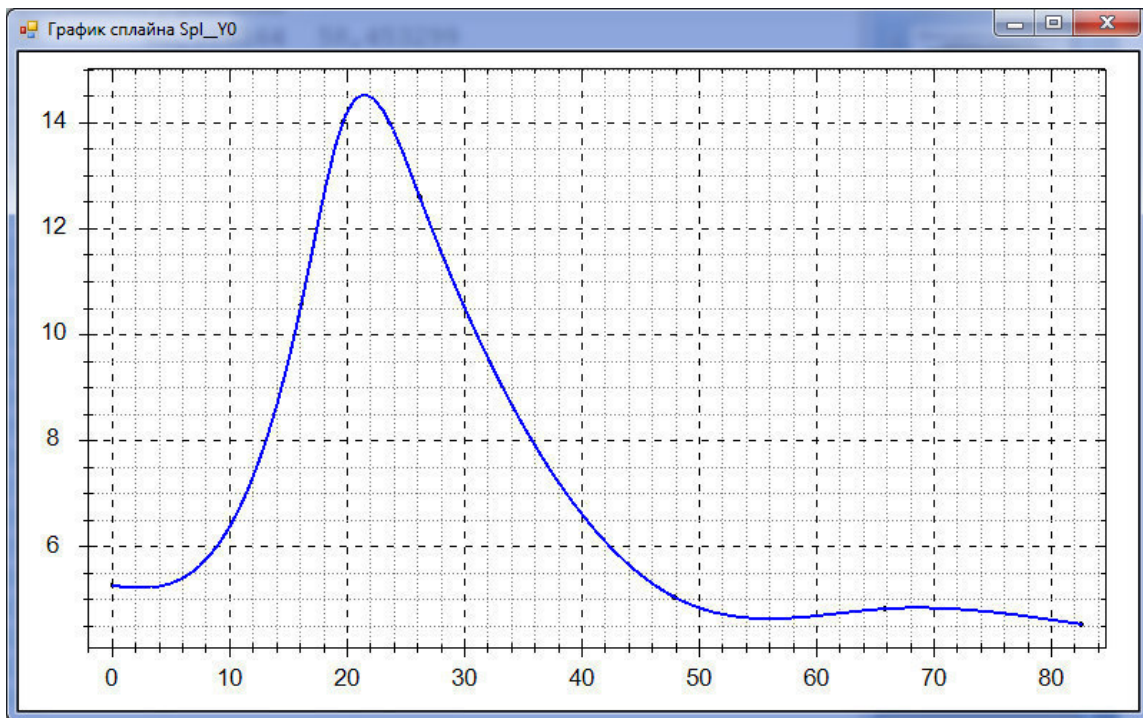


Рис. 6. Визуализация траектории перемещения.

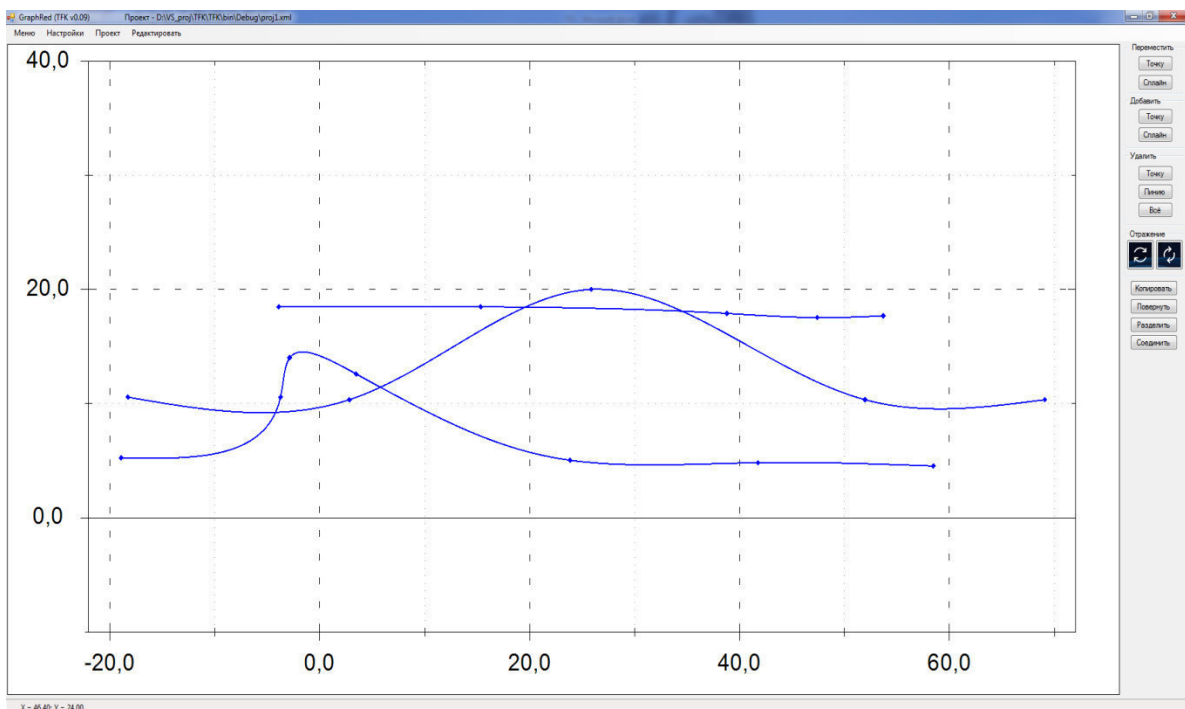


Рис. 7. Графическое приложение.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Автоматика и системы управления» Ф. В. Чегодаев, ОмГУПС.

Список литературы

1. Чегодаев, Ф. В. Системы управления и программное управление роботов / Ф. В. Чегодаев, С. А. Когут // Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2005. – 45 с.
2. Карпов, Ю. Г. Основы построения трансляторов / Ю. Г. Карпов. СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 273 с.

УДК 629.423.1

Г. А. Урусова

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОЕЗДОВ ПОВЫШЕННОГО ВЕСА С ТЯГОЙ ЭЛЕКТРОВОЗОМ 2ЭС7 С АСИНХРОННЫМ ПРИВОДОМ НА РАБОТУ ЗАЩИТ ТЯГОВОЙ СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ОТ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ

Статья посвящена оценке влияния поездов с тягой электровозом 2ЭС7 на работу дистанционных защит тяговой сети переменного тока. В статье рассматриваются способы решения проблемы ложных срабатываний защит.

Ключевые слова: релейная защита, тяговая подстанция, дистанционная защита, уставка, присоединение, пост секционирования, электровоз, ложное срабатывание.

THE EVALUATION OF THE EFFECT OF HIGH-WEIGHT TRAINS WITH THE THRUST OF AN ELECTRIC LOCOMOTIVE 2ES7 BY AN ASYNCHRONOUS DRIVE FOR THE OPERATION OF PROTECTING THE TRACTION ALTERNATING CURRENT NETWORK FROM SHORT CIRCUITS

The article is devoted to the evaluation of the influence of trains with the thrust of electric locomotive 2ES7 on the operation of remote protection of the traction network of alternating current.

Keywords: relay protection, traction substation, remote protection, set point, connection, post–section, electric locomotive, false alarm.

Российский грузовой двухсекционный восьмиосный электровоз переменного тока с асинхронным тяговым приводом, 2ЭС7 (модель 11201), разработанный российской компанией «Группа Синара» при участии немецкого концерна Siemens для эксплуатации на железных дорогах колеи 1520 мм был создан в 2013 г. Фактически электровоз является вариантом электровоза 2ЭС10 «Гранит», предназначенным для работы на участках, электрифицированных на переменном токе. Существенным отличием электровоза 2ЭС7 является рекуперативное торможение вместо рекуперативно-реостатного на 2ЭС10.

Современный комплекс оборудования обеспечивает высокий уровень безопасности движения и более экономичный расход электроэнергии. Расчетные показатели удельного расхода электроэнергии на тягу поездов у 2ЭС7 на 15-20% ниже, чем у используемых на железных дорогах в настоящее время электровозов переменного тока. На электровозе применен асинхронный тяговый двигатель, позволяющий использовать высокую силу тяги и водить составы весом до 9000 тонн, при этом максимальная мощность электровоза достигает 8,8 мегаватт.

Особенностью электровоза 2ЭС7 является высокий коэффициент мощности, который достигает 0,97. Это говорит о том, что потребление реактивной электрической энергии значительно меньше, чем активной. В связи с этим необходимо рассмотреть работу защит присоединений контактной сети тяговых подстанций при проходе поезда с тягой электровозом 2ЭС7.

Для тяговой сети переменного тока предпочтительней применение дистанционной защиты, так как она, благодаря свойству направленности, гораздо чувствительней токовых защит. Основными элементами ее являются реле сопротивления, реагирующие на отношение напряжения между контактной сетью и рельсом к току присоединения в месте установки защиты, или, другими словами, на значение сопротивления тяговой сети.

В режиме короткого замыкания сопротивление пропорционально расстоянию от места установки защиты до точки короткого замыкания. Первая ступень дистанционной защиты ненаправленная и действует на 80-85% длины

защищаемой линии, выдержка времени составляет 0,15с. Вторая и третья ступени направленные, аргументы сопротивления срабатывания реле – $0^\circ < \varphi < 100^\circ$ и $48^\circ < \varphi < 100^\circ$, соответственно. Зона действия второй ступени выходит за пределы защищаемой линии, выдержка времени – 0,4-0,6 с. Третья ступень резервная, выдержка времени превышает 0,6 с. Область действия четвертой ступени имеет форму четырехугольника, вытянутого по оси активных сопротивлений.

Для участков Тягун-Артышта и Карасук-Зубково были рассчитаны уставки срабатывания токовых и дистанционных защит для каждого присоединения тяговых подстанций и постов секционирования. Для участка Карасук-Зубково, где отсутствует заземление опор на рельсы, рассчитана дополнительная, четвертая ступень дистанционной защиты, ее характеристика представлена на рис. 1.

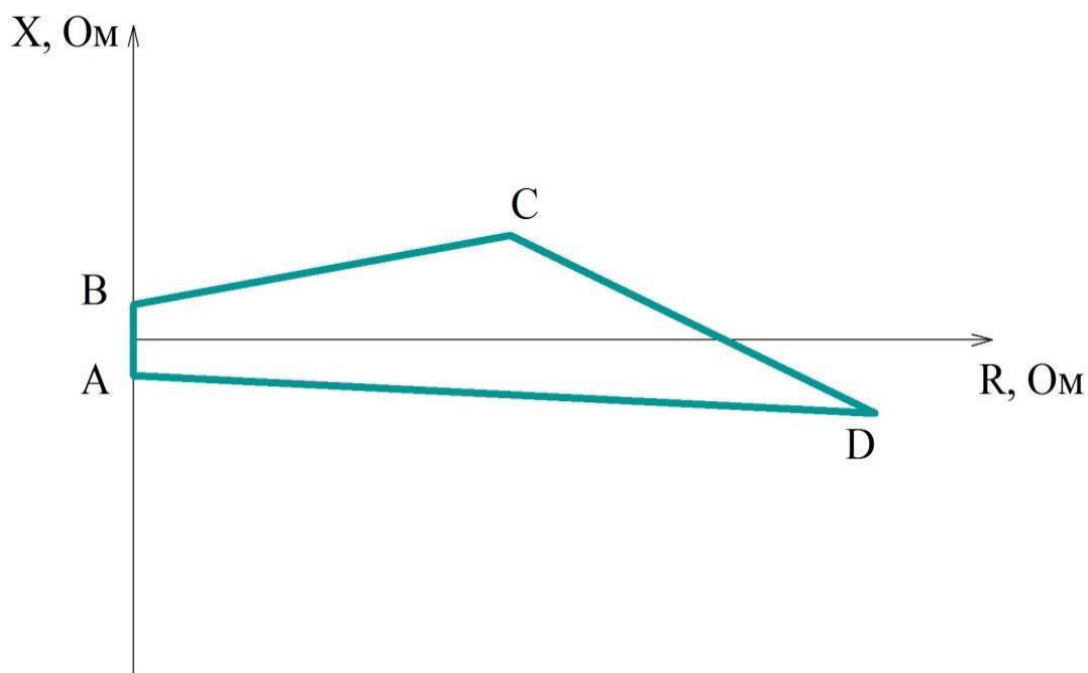


Рис. 1. Область действия четвертой ступени дистанционной защиты.

Для оценки влияния поездов с тягой электровозом 2ЭС7 на работу защит тяговой сети был произведен расчет сопротивлений в режиме максимальной нагрузки для обоих участков. Вычисления проводились несколько раз: первый, когда поезд находился в начале межподстанционной зоны, второй – в середине, третий – в конце. Для расчета использовалась схема, представленная на рис. 2.

По окончании расчета для участка Тягун – Артышта получены результирующие векторы сопротивлений тягового тока: $\underline{Z}_{рез1}=24,01e^{j55,26}$ Ом, $\underline{Z}_{рез2}=26,18e^{j57,35}$ Ом, $\underline{Z}_{рез3}=30,41e^{j60,18}$ Ом, для участка Карасук-Зубково – $\underline{Z}_{рез1}=21,24e^{j55,03}$ Ом, $\underline{Z}_{рез2}=22,95e^{j56,53}$ Ом, $\underline{Z}_{рез3}=23,38e^{j60,5}$ Ом. Все векторы сопротивления попадают в зону действия третьей ступени дистанционной защиты, что может вызвать ее ложное срабатывание. Не один из векторов сопротивлений тягового тока не попадает в зону действия четвертой ступени на участке Карасук-Зубково.

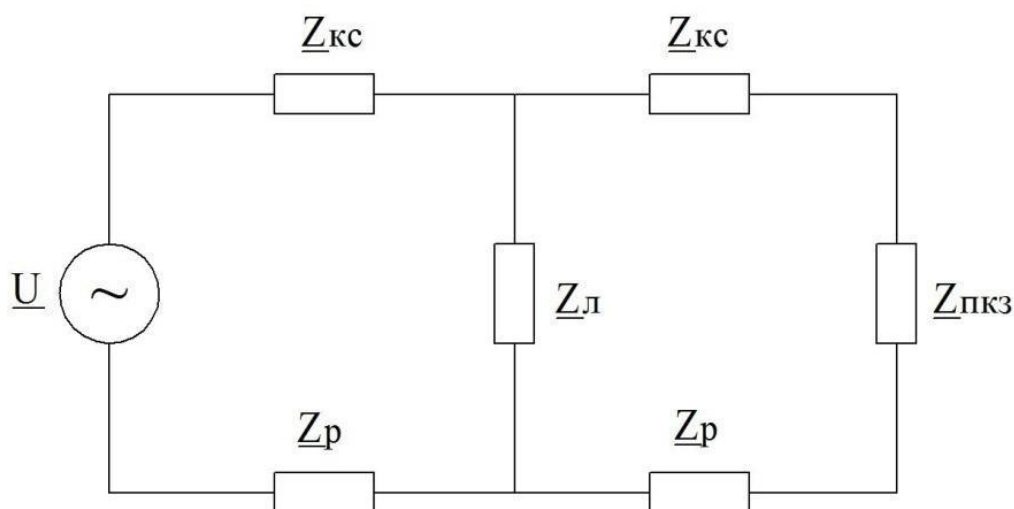


Рис. 2. Схема замещения межподстанционной зоны

($\underline{Z}_{kc}$ – сопротивление тяговой сети, $\underline{Z}_p$ – сопротивление рельсов, $\underline{Z}_л$ – сопротивление электровоза 2ЭС7, $\underline{Z}_{пкз}$ – сопротивление петли короткого замыкания, $\underline{U}$ – напряжение в контактной сети).

Для исключения возможности ложных срабатываний необходимо изменить аргумент или модуль вектора сопротивления уставки срабатывания третьей ступени дистанционной защиты. Для обоих участков область действия защиты располагается в пределах аргумента – $48^\circ < \varphi < 100^\circ$. Скорректированный аргумент составляет $62^\circ < \varphi < 100^\circ$. Для межподстанционной зоны Тягун – Артышта модуль сопротивления уставки срабатывания – 38 Ом, а для зоны Карасук – Зубково – 76 Ом. Скорректированный модуль сопротивления составляет 23 Ом и 20 Ом, соответственно. Полученные характеристики представлены на рис. 3 и 4.

Скорректированные характеристики позволяют исключить возможность ложных срабатываний третьей ступени дистанционной защиты на присоединениях контактной сети тяговых подстанций и постов секционирования при проходе поездов с тягой электровозом 2ЭС7.

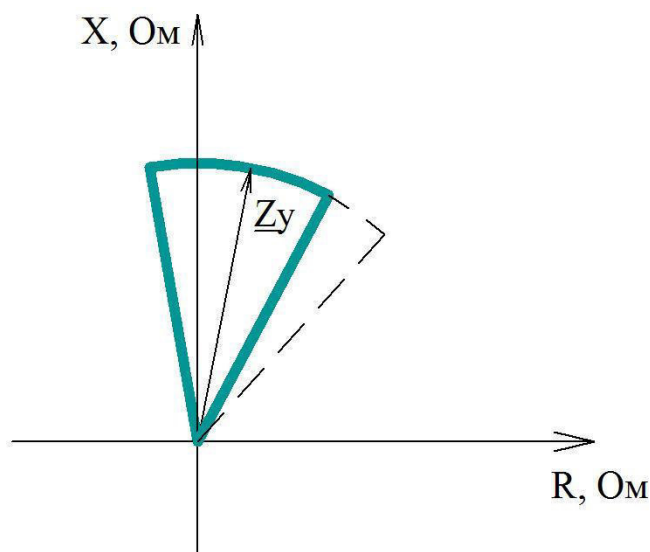


Рис. 3. Область действия третьей ступени дистанционной защиты с измененным значением аргумента $62^\circ < \varphi < 100^\circ$.

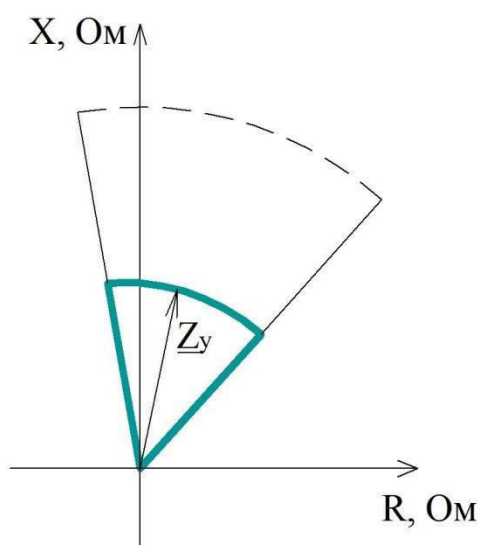


Рис. 4. Область действия третьей ступени дистанционной защиты с измененным модулем вектора сопротивления.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» Ю. В. Кондратьев, ОмГУПС.

Список литературы

1. Фигурнов, Е. П. Релейная защита: Учебник для вузов ж.-д. трансп./ Е. П. Фигурнов. – М.: Желдориздат, 2009. 720 с.
2. Марквардт, К. Г. Электроснабжение электрифицированных железных дорог/ К. Г. Марквардт. – М.: Транспорт, 1982. 528 с.
3. Почаевец, В. С. Электрические подстанции: Учеб. для техникумов и колледжей ж.-д. трансп./ В. С. Почаевец. – М.: Желдориздат, 2001. – 512 с.
4. Методика выбора уставок защиты, обеспечивающей эксплуатацию контактной сети переменного тока без заземления опор на рельсы / ОАО «Российские железные дороги». Москва, 2012. 11 с.
5. Методика выбора уставок защит в системе тягового электроснабжения рельсы / ОАО «Российские железные дороги». Москва, 2016. 127 с.

УДК 621.313.12

А. К. Кожухметова, С. И. Храмов

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

РЕЛЬСОТРОН: ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ И ВЫЯВЛЕНИЯ РОЛИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Рассмотрены физические основы и внутреннее устройство рельсотрона, изучен принцип действия. Проанализирована методика расчета параметров рельсотрона при импульсных токах и представлены основные выводы и графические зависимости. Выявлены, преимущества рельсотрона перед современным вооружением и возможности его применения в мирных целях, таких как вывод полезного груза на орбиту Земли и научные исследования.

Ключевые слова: рельсотрон, методика расчета, применение рельсотрона, шина, импульсный ток, амплитуда тока, физические основы, конструкция рельсотрона, параметры рельсотрона.

RELSOTRON: STUDYING THE PRINCIPLE OF ACTION AND DETECTING THE ROLE IN THE CONTEMPORARY WORLD

Physical principles and internal arrangement of the railgun have been considered, and the principle of operation has been studied. The technique for calculating railgun parameters for pulsed currents is analyzed and the main conclusions and graphical dependences are presented. The advantages of the railgun in front of modern weapons and the possibility of its use for peaceful purposes, such as the withdrawal of payload into the Earth's orbit and scientific research, are revealed.

Keywords: railgun, calculation technique, railgun application, tire, pulse current, current amplitude, physical basis, construction railgun, railgun parameters.

В настоящее время для применения в космической и военной технике, а также для научных исследований рельсотроны рассматриваются как перспективные электромагнитные ускорители тел до скоростей, достигающих 10 км/с и более. Поэтому всестороннее изучение рельсотронов представляется актуальной задачей. Рельсотрон – (англ. railgun – рельсовая пушка) – электромагнитный ускоритель масс, разгоняющий токопроводящий снаряд вдоль двух металлических направляющих с помощью силы Лоренца.

Принцип действия и устройство рельсотрона

Внутреннее устройство рельсотрона представлено на рис. 1. Ток I , идущий через рельсы, возбуждает магнитное поле B между ними, перпендикулярно току, проходящему через снаряд и смежный рельс. В результате происходит взаимное отталкивание рельсов и ускорение снаряда под действием силы F .

Основными частями установки являются: источник электропитания, он представляет собой батарею конденсаторов, которая создает короткий токовый импульс огромной мощности (речь идет о десятках мегаджоулей); коммутирующая аппаратура, иными словами, это десятки кабелей, способных передать накопленную энергию и при этом не расплавиться; пусковая установка, устройство напоминает орудийный ствол, стянутый многочисленными усилителями прочности, они необходимы чтобы система могла выдержать внутреннее давление более 1000 атмосфер и

температуру 20000–30000 градусов. Внутри ствола, вдоль всей его длины, расположены два длинных параллельных электрода или рельса.



Рис. 1. Принцип действия и внутреннее устройство рельсотрона.

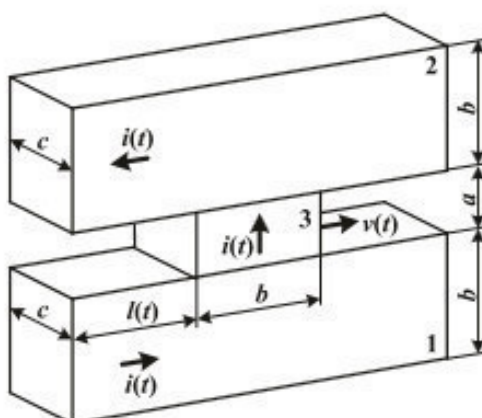


Рис. 2. принципиальная схема рельсотрона:

1, 2 – одинаковые шины; 3 – ускоряемое тело; $v(t)$ – скорость тела;
 $l(t)$ – расстояние, пройденное телом в рельсотроне; $i(t)$ – электрический ток;
 a, b, c , – размеры ускоряемого тела и шин рельсотрона.

Методика расчета параметров рельсотрона

В источнике [4] была опубликована статья под названием «Определение параметров рельсотронов при импульсных токах». Авторами являются доценты кафедры электрических сетей и электротехники ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». В статье была

предложена методика расчета параметров рельсотронов при импульсных токах различной формы и длительности. Например, для однополярного прямоугольного импульса тока, при заданной максимальной скорости тела и известной длине рельсотрона, получены формулы для расчета длительности импульса тока, объемной плотности материала ускоряемого тела и его максимальной кинетической энергии.

Длительность импульса тока, с:

$$\tau = \frac{2l_p}{V_m}. \quad (0.1)$$

Объемная плотность материала ускоряемого тела, кг/м³:

$$\rho = \frac{\tau L_0 \sigma_{\text{дон}} [1 + \beta(2\lambda + 1)]^2}{\mu_0 a \lambda V_m}. \quad (0.2)$$

Максимальная кинетическая энергия:

$$W_m = \frac{a^2 l_p L_0 \sigma_{\text{дон}} [1 + \beta(2\lambda + 1)]^2}{\mu_0}. \quad (0.3)$$

где l_p – длина рельсотрона;

V_m – максимальная скорость тела на выходе из рельсотрона;

L_0 – индуктивность рельсотрона;

$\sigma_{\text{дон}}$ – допустимые механические напряжения;

λ – коэффициент, характеризующий отношение размеров установки ($\lambda = \frac{b}{a}$);

μ_0 – магнитная проницаемость материала шин и пространства вокруг них ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн / м).

Результаты расчета амплитуды импульса тока и его максимальной кинетической энергии приведены на рис. 3. и 4. в виде графиков зависимостей от расстояния между шинами, которая равна их высоте при разной ширине шин. Из графиков видно, что с увеличением расстояния между шинами и ширины шин увеличивается амплитуда импульса тока и максимальная кинетическая энергия ускоряемого тела.

Преимущества рельсотрона

- Рельсотрон разгоняет снаряд на протяжении всей длины направляющих, поэтому он может получить значительно большее ускорение.
- Скорость снаряда, вылетающего из подобной электромагнитной пушки, может достигать 10000 км/ч, что позволяет поражать цели на дистанциях до 400 км. При стрельбе прямой наводкой не нужно считать

поправки, делать упреждения – снаряд из рельсотрона преодолевает такую дистанцию меньше, чем за секунду.

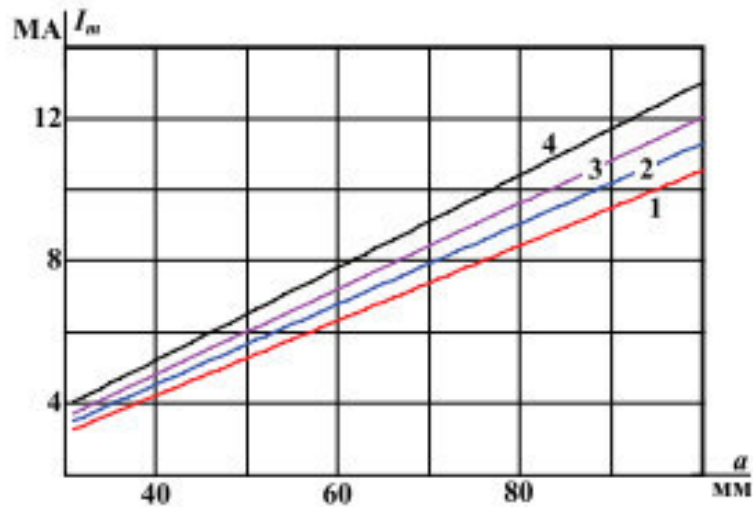


Рис. 3. Зависимости амплитуды импульса тока I_m от расстояния a между бериллиевыми шинами (при $c = a$): 1 – $b/a=1$; 2 – $b/a = 1,5$; 3 – $b/a = 2$; 4 – $b/a = 2,5$

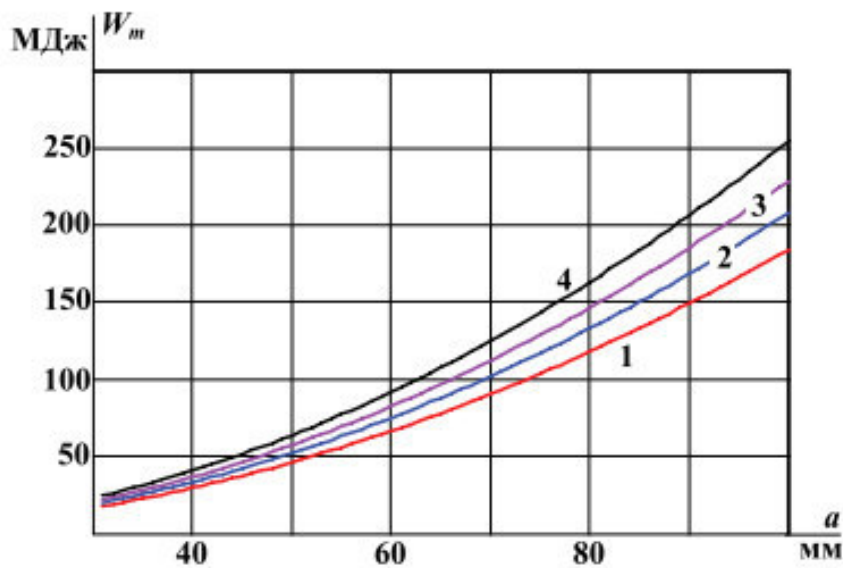


Рис. 4. Зависимости среднего повышения температуры бериллиевых шин ϑ от расстояния a (при $c = a$): 1 – $b/a = 1$; 2 – $b/a = 1,5$; 3 – $b/a = 2$; 4 – $b/a = 2,5$.

▪ Подобный снаряд не нуждается во взрывчатом веществе, поражение объектов происходит за счет его кинетической энергии.

- Низкая стоимость одного выстрела. Сегодня она составляет примерно 25 тыс. долларов. Управляемые ракеты, той же мощности, имеют стоимость порядка 10 млн. долларов.

- Снаряды для рельсотрона имеют небольшой размер, что значительно увеличивает боезапас.

- Подобная система не имеет в своем составе взрывоопасных веществ (пороха или ракетного топлива), что значительно повышает безопасность военных объектов.

Возможности применения рельсотрона

Помимо общеизвестного применения рельсотрона в качестве грозного оружия, у этой перспективной разработки есть потенциал использоваться и в мирных целях. Например, ГНЦ РФ «Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований» (ТРИНИТИ), входящий в состав «Росатома», ведет разработки гигантского рельсотрона, способного доставлять на орбиту земли полезные грузы и, в перспективе, людей. Такая «катапульта в космос» поможет снизить более чем в два раза затраты на доставку в космос грузов. Важной проблемой остается обеспечение безопасности грузов и пассажиров, которые столкнутся с перегрузками около 60g.

На недавних испытаниях российского аналога рельсотрона была получена скорость снаряда, равная 3,2 км/с, и, по словам разработчиков этого устройства из Объединенного института высоких температур РАН, эти испытания показали, что с помощью рельсотрона можно, к примеру, проследить за поведением вещества при экстремально высоких температурах и давлении, «приручить» термоядерную энергию и даже – понять, как устроена Вселенная. Также в мирных целях можно использовать и основную функцию рельсотрона. «Пострелять» можно в целях защиты от высокоскоростных космических тел, представляющих угрозу, в том числе космического мусора и комет.

Заключение

1. Рассмотрены физические основы и внутреннее устройство рельсотрона, описан принцип действия.

2. Проанализирована методика расчета параметров рельсотрона при импульсных токах и представлены основные выводы и графические зависимости. С увеличением расстояния между шинами и ширины шин

уменьшаются средняя температура шин и удельная плотность материала ускоряемого тела, при увеличении амплитуды импульса тока и максимальной кинетической энергии ускоряемого тела.

3. Выявлены, преимущества рельсотрона перед современным вооружением и возможности его применения в мирных целях, таких как вывод полезного груза на орбиту Земли и научные исследования.

Список литературы

1. Агеев, А. Электромагнитная пушка: оружие будущего / А. Агеев // Сайт Техкульт, 2014.

2. Реактивное движение при газовом разряде от внешнего токоподвода (рус.) // Письма в ЖТФ. – 1989. – Т.13, № 15.

3. Задача трудная, но решаемая: Журнал «Воздушно–космическая оборона».

4. Носов, Г. В. Определение параметров рельсотронов при импульсных токах / Г. В. Носов, А. А. Лусс // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10. – С. 1933-1937; режим доступа: <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=32561> (дата обращения: 21.04.2017).

УДК 621.313.04

А. А. Штраухман

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАШИН ПОСТОЯННОГО ТОКА

В статье рассмотрены понятие и основные типы систем автоматизированного проектирования, применение систем автоматизированного проектирования для трехмерного моделирования электрических машин. Моделирование проводилось с помощью программы «КОМПАС-3D». Объектом проектирования стал тяговый электродвигатель ЭК-810.

Ключевые слова: трехмерное моделирование, КОМПАС-3D, ЭК-810, статор, остов, главный полюс, добавочный полюс, якорь.

THREE-DIMENSIONAL MODELLING OF MACHINES OF THE DIRECT CURRENT

The concept and the main types of computer-aided engineering systems, application of computer-aided engineering systems for three-dimensional modeling of electrical machines are considered in this article.. Modeling was carried out by means of the COMPASS-3D. Subject to design is electric motor EK-810.

Keywords: three-dimensional modeling, the COMPASS-3D, EK-810, the stator, a skeleton, the main pole, an additional pole, an armature.

Система автоматизированного проектирования (САПр) – это программный пакет, который призван создавать конструкторскую и технологическую документацию, 3D модели и чертежи. На практике САПр представляют собой технические системы, которые позволяют таким образом автоматизировать и обеспечить функционирование процессов, которые составляют разработку проектов.

САПр классифицируют по следующим принципам: целевому назначению, по отраслевому назначению. По целевому назначению выделяют САПр или подсистемы САПр, которые предоставляют различные аспекты проектирования. Таким образом, САЕ/CAD/CAM системы появляются в составе MCAD:

1. САПр-Ф или САЕ (Computer Aided Engineering) системы (САПр функционального проектирования);
2. САПр-К – конструкторские САПр общего машиностроения (CAD-системы);
3. САПр-Т – технологические САПр общего машиностроения – АСТПП (автоматизированные системы технологической подготовки производства) или системы САМ (Computer Aided Manufacturing).

К наиболее распространенным критериям классификации САПр относится отраслевое назначение. Выделяют следующие типы:

1. САПр в сфере машиностроения;
2. САПр для электронного оборудования;
3. САПр в сфере строительства.

Так же САПР применимы в проектировании электрических машин, что позволяет добиться особой точности необходимой для хорошей работы тягового электродвигателя (ТЭД) в процессе эксплуатации.

Особо популярными считаются такие системы AutoCad; ArchiCad; Компас-3D; Solidworks; Catia и др.

Для трехмерного моделирования была выбрана система КОМПАС-3D. Объект проектирования приведен на рис. 1.



Рис. 1. Тяговый электродвигатель ЭК-810.

Данный двигатель предназначен для привода колесных пар грузовых электровозов с номинальным напряжением контактной сети 3 кВ. Используется в электровозах 2ЭС6 «Синара».

Модель электродвигателя будет сборочной единицей. Сначала производим моделирование составных частей статора, начнем с остова (рис. 2).



Рис. 2. Остов.

Для каждого элемента чертится эскиз по размерам, снятым с действующей электрической машины. Барабан моделировался с помощью

операции вращения в вокруг оси. Далее по полученным эскизам на барабане с помощью операций выдавливания и вырезания выдавливанием делались приливы (предохранительные и опорно-осевого подшипника), смотровые отверстия получались в результате вырезания выдавливанием, контакторные коробки делались следующим образом:

1) Выдавливались из эскиза начерченного по размерам со стороны отверстия под якорь;

2) Бралась верхняя грань полученного элемента и на верхней грани чертился эскиз прямоугольника меньше, чем верхняя грань. После проводилась операция выдавливания, т.к. выдавливание происходит от верхней грани по форме параллелепипеда, то в итоге получается отверстие, что бы полностью завершить данный элемент необходимо повторить операцию вращения, при которой получается барабан остова.

Следующим элементом моделирования стал главный полюс (рис. 3). В модели главного полюса отсутствует обмотка полюса и компенсационная обмотка, это сделано в учебных целях, для упрощения самой модели. Следующим допущением было, что сердечник был сделан одной деталью, хотя в действительности он делается из пластин электростали.

Далее чертился сложный эскиз, и проводилась операция выдавливания.

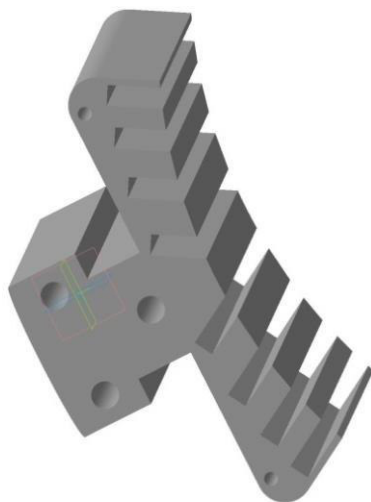


Рис. 3. Сердечник главного полюса.

Дополнительный полюс моделировался как сборочная единица. Сначала по эскизу выдавливался брусок, далее по другим эскизам начерченным на одной из малых граней вырезались два ребра по всей длине данного бруска и в

итоге получается сам сердечник. Обмотка полюса, электрическая прокладка и брусок моделировались операцией выдавливания. На этом моделирование статора закончено.

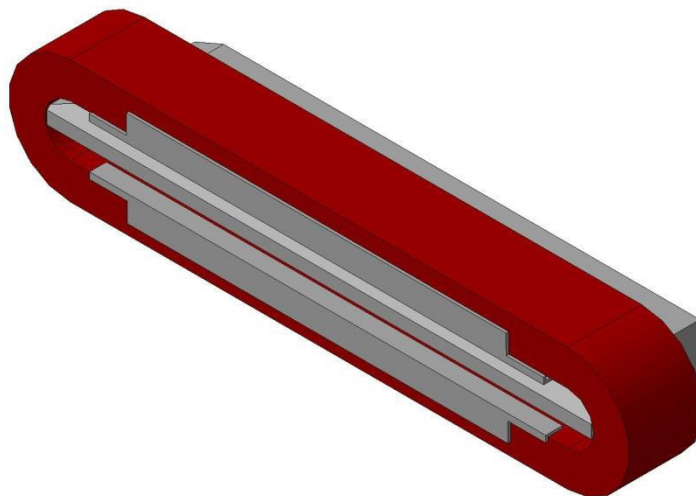


Рис. 4. Дополнительный полюс.

Для демонстрации взаимодействия основных элементов, также был смоделирован якорь. Эскиз одной половины якоря (сам сердечник якоря, коллекторные пластины и вал) вычерчивался относительно оси, далее с помощью операции вращения получался сам якорь. Пазы под обмотку и коллекторные пластины получились путем вырезания по зубчатому эскизу.

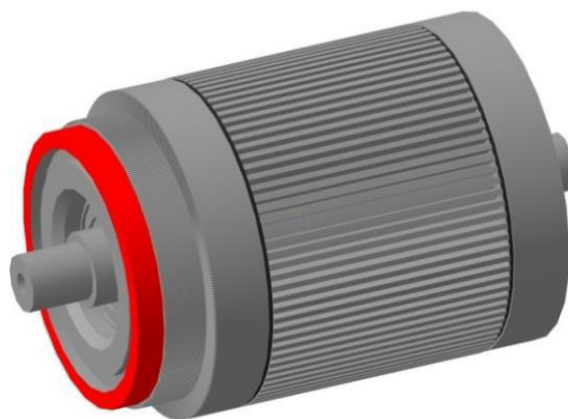


Рис. 5. Якорь.

Получив модель якоря, собирается основная окончательная модель ТЭД. Добавляем все детали в сборку к остову с помощью операции «Добавить из файла» и выбирается «Компонент...», далее выбираются модели, которые необходимо установить в данный остов и далее располагаются на свои места.

В итоге моделирования получаем следующую модель (рис.6).

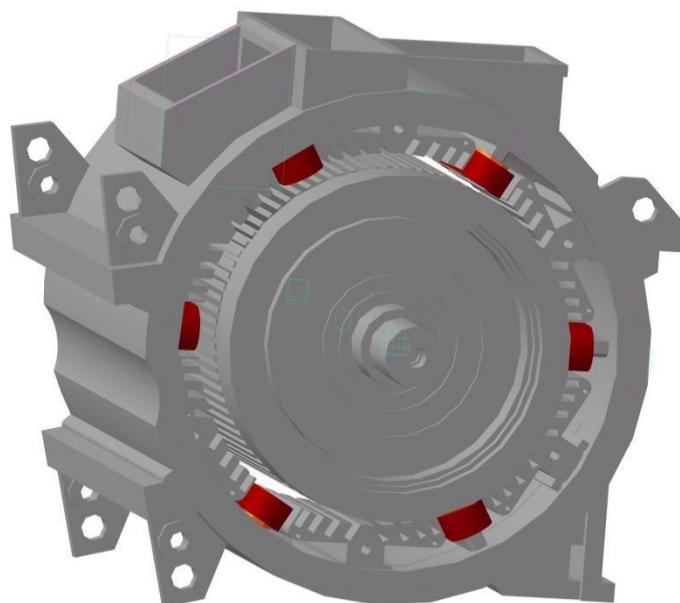


Рис. 6. Итоговая модель ЭК-810.

Без САПР моделирование любой электрической машины является энергоемким процессом. Но с данными системами время моделирования сокращается в разы.

Целью построения данной модели является демонстрация возможностей программы проектирования на примере электродвигателя и одного из важных принципов САПР – интерактивности. За счет данного принципа улучшается взаимодействия оператора и системы, тем самым в разы повышает производительность моделирования. Благодаря простоте использования системы автоматизированного проектирования стали важным инструментом любого инженера-конструктора.

Список литературы

1. Бочков, А. Л. Трехмерное моделирование в системе КОМПАС-3D [Текст] / А. Л. Бочков. – СПб.: Машиностроение, 2007. – 84 с.
2. Вольдек, А. И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы: Учебник для вузов [Текст] / А. И. Вольдек, В. В. Попов. – СПб.: Питер, 2008. – 320 с.

Е. А. Бутенко

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ПРИМЕНЕНИЕ ВСТРОЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

В статье рассматриваются устройства встроенной диагностики контактной сети на скоростных и тяжеловесных участках железных дорог, которые позволяют оперативно находить повреждения, накапливать данные для определения параметров надежности, а также прогнозировать сроки замены элементов при обслуживании. Для реализации системы встроенной диагностики предлагается использовать волоконно-оптические датчики.

Ключевые слова: встроенная диагностика, контактная сеть, волоконно-оптические датчики.

APPLICATION OF BUILT-IN DIAGNOSIS OF CONTACT NETWORK

The article deals with devices for the integrated diagnostics of the contact network on high-speed and heavy sections of railroads, which allow to quickly locate damages, to accumulate data for determining reliability parameters, and also to predict the terms of replacement of elements for maintenance. To implement the integrated diagnostics system, it is proposed to use fiber-optic sensors.

Keywords: integrated diagnostics, contact network, fiber-optic sensors.

Контактная сеть является важнейшей частью инфраструктуры электрических железных дорог. В отличие от других устройств электроснабжения контактная сеть не имеет резерва. Она должна обеспечивать надежную передачу электроэнергии для всех потребителей, в том числе на электроподвижной состав. Устройства контактной сети подвергаются различным воздействиям климатических факторов (значительные перепады температур, сильные ветра, гололедные образования), эксплуатационные нагрузки постоянно растут. Они должны успешно им противостоять, обеспечивая бесперебойное движение поездов с установленными весовыми

нормами, скоростями и интервалами между поездами при требуемых размерах движения.

Применение устройств встроенной диагностики контактной сети позволяет на ранней стадии обнаружить и не допустить развития аварийных ситуаций.

К подсистеме «встроенные диагностические устройства» можно отнести следующее оборудование: датчики гололеда, контактного нажатия, натяжения, влажности, температуры фидера, атмосферного давления, акселерометры. Они устанавливаются возле компенсаторов, а также на фиксаторах, кронштейнах, питающих зажимах, несущем тросе, контактном проводе, анкерных опорах. Варианты размещения датчиков приведены на рис. 1.



Рис. 1. Предполагаемые варианты размещения датчиков на контактной подвеске: а – датчик нажатия и акселерометр; б – датчик натяжения установленный на средней анкеровке.

Для обеспечения надежной работы датчика нажатия, он должен быть защищен от физического повреждения, влаги и коррозии. Датчик представляет собой пленку с клеящим составом, размещенным внутри чувствительного элемента.

Перед установкой датчика необходимо подготовить прямоугольную область размером 125×200 мм. Важно, чтобы эта область была свободной от краски, ржавчины, масла и смазки. Это обеспечит хорошую адгезию между

материалом, защищающим датчик и основанием, а также обеспечить надежное уплотнение элементов [2].

Датчик герметизируется на поверхности конструкции при помощи клея. Таким образом, измерительная часть датчика имеет непосредственный контакт с поверхностью.

Датчики соединены с каналом связи (рис. 2) и передают информацию на приемное устройство. С него передается на сервер базы данных. А затем информация обрабатывается, передается на рабочее место оператора.

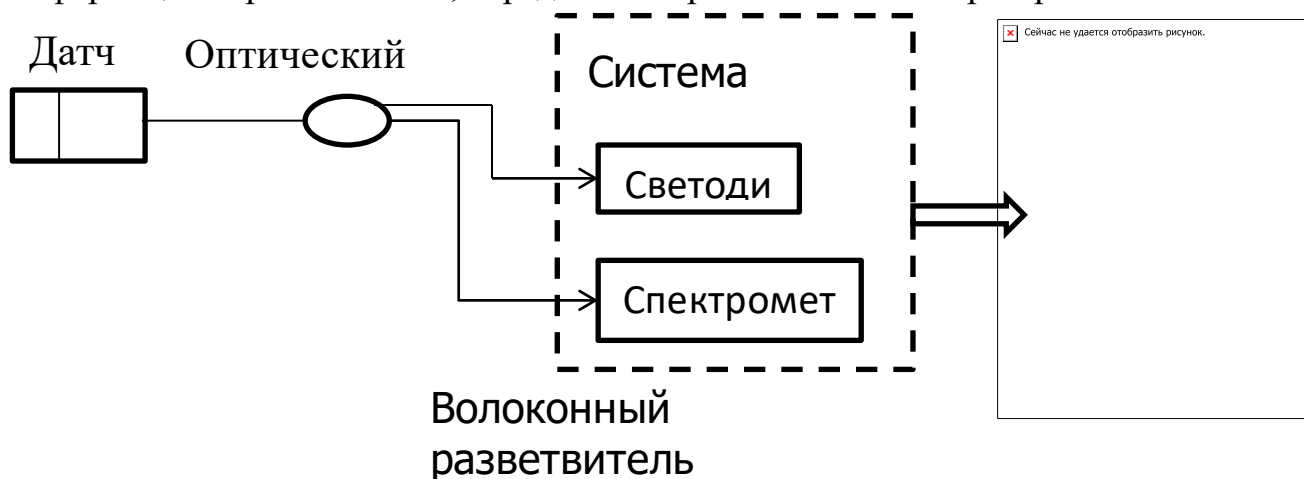


Рис. 2. Принцип передачи информации.

Волоконно-оптические датчики работают без внешнего питания, что позволяет размещать их в удаленном месте на линиях как постоянного, так и переменного тока в том числе они не оказывают влияния на линию и не могут помешать её работе.

Одним из преимуществ оптоволоконных датчиков является:

- большой диапазон контроля деформаций (до 5%);
- интеграция датчиков в структуру объекта измерения;
- возможность использования датчиков в контакте с горючими смесями (пожаробезопасность);
- возможность более плотной схемы укладки датчиков на контролируемом объекте по сравнению с традиционными подходами;
- передача сигнала на дальние расстояния (до 50 км);
- интеграция нескольких датчиков в одном оптоволокне (от 40 до 160 датчиков);
- отсутствие чувствительности к электромагнитным воздействиям;

– относительно высокая химическая стойкость, в том числе отсутствие коррозии.

Принцип работы датчиков основан на оптических решетках Брэгга, заключается в следующем: при прохождении света по оптоволокну происходит его частичное отражение от неоднородностей в сердечнике оптоволокна. Длина волны отраженного света кратна периоду неоднородностей в решетке. При деформации оптоволоконного датчика деформируется решетка Брэгга [3].

Таким образом, изменяется период неоднородностей в решетке и, как следствие, изменяется отраженная длина волны датчика. По величине изменения отраженной длины волны определяется величина относительной деформации (рис. 3).

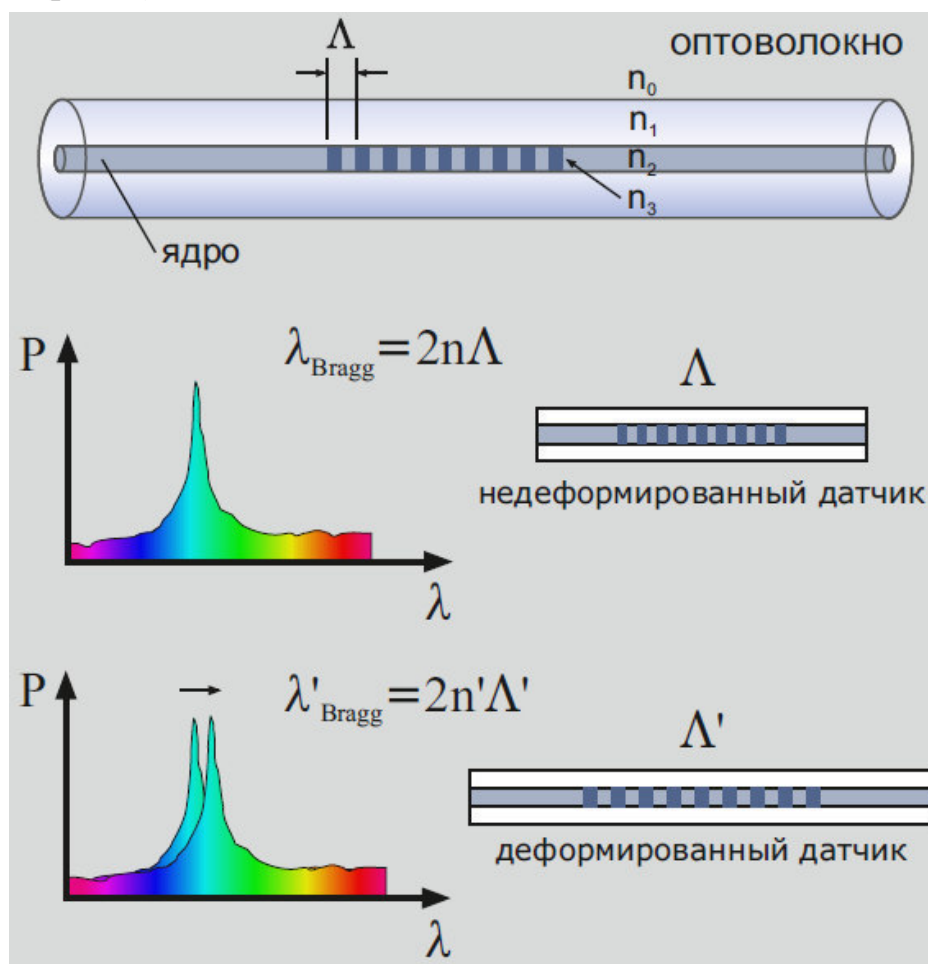


Рис. 3. Изменение длины волны сигнального излучения под действием деформации.

На сегодняшний день для определения состояния контактной подвески существует комплекс волоконно-оптических датчиков. Это единственный

подходящий тип датчиков из-за их небольших размеров и с помощью одного оптического волокна используют для передачи сигнала, вместо многих соединительных кабелей.

Система встроенной диагностики позволит повысить надежность работы токосъема, снизить число отказов и повреждений.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» А. Н. Смердин, ОмГУПС.

Список литературы

1. Михеев, В. П. Контактные сети и линии электропередачи / В. П. Михеев. – М.: Маршрут, 2003. 416 с.
2. Usuda T. Detecting method of pantograph failure by measuring catenary vibration / T. Usuda, M. Ikeda, T. Koyama / Railway Technical Research Institute. Tokyo, 11 p.
3. <http://www.nevatec.ru/Brochure/MCAx.pdf>.

УДК 621.311.22:543.423.1

К. И. Фомиченко

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИК ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПРЕДАВАРИЙНОГО СОСТОЯНИЯ НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИКИ

В статье рассмотрено влияние размерных параметров микроструктуры стали 20 на аналитический сигнал оптико-эмиссионного спектрального анализа. Проведены испытания на образцах с заданными параметрами. Установлено, что интенсивности спектральных линий Mn, Fe, Si, являются чувствительными к изменению средней площади зерна.

Ключевые слова: атомно-эмиссионный спектральный анализ, образцы с заданными свойствами, термообработка, структура материала.

IMPROVEMENT OF PRE-EMERGENCY STATE ENERGETICS OBJECTS DIAGNOSTICS METHODS

The influence of dimensional parameters steel 20 microstructure on the analytical signal of optical emission spectroscopic analysis is considered in the article. Tests were carried out on samples with specified parameters. It is established that the intensities of the spectral lines Mn, Fe, Si, are sensitive to changes in the average grain area.

Keywords: atomic-emission spectral analysis, samples with given properties, heat treatment, material structure.

Введение

В настоящее время на предприятиях теплоэнергетики основным методом контроля микроструктуры металлов является металлографический анализ. Одним из основным контролируемых параметров при оптической микроскопии является размер зерен, поскольку размерность микроструктуры оказывает значительное влияние на эксплуатационные свойства тепломеханического оборудования. Ранее было показано [1], что увеличение степени однородности зеренной микроструктуры оказывает значительное влияние на коррозионную стойкость труб, изготовленных из стали 20 и применяемых в качестве тепловоспринимающих элементов котлов. Металлография относится к разрушающим методам контроля и характеризуется тем, что при ее выполнении нарушается целостность объекта контроля (необходимо брать вырезку на исследование). Так же к недостаткам данного метода относятся длительность и высокая стоимость. Поэтому остаются актуальными вопросы разработки методов экспрессного контроля структуры металла. В настоящее время большое распространение получил атомно-эмиссионный спектральный анализ материалов. В работах [2, 3] была обнаружена зависимость результатов спектрального анализа от уровня микроповрежденности металла пароперепускных труб. Было обнаружено, что при одинаковом химическом составе различия в спектрах исследуемых образцов обусловлены разностью их структуры. Такое влияние структуры объясняется изменением условий испарения пробы, а также разностью соотношения атомов элемента между твердой и парообразной фазами [4]. В связи с вышеизложенным, в данной работе проведено исследование размерных характеристик микроструктуры

стали 20 методами спектрального анализа. Для реализации поставленной цели были изготовлены образцы с известными структурными параметрами, на которых проведены испытания традиционными и спектральным методом.

Материалы и методики эксперимента

Образцы стали 20 (состав, массовых долей, %: углерод $0,175 \pm 0,016$, кремний $0,27 \pm 0,03$, марганец $0,45 \pm 0,03$, хром $0,081 \pm 0,008$, никель $0,033 \pm 0,008$, медь $0,041 \pm 0,008$, сера $0,004 \pm 0,002$, фосфор $0,007 \pm 0,002$, остальное железо), вырезанные из трубной заготовки в виде цилиндров с типоразмером $32,0 \times 6,0$ мм подвергались нормализации при температурах 900°C (образец №1), 910°C (образец №2), 920°C (образец №3), 930°C (образец №4), 940°C (образец №5), 950°C (образец №6). Нормализация проводилась в печи муфельной МИМП–10У. Для морфологического анализа структурных составляющих стали применялся металлографический анализатор фрагментов микроструктуры твердых тел «Ресурс С7», включающий в себя инвертированный микроскоп Olympus GF41 с программным обеспечением SIAMS Photolab (относительная погрешность измерений от $\pm 0,25\%$ (при увеличении до $\times 500$ включительно) до $\pm 0,65\%$ (при увеличении свыше $\times 500$)). Механические испытания проводились на разрывной машине Р-5 по ГОСТ 10006-80 (погрешность измерения составила 5%). Оптико-эмиссионный спектральный анализ выполнен с помощью спектрометра Аргон-5СФ по ГОСТ 18895-97 [5]. Погрешность анализа варьировалась от 3% (при концентрации элементов от 1%) до 10% (при концентрации элементов до 1%). Режим работы генератора выбирался с укороченным временем обжига, но при экспозиции, соответствующей нормальному режиму. Также в электрическую цепь вводились дополнительные сопротивления, для уменьшения мощности разряда (режим обыскривания – «слабый»). Благодаря такому режиму наблюдался наибольший отклик на изменение параметров спектра образцов, описанных ранее, в зависимости от структуры.

Результаты и их обсуждение

Механические свойства и размерные характеристики зерен термообработанных образцов приведены в табл. 1. Установлено, что температура нормализации оказывает значительное влияние на механические свойства и микроструктурные свойства образцов из стали 20. По мере уменьшения размера зерна улучшается пластинчатость образцов и уменьшается

их прочность, но остаются в рамках требований технических условий на поставку.

Таблица 1

Механические свойства и структура образцов

Температура нормализации, °C Параметр	900	910	920	930	940	950
Предел прочности (σ_b), кгс/мм ²	54,1	55,2	48,7	55,6	55,6	56,6
Предел текучести (σ_t), кгс/мм ²	42,0	37,2	36,4	48,4	49,8	48,8
Относительное удлинение (δ), %	46,7	30,3	30,3	29,7	28,3	28,3
Относительное сужение (ψ), %	51,6	62,2	65,1	47,2	45,0	45,0
Средняя площадь зерна, мкм ²	71,2	61,8	55,8	55,7	60,3	48,7

При рассмотрении спектров образцов полученных в ходе эксперимента, отмечен ряд линий имеющих наибольшие различия в уровнях абсолютных интенсивностей. Длины волн и значения абсолютных интенсивностей линий указаны в табл. 2.

Таблица 2

Интенсивности и параметры линий, чувствительных к изменению структуры

$t_{\text{норм}}$	Элемент	Линия сравнения	Элемент	Линия сравнения	Элемент	Линия сравнения
	C	Fe	Si	Fe	Mn	Fe
	193.090	192.599	211.696	208.412	293.691	292.659
900	276069	368287	187177	586957	936225	783907
910	221857	396198	224440	683545	1192982	1029020
920	273296	474209	236215	767151	1173189	984589
930	263055	446866	228647	734910	1154286	954154
940	236646	450354	249879	795162	1264433	1119581
950	193744	320058	184135	541042	1018841	855401

При сравнении результатов спектрального анализа и структурных характеристик образцов, выявлено, что по мере увеличения средней площади зерна стали, происходит увеличение абсолютных интенсивностей линий Mn, Si, Fe. При достижении площади зерна в 60 мкм^2 и дальнейшем его увеличении происходит снижение уровня интенсивностей линий. Спектры образцов, наложенные друг на друга, приведены на рис. 1. На графике (рис. 1) показано увеличение интенсивности линии Mn от увеличения средней площади зерна. Данная зависимость наблюдается для линий Mn, Si, Fe чувствительных к изменению структуры.

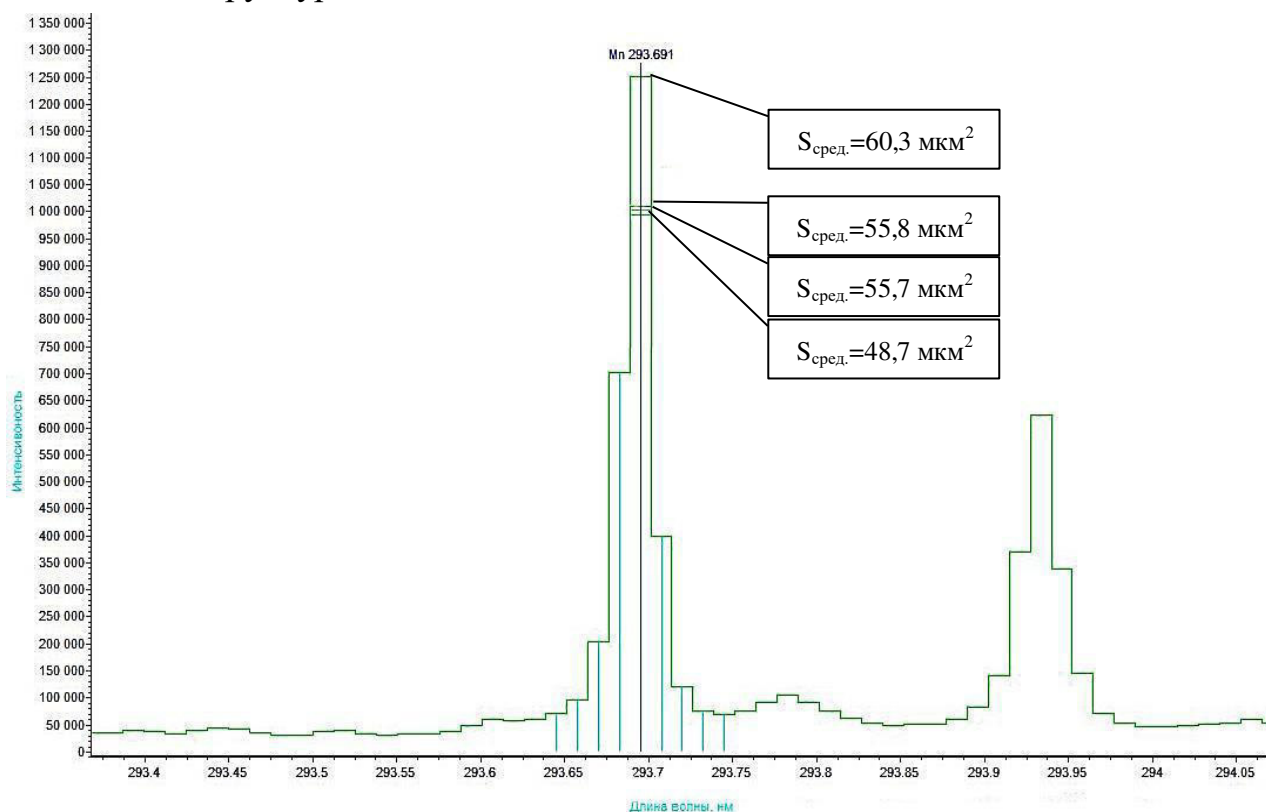


Рис. 1. Интенсивности спектральных линий Mn в диапазоне 293-294 нм.

Различия в интенсивностях некоторых линий достигают 30% что свидетельствует о явном отклике параметров спектра на изменение структуры стали образцов.

Для количественной оценки средней площади зерна металла представленных образцов необходима дальнейшая обработка данных по алгоритму, представленному в работе [4]. Для этого нужно произвести калибровку спектрометра по изменению размерных характеристик зерна исследуемых образцов при помощи предложенной функции, аргументами

которой являются интенсивности спектральных линий, реагирующих на изменения в спектре и их линии сравнения. Вид функции представленной в выражении (1) обоснован в работе [4].

$$F = \frac{a_1 \cdot I_C + a_2 \cdot I_{Si} + a_3 \cdot I_{Mn}}{b_1 \cdot I_1 + b_2 \cdot I_2 + b_3 \cdot I_3} \quad (1)$$

где I_C – интенсивность линии C с длиной волны 193,090 нм;

I_{Si} – интенсивность линии Si с длиной волны 211,696 нм;

I_{Mn} – интенсивность линии Mn с длиной волны 293,691 нм;

I_1, I_2, I_3 – интенсивности линий сравнения Fe (192,59; 208,41; 292,65 нм);

a_1, a_2, a_3 – весовые коэффициенты, чувствительных линий;

b_1, b_2, b_3 – весовые коэффициенты, линий сравнения.

Весовые коэффициенты $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3$ находятся при решении задачи оптимизации, при условии максимума коэффициента детерминации ($R^2 \rightarrow 1$). Расчетные значения по выражению (1) приведены в табл. 3 и 4, а вид градуировочной зависимости представлен на рис. 3.

Таблица 3

Значения функции F

Температура нормализации	900	910	920	930	940	950
Функция F	0,47163	0,47064	0,47006	0,47022	0,47065	0,46951
Средняя площадь зерна, $S_{\text{мкм}^2}$	71,2	61,8	55,8	55,7	60,3	48,7

Таблица 4

Значения весовых коэффициентов

a_1	a_2	a_3	b_1	b_2	b_3	R^2
–0,03825	1	–0,06104	0	0,32656	0,07864	0,9887

Дальнейшие исследования следует направить на повышение чувствительности характеристической функции и ее устойчивость при вычислении конечного результата.

Проведенные исследования позволяют расширить стандартное назначение приборов атомно-эмиссионного спектрального анализа с возможностью оценки средней площади зерна металла.

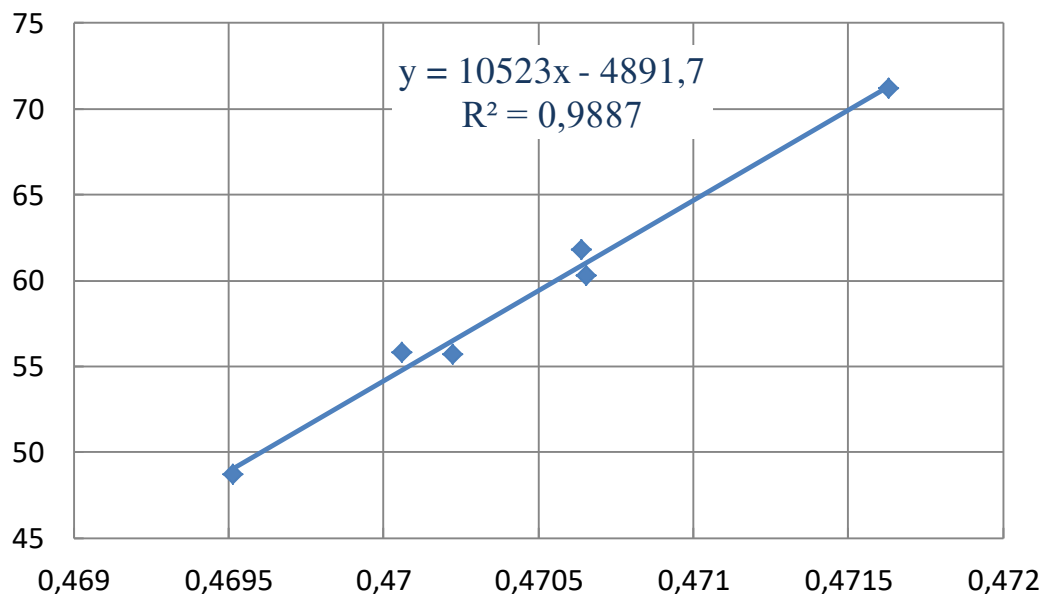


Рис. 2. Градуировочная зависимость средней площади зерна S (вертикальная ось) от характеристической функции F (горизонтальная ось).

Заключение

Проведенные исследования показали, что при использовании «слабого» режима обескряживания, оптико-эмиссионный спектральный анализ является чувствительным к размерным характеристикам микроструктуры стали 20. При установлении функции зависимости «аналитический сигнал-структура» возможно расширение области использования приборов спектрального анализа.

Научный руководитель – д.т.н., профессор кафедры «Теоретическая электротехника» А. А. Кузнецов, ОмГУПС.

Список литературы

1. Помазова, А. В. Роль структурных факторов в повышении коррозионной стойкости трубной стали при циклической термообработке / А. В. Помазова, Т. В. Панова, Г. И. Геринг // Известия Томского политехнического университета. – 2015. – Т. 326. № 5. – С. 15–21.

2. Фомиченко, К. И. исследование структурных отличий теплоустойчивой стали 12Х1МФ средствами спектрального анализа / К. И. Фомиченко, А. А. Кузнецов, А. В. Помазова // Сварка и диагностика. Екатеринбург: УрФУ, 2016. С. 452.

3. Фомиченко, К. И. Исследование теплоустойчивой стали 12Х1МФ в процессе длительной эксплуатации котельного оборудования методом спектрального анализа / К. И. Фомиченко, А. А. Кузнецов, А. В. Помазова // Приборы и методы измерений, контроля качества и диагностики в промышленности и на транспорте: Материалы всеросс. науч.-техн. конф. с междун. участием / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2016. С. 118.

4. Кузнецов, А. А. Оценка структурных параметров стали методом атомно-эмиссионной спектроскопии. / А. А. Кузнецов, А. В. Глазырин // Омский научный вестник. №3 (112). 2012. С. 240 – 245.

5. ГОСТ 18895-97. Сталь. Метод фотоэлектрического спектрального анализа. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002 – 12 с.

УДК 658.78

Е. И. Борzych

Белорусский государственный университет транспорта,
Республика Беларусь, г. Гомель

ПРИМЕНЕНИЕ ШТРИХОВОГО КОДИРОВАНИЯ В РАБОТЕ СКЛАДА

В данной статье рассматривается система штрихового кодирования, приведены способы кодирования информации. Изложены основные преимущества данной технологии и параметры эффективного ее использования.

Ключевые слова: технология штрих-кодирования, складская деятельность, система автоматической идентификации, маркировка.

THE USE OF BAR CODING IN THE WAREHOUSE

This article discusses the system of bar coding, are ways of encoding information. Describes the main advantages of this technology and the parameters for its effective use.

Keywords: technology of bar-coding, warehouse activities, the system of automatic identification, labeling.

В настоящее время существует большое число различных параметров, которые характеризуют материальные потоки в логистике. К ним можно отнести: ассортимент, весовые и габаритные характеристики, потребительские свойства, тару, упаковку и другое. Данные параметры вызывают необходимость автоматической идентификации продукции, упаковки, тары, грузовых единиц и т.д.

Особое место среди технологий автоматической идентификации занимают технологии штрихового кодирования. С помощью штрих-кодирования можно узнать всю информацию о товаре: страна-изготовитель; знак товара, изготовленного по лицензии; код товара и др.

Эта удобная и относительно простая технология была придумана в конце 50-х годов американским инженером Давидом Коллинзом. Он работал на железной дороге и в его обязанности входила сортировка вагонов, отслеживание их номеров, а также путей назначения. Эта достаточно рутинная и тяжелая работа подтолкнула Коллинза к разработке нового решения – использовать освещение для номеров вагонов от прожекторов и считывать их посредством фотоэлементов. Для упрощения задачи он придумал выполнять запись номеров помимо обычных цифр еще специальным кодом. Этот код представлял собой шифровку в виде синих и красных полос, которые стали устанавливать на стенку вагонов в виде прямоугольника длиной до 50 см. Несколько позже, молодому изобретателю удалось усовершенствовать технологию штрих-кодирования. Вскоре она стала известна и популярна во всем мире.

Штриховой код – графическая информация, наносимая на поверхность, маркировку или упаковку изделий, предоставляющая возможность считывания её техническими средствами – последовательность чёрных и белых полос, либо других геометрических фигур.

Внедрение штрихового кодирования связано с развитием информационных технологий, широким внедрением ЭВМ в производство и торговлю. В результате этого появилась возможность упростить документальное оформление товаров на различных этапах.

Преимуществами использования штрих-кода являются:

- скорость проявляется в том, что штрих-код из тринадцати символов вводится приблизительно со скоростью, которая требуется оператору для двух нажатий клавиши на клавиатуре.
- точность (на каждые 1 000 знаков, напечатанных оператором с клавиатуры, в среднем фиксируется около десяти ошибок и опечаток; для оптического распознавания текста *OCR* – одна ошибка в каждых 10 000 знаков, а при считывании штрих-кода приблизительно одна ошибка на каждых 70 000 000 знаков;
- простота использования (операторы сканеров штрих-кода обучаются использовать оборудование меньше чем за 15 минут);
- затраты на систему ниже чем на другие средства ввода данных из-за простой интеграции сканирующего оборудования с компьютером и программным обеспечением штрих-коды легко читаются тысячами доступных устройств, и могут быть напечатаны обычными офисными принтерами.

Существуют различные способы кодирования информации, называемые штрих-кодowymi кодировками или символиками. Различают линейные и двухмерные символика штрих-кодов.

Линейные или простые – это штрих-коды читаемые лишь в одном направлении (горизонтальном). Наиболее распространённые линейные символика *EAN*, *UPC*, *Code39*, *Code128*, *Codabar*, *Interleaved 2 of 5*. Символика позволяют кодировать небольшой объем информации – до 20-30 символов, с поддержкой простых штрих-кодов доступных для чтения дешевыми сканерами.

Двухмерные штрих-коды или «макси-коды» разработаны для кодирования большого объема информации (до нескольких страниц текста). Двухмерный код считывается при помощи специального сканера двухмерных кодов и позволяет быстро и безошибочно вводить большой объем информации. Расшифровка такого кода проводится в двух измерениях (по горизонтали и по вертикали).

Для нанесения кодов используют принтеры, которые обеспечивают оперативное изготовление этикеток на товары и упаковку непосредственно у изготовителя продукции, оптового или розничного продавца, если они поступают без штриховых кодов.

Технология штрихового кодирования включает в себя следующие операции:

- идентификацию объекта после присвоения ему цифрового, буквенного или буквенно-цифрового кода;
- представление кода в виде штрихов и пробелов с использованием определенной символики;
- нанесение штриховых кодов на носители информации (товар, тару, упаковку, маркировку, документы);
- считывание штриховых кодов;
- преобразование штриховых кодов в сигналы, пригодные для автоматической обработки данных, и передача их на компьютер.

Выполнение указанных операций осуществляется на основе стандартных правил, норм и требований, обеспечивающих их полную совместимость.

Штриховой код является одним из средств системы автоматической идентификации товара, к которой также относятся средства цифровой, магнитной, радиочастотной, звуковой и визуальной идентификации (магнитная карточка, радиочастотная бирка)

Главное преимущество штрихового кода перед другими средствами автоматической идентификации заключается в его возможности оперативно передавать информацию о товаре по системе электронной связи.

Можно выделить следующие основные преимущества штрих-кодирования на складе:

- увеличение количества информации, вводимой в базу данных за единицу времени;
- повышение точности данных о складских запасах;
- снижение затрат на проведение инвентаризации;
- увеличение точности данных, получаемых с контрольно-кассовых аппаратов;
- уменьшение количества ошибок при приеме и отгрузке товара;
- повышение производительности труда;
- повышение объемов реализации продукции;
- уменьшение количества складских остатков.

Главным приоритетом внедрения штрихового кодирования на складе является значительное повышение качества переработки товара за счет

автоматизации складских операций. При этом немаловажным является исключение человеческого фактора, что позволяет уменьшить количество ошибок, а также снижает издержки и увеличивает скорость движения товаров.

Целесообразно является использовать штриховое кодирование на складах с достаточно большим количеством позиций и большим оборотом товара. Также удобно использовать эту систему при наличии товаров, схожих по внешнему виду, но отличающихся по размерам, фасонам. Основным результатом введения штрих-кодирования является значительное снижение пересортицы и повышение скорости оформления расходных документов при отгрузке товара со склада. Существенно ускоряется проведение инвентаризаций с помощью сканера с радиочастотным терминалом, поскольку отпадает необходимость вручную переписывать каждую позицию, находящуюся на складе.

Если код товара занесен в номенклатурный справочник склада, значительно повышается скорость приемки грузов. Создание приходной накладной сводится фактически к сканированию штрих-кодов принимаемых на склад товаров. Исчезает необходимость вести долгий поиск в справочнике каждого товара и заносить его в накладную. Такая практика распространена сейчас достаточно широко, например многие отделы приемки супермаркетов работают по этому принципу.

Если же товары поступают на склад, не имея штрих-кодов, то необходимо вручную обрабатывать полученный товар.

При печати этикеток желательно, чтобы на них помимо штрих-кода размещалась дополнительная информация о товаре, хотя бы обозначение артикула. Если указаны еще и отличительные особенности товара, это существенно облегчает работу при наклейке этикеток. Только в этот момент может зародиться пересортица из-за неправильной наклейки штрих-кодов, потом ее просто не будет.

Усилия, потраченные на нанесение штрих-кода, обычно окупаются при отпуске товара со склада. Товар, собранный отборщиком по маршрутной карте, перепроверяется кладовщиком с помощью сканера за короткий промежуток времени. При этом параллельно формируется расходная накладная. Некоторые склады, хранящие товары только со штрих-кодами, позволяют себе запускать

на склад клиентов, чтобы они сами выбирали себе товар, как в магазине самообслуживания.

Нужно учесть, что вышесказанное относится к складам с большим оборотом, когда важно быстро и без пересортицы собрать заказ из многих позиций. Если же в день на складе производится только 3-4 операции, то использование штрих-кодирования становится нерентабельным, поскольку вложенные в технологию средства не окупаются. Чем больше операций будет производиться по обработке штрих-кода, тем выше производительность системы.

Для правильной оценки силы эффективности использования данной технологии, необходимо определить следующие параметры:

1. Рентабельность инвестиций в систему штрихового кодирования. При установке данной системы могут потребоваться более современные компьютеры, а также оптико-волоконная радиосвязь внутри и вне склада. Потребуется и новая система обучения персонала. По оценкам экспертов складские затраты в товарообороте среднего торгового предприятия составляет примерно 4-6%. Автоматизация может снизить этот показатель на 1-2%. Период окупаемости может составить около года, если годовой оборот будет около 20 млн. у.е.

2. Уровень построения складских операций. Значительного эффекта от использования системы можно добиться в том случае, когда все процессы и операции на складе четко определены. В обратном случае неупорядоченное управление складом может повлечь за собой большие убытки.

3. Тип и организация построения склада. Перед тем как вводить систему штрихового кодирования, склад должен быть соответствующе оснащен, то есть в нем должны присутствовать стеллажи, а также подъемно-транспортное оборудование. Нужно также грамотно продумать систему размещения товаров по местам хранения и зонирование.

4. Складской учёт. Для успешного использования автоматизированной системы необходима установленная система учета. Технология штрихового кодирования не создает эффективный учет автоматически, поскольку данная система – это всего лишь метод идентификации и маркировки товара.

5. Система управления складом. Для ведения складской деятельности используется центр управления автоматизированными процессами и

операциями на складе. От того, насколько эффективно будет программное обеспечение, зависит показатель издержек при складских операциях. При этом рекомендуется присваивать артикулу товара несколько штриховых кодов: код поставщика, складской внутренний код и код клиентов. При такой системе маркировки и идентификации процессы хорошо автоматизированы, что позволит сократить издержки на обработку товаров, особенно для розничной штучной продукции.

6. Кадры. Внедрение новых технологий потребует обучение персонала. Конечно, автоматизация позволяет уменьшить человеческий фактор и сократить использование ручного труда, но для эффективного управления складом нужен квалифицированный персонал.

Вывод: Автоматизированная штрих-кодовая система может быть эффективна не на всех предприятиях, и не всегда может обеспечить ожидаемые результаты. Для того, чтобы инвестиции, затраченные на внедрение системы могли окупиться в ряде случаев необходимо повысить товарооборот и увеличить прибыль. Только с учетом данных условий штрих-кодирование позволит добиться положительного эффекта и выйти на более высокий уровень обслуживания клиентов.

Научный руководитель – старший преподаватель кафедры «Управление грузовой и коммерческой работой» Е. В. Малиновский, БелГУТ.

Список литературы

1. Аникин, Б. А. Логистика. Под ред. Б. А. Аникина, Т. А. Родкиной – 2-е. – М.: Проспект, 2010. – С. 406.
2. Фролова, Г. «Зачем нужен штрих-код?». / Г. Фролова // Журнал «Склад и Техника» №10/2006.
3. Бесплатная онлайн энциклопедия «Википедия». Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/>.

А. А. Арбузова

Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ НА ЭТАПЕ ПРЕДПРОЕКТНОЙ ПРОРАБОТКИ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ

Работа посвящена разработке методов использования спутниковых технологий при разработке предпроектных решений по развитию железнодорожных станций с применением систем автоматизированного проектирования.

Ключевые слова: станционный путь, спутниковые технологии, вместимость пути, переустройство, реконструкция станций.

DEVELOPMENT OF METHODS FOR USING GEOINFORMATION RESOURCES AT THE STAGE OF PRE-PROJECT DEVELOPMENT OF THE DEVELOPMENT OF RAILWAY STATIONS

The work is devoted to the development of methods of using satellite technologies in the development of pre-project solutions for the development of railway stations using computer-aided design systems.

Keywords: station yard, satellite technologies, track capacity, reorganization, reconstruction of railway stations.

На сегодняшний день при развитии инфраструктуры железнодорожных станций на этапе предпроектного технико-экономического обоснования разрабатываются варианты переустройства с помощью актуального топографического плана. Однако его получение является трудоемкой, дорогостоящей и долгосрочной работой. Весьма перспективным является использование цифровых моделей путевого развития, получаемых по результатам инструментальной, в том числе, с использованием спутниковых технологий, съемки. Такие модели обеспечивают наибольшую точность отображения существующего путевого развития, однако также требуют

выполнения предварительных работ на конкретном объекте с использованием специализированного оборудования и программного обеспечения.

При этом на этапе предпроектной проработки вариантов развития объектов транспортной инфраструктуры, в частности, железнодорожных станций, путей общего и необщего пользования, цифровые данные о существующем путевом развитии часто отсутствуют. Более того, в ряде случаев отсутствуют даже масштабные планы путевого развития. В таких условиях задача разработки предпроектных решений по реконструкции с приемлемой точностью существенно осложняется. Это приводит к существенным потерям времени, увеличению трудоемкости работ, сокращению количества рассматриваемых вариантов до минимума.

Для предпроектной проработки и принятия решений по развитию железнодорожных станций предлагается использовать возможности открытых, общедоступных геоинформационных ресурсов, предлагающих результаты съемки земной поверхности разнообразными спутниками, с различной степенью обработки и дополнительными данными.

В рамках выполнения работ предполагается разработать набор методов, которые позволят использовать существующие возможности открытых геоинформационных ресурсов для предпроектной проработки решений по реконструкции путевого развития железнодорожных станций, от этапа анализа местных условий расположения станции и существующих смежных объектов инфраструктуры, до этапа приближенного расчета объемов и стоимости основных работ по реконструкции [1].

Целью работы является разработка методов применения открытых спутниковых геоинформационных ресурсов при автоматизации разработки предпроектных решений по развитию железнодорожных станций в системах AutoCad, Компас.

Задачи исследования:

- 1) Анализ возможностей существующих открытых спутниковых геоинформационных ресурсов по получению данных о существующих объектах железнодорожной инфраструктуры, выбор базовых ресурсов для извлечения данных.

- 2) Разработка методов трансляции графических данных в системы AutoCad, Компас для формирования плоскостной цифровой подложки.

3) Разработка метода безынструментального получения данных о рельефе местности по спутниковым фотографиям произвольного объекта транспортной инфраструктуры.

4) Анализ существующего путевого развития железнодорожной станции и местных условий с использованием общедоступных спутниковых снимков (на примере пилотного объекта – станции Алтайская);

5) Разработка принципиальных вариантов переустройства с использованием цифровой подложки в стандартных САПР;

6) Построение псевдомасштабной схемы существующего путевого развития и проекта реконструкции с привязкой к местности;

7) Разработка методов определения ориентировочного объема и стоимости основных работ по реконструкции железнодорожной станции с использованием данных открытых геоинформационных ресурсов.

Предложенные методы и алгоритмы действий позволят повысить качество и сократить длительность принятия решений при отсутствии точной цифровой модели объекта транспортной инфраструктуры, сократить затраты труда и времени, увеличить вариативность и глубину проработки предпроектных решений по развитию железнодорожных станций, путей общего и необщего пользования.

Методика исследования основывается на следующих методах: направленный поиск геоинформационных интернет-ресурсов, предоставляющих данные об объектах железнодорожной инфраструктуры по сформированному набору критериев; методы цифровой обработки изображений; методы вариантного проектирования железнодорожных станций с использованием САПР AutoCad, Компас; методы поддержки принятия решений.

Ожидаемым результатом станет набор методов применения открытых спутниковых геоинформационных ресурсов при автоматизации разработки предпроектных решений по развитию железнодорожных станций в системах AutoCad, Компас, апробированных на пилотном объекте – сортировочной станции Алтайская Западно-Сибирской железной дороги.

Тяжеловесное движение организовано на Среднесибирском ходу Алтайская – Среднесибирская – Карасук – Входная, где перевозится основной объем угольных грузов [2].

Повышение весовой нормы поездов требует развития станционной инфраструктуры, в том числе сортировочных станций.

Станция Алтайская формирует и отправляет поезда весом 9000 т на Запад по Среднесибирскому ходу.

Увеличение объёмов формирования тяжёловесных поездов требует развития станции.

Необходимо разработать варианты переустройства выходной горловины парка «С» с целью удлинения сортировочных путей.

Проанализировано путевое развитие, а также местные условия расположения выходной горловины парка «С», создана цифровая подложка в САПР Компас.

Восстановлен план существующего путевого развития в масштабе с учетом норм проектирования железнодорожных станций, приведенный на рис. 1.



Рис. 1. Восстановленный план путевого развития на цифровой подложке.

Разработано два варианта удлинения путей и выполнена накладка на цифровую подложку и корректировка вариантов.

Во втором варианте изменена схема примыкания путей 5-7 для увеличения их полезной длины.

Первый и второй варианты представлены на рис. 2, 3 соответственно.

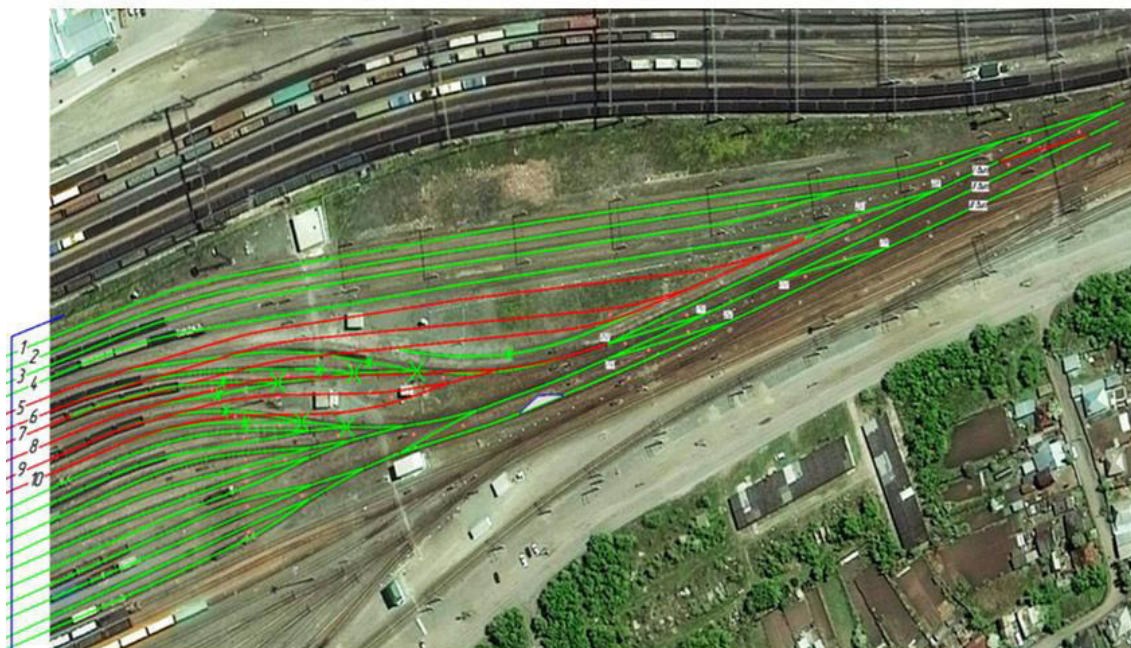


Рис. 2. Масштабная накладка переустроенного путевого развития (первый вариант).

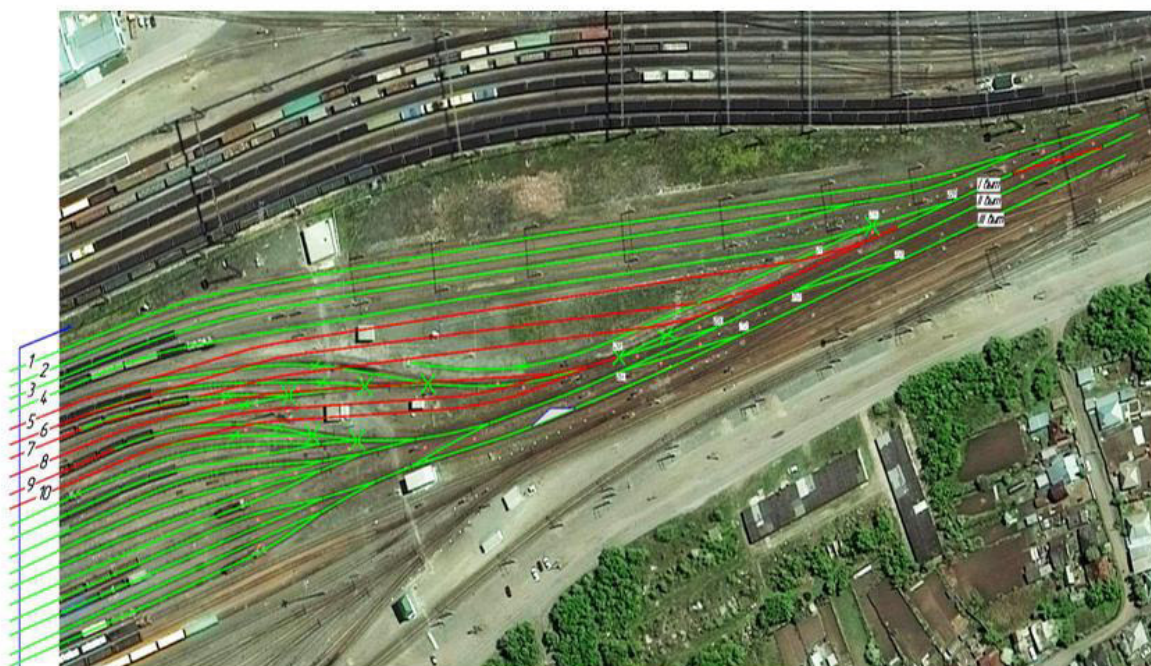


Рис. 3. Масштабная накладка переустроенного путевого развития (второй вариант).

Эффект от переустройства выражается в увеличении вместимости путей. Изменение полезной длины может определяться по масштабной накладке.

Установлено, что второй вариант является предпочтительным для включения в детальную проектную проработку.

Увеличение полезной длины по второму варианту показано на рис. 4.

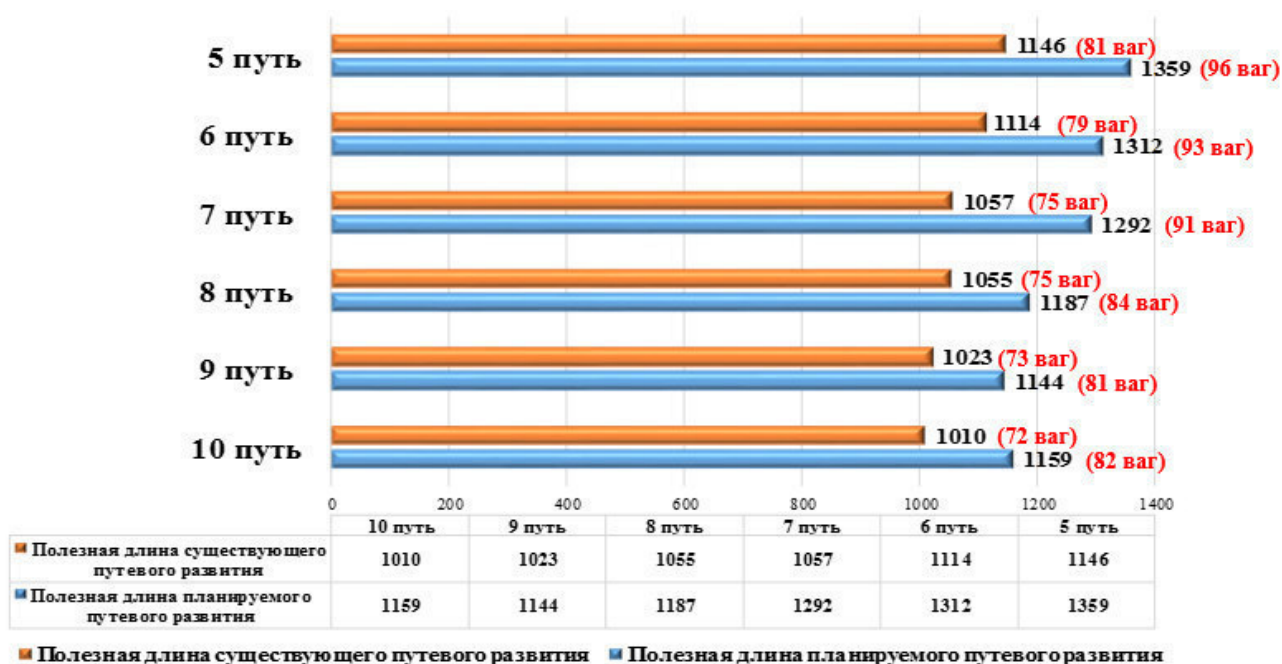


Рис. 4. Увеличение полезной длины.

С использованием псевдомасштабной схемы определены предварительные объемы основных работ и их ориентировочная стоимость по вариантам переустройства. Стоимость работ по второму варианту составила 32,5 млн. рублей.

Эффективность предлагаемого метода заключается в:

- снижении трудоемкости разработки вариантов переустройства на предпроектном этапе;
- увеличении качества отбора вариантов переустройства за счет более полного учета местных условий;
- получении псевдомасштабной схемы, которая может использоваться для оценки не только принципиальных конструктивных решений, но и эксплуатационных показателей работы станции;
- возможности более точного сравнения вариантов развития станций и других объектов с учетом экономических критериев.

Результаты, полученные по пилотному объекту, могут быть использованы на железнодорожной станции Алтайская при переустройстве инфраструктуры и оптимизации технологии работы станции.

Эффективность исследования заключается в минимизации сроков, трудоемкости и стоимости работ на этапе принятия предпроектных решений по выбору оптимального варианта переустройства путевого развития железнодорожных станций, путей общего и необщего пользования в условиях отсутствия цифровых моделей и топографических планов объектов транспортной инфраструктуры.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Железнодорожные станции и узлы» С.В. Карасев, СГУПС.

Список литературы

1. Карасёв, С. В. Использование цифровых спутниковых снимков при решении задач развития технического оснащения и технологии работы железнодорожных станций / С. В. Карасёв, В. А. Романов // Техника. Технологии. Инженерия. — 2017. — №1. — С. 50–54.

2. Пехтерев, Ф. С. Эффективность организации движения поездов 9000 т на выделенных направлениях / Ф. С. Пехтерев // Железнодорожный транспорт. — 2012. — №6. — С. 6–10.

УДК 004.932.2

В. С. Ветошкин

Ростовский государственный университет путей сообщения, г. Ростов-на-Дону

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОМ ФУТБОЛЕ

Время массового внедрения информационных технологий при организации футбольных состязаний только лишь наступает. Система футбольных состязаний неизбежно стремится к совершенству, а следовательно, обязательно будут вводиться новые информационные технологические процессы, которые дадут возможность в разы повысить уровень проведения футбольных матчей.

Ключевые слова: информационные технологии, спортивные мероприятия, система фиксирования взятия ворот.

PROBLEMS OF INTRODUCTION TECHNOLOGIES IN MODERN FOOTBALL

The mass introduction of information technologies in the organization of football competitions only comes. The system of the football competitions inevitably strives for perfection, and therefore, will be to introduce new information processes, which will enable to increase the level of football matches.

Keywords: information technology, sports activities, the system of fixing a goal.

Основной задачей моей статьи представляется анализ имеющихся информативных технологий (далее-ИТ), проблемы их применения и инновационные технологии, которые смогут использоваться в обозримой перспективе в ходе моделирования действий футболистов и организации футбольных состязаний. Объектом изучения представляется результативность и задачи использования данных ИТ.

В предоставленной работе обсуждаются нижеперечисленные ИТ, которые в настоящий момент начинают использоваться во время проведения футбольных матчей:

- *Brazucam* – футбольный мяч с интегрированными камерами;
- *GoalControl* – система фиксирующая взятие ворот (гола).

Технология *Brazucam* – футбольный мяч, с интегрированными в него камерами. Эта разработка является усовершенствованием футбольного мяча *Brazuca*, изобретенной фирмой *Adidas*, для непосредственного применения на мировом чемпионате по футболу в Бразилии. Мяч, изготовленный по технологии *Brazucam*, отличается от обыкновенного мяча, тем, что в него вмонтированы шесть специальных высококачественных видеокамер. Его внешний вид изображен на рис. 1.

Представленная ИТ предоставляет возможность просмотра футбольных матчей с таких ракурсов, которые ранее даже невозможно было представить. Можно быть уверенным, что это массовое внедрение системы *Brazucam* значительно повысит число футбольных болельщиков благодаря тому что, что новейшая ИТ расширяет способности видео операторов и режиссёров во время телетрансляции футбольного матча, в различных ракурсах. В случае если сегодня телезрители смогут наблюдать за игрой только лишь «от футболиста»,

то в случае использования ИТ *Brazucam* болельщик получит возможность просмотра матча «от футбольного мяча».



Рис. 1. Футбольный мяч, разработанный по системе *Brazucam*.

В дальнейшем указанная система может применяться и с целью установления офсайдов и моментов «взятия ворот» в спорных и сложных моментах игры. Данное нововведение даст возможность абсолютно точно определять голы в самых сложнейших игровых ситуациях и офсайды при дополнительном просмотре момента. Однако управление УЕФА и ФИФА, возможно, не поддержат массовое использование предоставленной разработки для усовершенствования системы судейства футбольных состязаний, так как показ и разбор дискуссионного момента во время проведения матча влияет на саму динамику игры и возможна потеря интриги и накала футбольного матча. С целью массового и повсеместного использования указанной ИТ в системе судейства футбольных состязаний следует разработать такую технологию, которая исключает указанные минусы и нестыковки.

Информационная технология *GoalControl*, изображенная на рис. 2 – концепция применяемая только лишь в единичных футбольных состязаниях, однако в недалеком будущем эта ИТ найдет свое обширное применение во всех странах. Толчком к появлению и развитию указанной системы стало массовые обращения со стороны футбольных болельщиков. Во множестве футбольных матчей различного уровня матчей арбитра никак не могли точно и объективно определить момент гола и иногда зачитывали голы, которых не было. И нельзя во всех случаях обвинять футбольных арбитров, так как они попросту часто не имели возможности однозначно и точно дать оценку

обстановки и определить момент «взятия ворот», т.е. пересечением вратарской линии «всей сферой» футбольного мяча. Одним из примеров данного рода, был не засчитанный гол, забитый Лэмпардом в матче со сборной Германии в чемпионате планеты 2010 (в этом матче сборной Англии зачли поражение). В случае если бы арбитр имел возможность правильно разобраться в спорном моменте, то футбольный матч мог бы иметь совершенно иной конечный результат. Собственно подобные моменты и подвигли к разработке новейших разработок такого рода [1].

Последнее нововведение, вызвало длительные и массовые дискуссии в футбольном мире. Указанная разработка применялась в период прохождения мирового чемпионата по футболу, а на уровне отдельных клубов используется только лишь в чемпионате Англии. Её возникновение возможно будет первым шагом к повсеместному внедрению данной системы при организации судейства футбольных матчей [4].



Рис. 2. Разработка *GoalControl* для определения момента «взятия ворот» (гола).

GoalControl предполагает это оборудование 14-ти видеокамер вдоль всего периметра футбольного поля, с целью оперативного отслеживания места нахождения футбольного мяча в течении всего матча. И в том случае, когда футбольный мяч целиком пересекает вратарскую линию, устройства системы посылают извещение о «взятии ворот» футбольному арбитру на дисплей его «умных» наручных часов. Эта технология была благополучно проверена при проведении Кубка Конфедераций и во время чемпионата мира 2013 года. Указанная разработка позволила точно и достоверно определять момент гола во всех проведенных матчах. Данная технология в ближайшие годы получит

повсеместное развитие и широкое применение, так как для объективного судейства подобные системы просто необходимы. Применение предоставленной ИТ не предполагает остановки матча для разбора спорных моментов и не повлияет на динамику и зрелищность матча.

Ряд специалистов и болельщиков полагают, что всегда окончательные решения по ходу матча, в частности определение гола, обязан принимать исключительно арбитр матча, и нельзя его лишать права на принятие такого решения. Но футбол, как и весь большой спорт в наше время уже давно превратился в большой бизнес, а в нем недопустимы ошибки отдельного человека, – футбольного арбитра. В качестве поддержки данной концепции и необходимостью повсеместного внедрения данной разработки можно привести мнение футболиста английского Челси Хуана Маты: «Настало период новых изобретений, которые спокойно будут проникать в мировой футбол. Инновации помогут в дальнейшем решить большую проблему, которая уже не раз подводила некоторых арбитров, которые не сумели разглядеть эпизод со взятием ворот. Я за новые технологии. Наверное, стоит сказать спасибо тем людям, которые все-таки пытаются внедрить эти инновации в футбол» [3]. Система определения «взятия ворот» обязательно найдет широкое применение в мировом футболе. Однако будут ли повсеместно вводиться при проведении футбольных матчей прочие информативные технологические процессы? Данная проблема полностью еще далеко не решена [2].

В течении многих лет в ходе матчей появляются моменты, в которых футбольный арбитр заблуждается во время фиксирования положения офсайда. На мой взгляд, эта задача будет решена в обозримой перспективе. Однако, сегодня пока не имеется такой ИТ, которая имела бы возможность точно и правильно устанавливать момент «вне игры» во время матча. Предлагаю рассмотреть систему, которая могла бы точно устанавливать возникло или нет такое положение во время матча. С целью разработки такого рода ИТ необходимы детекторы (датчики), устанавливаемые на всех игроков команд, причем разный род датчиков для каждой команды соперников. Они потребуются для распознавания всех игроков матча. Специальный датчик должен быть встроен и в футбольный мяч. Указанные датчики срабатывают, когда игрок атакующей команды оказывается ближе к воротам противника, чем игрок защищающейся команды, в момент отдачи ему паса от игрока атакующей

команды. Во время игры поддерживается взаимосвязь между всеми датчиками игроков и мяча, для того чтобы датчик мяча, определял игрока команды, владеющей мячом. Каждый новый период (тайм) игры, связанный со сменой ворот, датчики надо перенастраивать. Информация передается арбитру на его наручные «умные часы», т.е. подается сигнал о возникновении положения «вне игры» [5].

Мое мнение таково, что разработка и внедрение формирования этой и аналогичных ИТ вполне возможно, т.к. это может вывести самую популярную игру на совершенно новый уровень. В преддверии чемпионата мира по футболу, который будет проводиться в 2018 году в России, рассмотренная в данной статье тема будет особенно интересна и актуальна, как для специалистов, так и для многих миллионов болельщиков этой популярной игры. Сегодня, во время проведения матчей повсеместно применяются всего несколько информационных технологий, но время не стоит на месте и применение инновационных ИТ в футболе будет только увеличиваться. Внедрение информационных технологий позволит точнее определить результат игры, а так же выявить свой вклад в так называемый «*freeplay*».

Список литературы

1. Внедрение технологий в футбол стало ещё на один шаг ближе футбол — [Электронный источник] — Режим доступа. — <<http://www.ukfootball.ru/news-0772.html>> (дата обращения: 09.12.2014).
2. Высокий футбол — [Электронный источник] — Режим доступа. — <<http://www.vokrugsveta.ru/vs/article/2712/>> (дата обращения: 09.12.2014).
3. Мата: «Я за новые технологии в мировом футболе» — [Электронный источник] — Режим доступа. — < http://chelseablues.ru/news/mata_ja_zha_novye_tekhnologii_v_mirovom_futbo.html > (дата обращения: 09.12.2014).
4. ФИФА и Англия берут голы под видеоконтроль — [Электронный источник] — Режим доступа. — < <http://www.mn.ru/sports/20130412/343618693.html> > (дата обращения: 09.12.2014).

5. 5 новейших технологий, которые могут изменить футбол» — [Электронный источник] — Режим доступа. — <<http://www.novate.ru/blogs/100614/26642>> (дата обращения: 09.12.2014).

УДК 004.9

А. П. Костюченко

Октябрьский филиал Уфимского государственного
нефтяного технического университета, г. Октябрьск

ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

На сегодняшний день технологии развиваются все больше. Внедряются разнообразные устройства, которые существенно упрощают жизнь человеку. Под термином информационные технологии мы понимаем в первую очередь компьютерные технологии. Практически каждый из нас имеет дома свой компьютер, а ведь буквально совсем недавно об этом можно было только мечтать. Благодаря компьютерам, мы можем получить абсолютно любую информацию, которая нас интересует. С каждым годом компьютеры становятся все доступнее и производительнее и тем самым упрощают нам жизнь. Информационные технологии стали неотъемлемой частью нашей жизни.

Ключевые слова: информатика, информационные технологии, информационная грамотность, информация, ЭВМ (электро-вычислительные машины), технология, информатизация общества, информационные процессы, компьютеризация общества.

INFORMATICS AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Today technology is developing more and more. Introduced a variety of devices, which greatly simplify the life of man. The term information technology we understand in the first place. Almost every one of us has a computer at home, but recently this could only dream of. Thanks to computers, we can get absolutely any information that interests us. Every year computers are becoming more accessible and more productive, and thus simplify our lives. Information technology has become an integral part of our lives.

Keywords: computer science , information technology, information literacy, information, computers (electronic computing machines), technology, information society, information flows, computerization of society.

XXI век, это тот век, в котором человечество вступило в эпоху новой научно–технической революции. Как мы все знаем, к концу XX века люди овладели многими тайнами превращения вещества, энергии и сумели использовать эти знания для того, чтобы улучшить свою жизнь. Но помимо всего этого, в жизни человека наиболее значимую роль играет информация.

Возникает вопрос: что же из себя представляет информация? Дать строгое определение этого понятия невозможно, так же как невозможно дать строгое определение различных наук. Под информацией мы понимаем различные знания, сведения об окружающем нас мире. Все существа воспринимают запахи, вкусы, шумы и многое другое, а отличием его от человека заключается в том, что только человек умеет представлять свои знания в знаковом виде. Информация относится к фундаментальным, неопределяемым понятиям науки информатика.

Существует три смысла определения информации:

1. В бытовом смысле под информацией понимают данные, сведения, которые кого–либо актуальны.

2. В технике под информацией понимают сообщения, передаваемые в форме знаков или сигналов.

3. В кибернетике под информацией понимают часть знаний, которая полагается в целях сохранения, совершенствования, развития системы. Один из основоположников информатики как науки Норберт Винер о понятии информация говорил так: «Информация – это обозначение содержания, которое получено из внешнего мира в процессе приспособления к нему наших органов чувств». Информация может существовать в виде: текста, чертежей, световых или звуковых сигналов, радиоволн, электрических и нервных импульсов, жестов, запахов и вкусовых ощущений. Информации присущи следующие свойства: релевантность, полнота, достоверность, доступность, а также эргономичность.

С 1981 года люди начали использовать компьютеры, которые были ориентированы на преобразование, а также хранение информации. Что в итоге привело к компьютерной революции. С появлением ЭВМ, возникли новые науки, которые изучали возможности применения компьютера с целью облегчения человеческого труда. Сформировался новый вид технологий, а

именно информационных технологий. К компьютерам применяют высокие требования и это заставляет специалистов совершенствовать технологии обработки информации.

В статье я раскрою понятие информационных технологий, проведу исследование основных свойств информационных технологий, проанализирую факты, которые оказали сильное влияние на развитие информационных технологий, укажу цель информационных технологий, а также обследую тенденцию развития информационных и программных ресурсов.

Технология означает определенный комплекс научных и инженерных знаний, приемах труда, наборах производственно-вещественных факторов производства. Что касается информационных технологий, то это совокупность средств получения и использования информации на базе вычислительной и информационной техники, с применением информационных методов [3]. В информационных технологиях существуют 3 составляющие:

1. Аппаратное обеспечение;
2. Программное обеспечение;
3. Организационное обеспечение. Возникновение информационных технологий не самопроизвольно, а в результате активного воздействия человека на область производства и преобразования её на базе машинной техники [5].

Свойства присущие информационной технологии:

- Системная полнота процесса;
- Регулярность процесса и однозначность его фаз.

Основная цель использования информационных технологий – автоматизация производственной или административной работы [4].

Рассмотрим такое понятие как информатизация общества. Под этим понятием подразумевается комплекс мер, направленных на обеспечение своевременного использования людьми достоверной информации, что в значительной мере зависит от степени освоения и развития новых информационных технологий [6].

Информационному обществу присущи следующие характерные черты:

- Приоритет информации по сравнению с другими ресурсами;
- Охват всех сфер социальной деятельности;
- Свободный доступ каждого человека к информационным ресурсам всей цивилизации.

Один из этапов перехода к информационному обществу – компьютеризация общества, где основное внимание уделяется развитию и внедрению компьютеров, обеспечивающих оперативное получение результатов переработки информации и ее накопление.

Информационная грамотность – основа для развития и деятельности современной личности.

Как мы все знаем, с информацией выполняются действия, так называемые информационные процессы, в результате которых осуществляются прием, преобразование и использование информации [7].

В начале статьи я упомянула такой термин как ЭВМ, а именно электро-вычислительные машины. Хочу немного углубиться в это понятие.

Классификация ЭВМ по назначению. ЭВМ можно разделить на три группы:

1. Универсальные;
2. Проблемно-ориентированные;
3. Специализированные.

Характерными чертами универсальных ЭВМ является:

- Высокая производительность;
- Разнообразие форм обрабатываемых данных, а именно двоичных, десятичных, символьных;
- Большая емкость оперативной памяти;
- Развитая организация системы ввода-вывода информации, обеспечивающая подключение разнообразных видов внешних устройств;
- Снижение сложности и стоимости при сохранении высокой производительности и надежности их работы;
- Микропроцессоры специального назначения; адаптеры и контроллеры, которые выполняют логические функции управления отдельными несложными техническими устройствами согласования.

ЭВМ можно разделить на:

1. Сверхбольшие;
2. Большие;
3. Малые;
4. Сверхмалые.

Наиболее важные эксплуатационные характеристики, которые можно выделить:

- Быстродействие;
- – разрядность и формы представления чисел, с которыми оперирует ЭВМ;
- – номенклатура, емкость и быстродействие всех запоминающих устройств;
- – типы и пропускная способность устройств связи и сопряжения узлов ЭВМ между собой;
- – многопрограммность;
- – наличие программного обеспечения;
- – программная совместимость с другими типами ЭВМ;
- – система и структура машинных команд;
- – возможность подключения к каналам связи и к вычислительной сети;
- – надежность ЭВМ.

Таким образом, главной тенденцией развития вычислительной техники в настоящее время является расширение сфер применения ЭВМ и, как следствие, переход от машин к вычислительным системам и комплексам разнообразных конфигураций и широким диапазоном функциональных возможностей и характеристик. Информационные технологии прочно вошли в нашу жизнь. Они предоставили новые возможности для работы и отдыха, позволили облегчить труд человека. Применение ЭВМ стало обыденным делом, хотя буквально недавно рабочие места, обычно не были оборудованы компьютером. Самой распространенной глобальной сетью является сеть Интернет. Есть подозрение того, что уже к началу следующего века Интернет не только превратит привычные персональные компьютеры в нечто иное, но и изменит тем самым образ жизни каждого из нас.

Современное общество вряд ли можно представить без информационных технологий. Перспективы развития вычислительной техники сегодня сложно представить даже специалистам. Становится ясно, что в будущем нас ждет нечто грандиозное. И если темпы развития информационных технологий не сократятся, то произойдет это скорее всего очень скоро, главное, чтобы развитие текло в нужное русло.

**Научный руководитель – «Теоретическая механика»
А. М. Зиятдинов, УГНТУ.**

Список литературы

1. Салтовский, А. Н. Как работает ЭВМ: серия Мир знаний. / А. Н. Салтовский, Ю. А. Первин. / М. Просвещение 1986.
2. Кушниренко, А. Г. Основы информатики и вычислительной техники. / А. Г. Кушниренко, Г. В. Лебедев, Р. А. Сворень. / М. Просвещение 1991.
3. Мифоров, А. А. Информационные технологии / А. А. Мифоров // Учебник: М., 2000. – 300 с.
4. Тимошилов, Н. Е. Информация и информационные технологии. / Н. Е. Тимошилов / Самара: 2000. – 148 с.
5. Петров, С. К. Информационные технологии сегодня. / С. К. Петров // Учебное пособие – М. «ТДК», 2003. – 250 с.
6. Кондрашова, С. С. Информатизация общества / С. С. Кондрашова / Учебное пособие. – К.: МАУП. 1998. – 138 с.
7. Ушилов, С. С. Информационные процессы / С. С. Ушилов // Учебное пособие. – М.: СПб, 2001. – 118 с.

УДК 623.746.–519

Е. П. Мартян

Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург

QUADCOPTERS CONQUER THE WORLD

A brief description of quadcopters: the principle of operation and the scope of them use.

Keywords: quadcopter, drone.

The word “quadcopter” is fairly often sounded from television screens, people’s conversations; it is permanently published in different newspapers and magazines. But not everybody knows, what does this word actually mean.

Quadcopter is an unmanned aerial vehicle that is lifted and propelled by four rotors. It is also called a quadrotor or quadrotor helicopter.

The figure below shows a picture of a quadcopter (fig. 1).

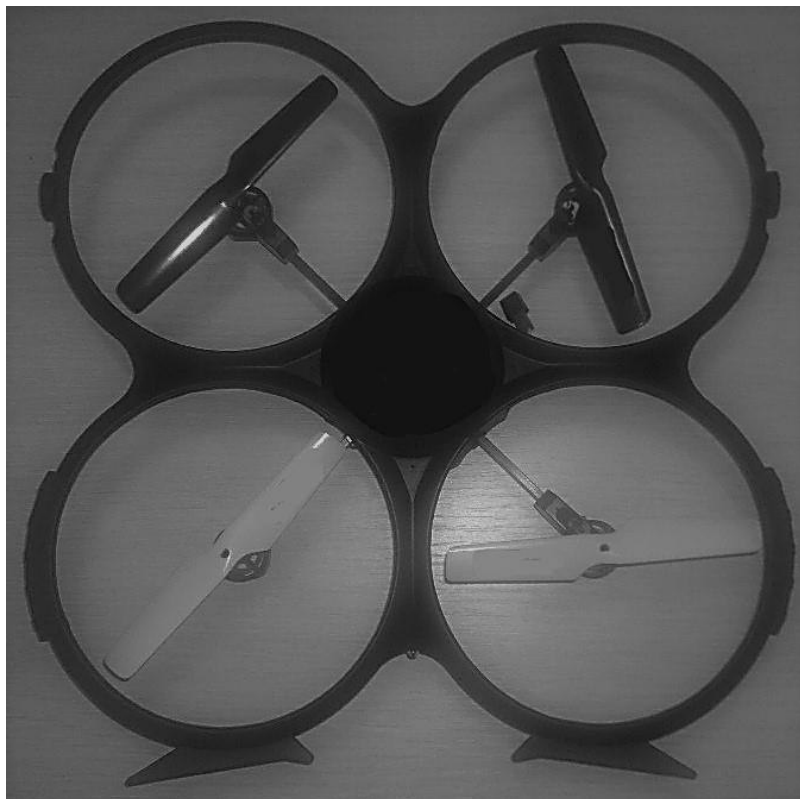


Fig. 1. Quadcopter.

From time to time people use terms “quadcopter” and “drone” as interchangeable words. And thus they make a mistake, which often leads to misunderstanding.

The word “drone” describes all types of unmanned aerial vehicles. There are different small airplanes and helicopters. These aerial crafts are engine-controlled and the time of their flight is sufficiently long. Application of drones is very diverse: they are used for military, civilian and commercial purposes. Drones require careful regulation to keep their uses safe and predictable.

Quadcopters, in turn, are a kind of recreational drones. Moreover, they are classified as rotorcraft. There are vertically oriented propellers in their construction, which distinguishes them from fixed-wings aircraft. And their main difference from helicopters is that quadcopters don't have tail rotor, which helps a helicopter keeping its balance.

So, what is the “quadcopter” device? How and why does it work?

Quadcopter's movement is carried out by the lift which is formed due to the following factors: angle of attack of the blades and the angular velocity of rotation the engines. Blades are the part of the rotors; there can be two or more blades in one rotor.

The figure below shows the rotor (fig. 2).



Fig. 2. Rotor.

Flight balance and precise control of this device are provided by turning located diagonally rotors in opposite directions – one pair rotates clockwise, and the other – anticlockwise.

Rotation about the roll and pitch axes are carried out by spinning motors on the one side faster than on the other side. Therefore, one side will rise faster than the opposite side and quadcopter will tilt.

Two of these rotations are illustrated below (fig. 3). It is presented for a simpler understanding of this type of movement.

The rotation around the yaw axis is based on applying different speeds to diametrically opposite motors, thereby forming a torque in which direction construction rotates.

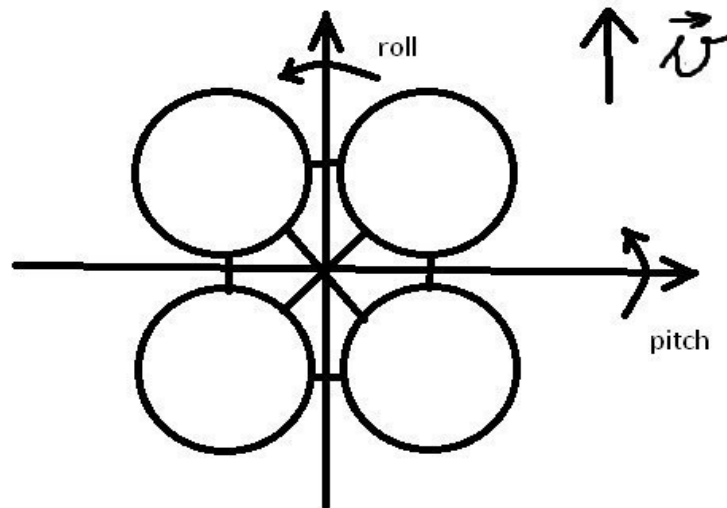


Fig. 3. Roll and pitch rotation.

This movement is show at the Figure 4.

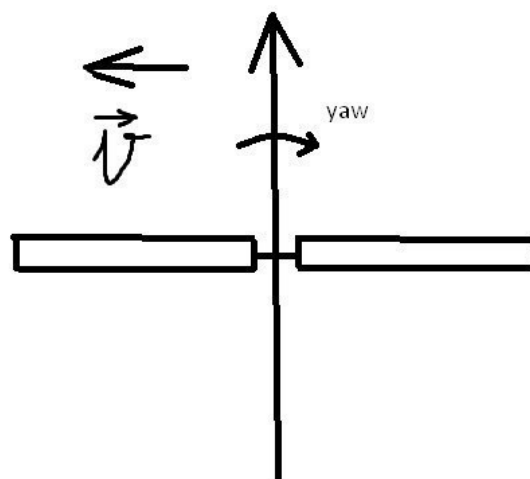


Fig. 4. Yaw rotation.

Quadcopter has six degrees of freedom, whereby it can be moved and rotated in any direction; it even can be turned on 360 degrees.

And what about electronics?

The main role in electronics plays controller board, motors connected to it through the drivers. Battery powers the device (quadcopters for home use normally operate about 7 minutes). The quality of flight depends from sensors. Most often quadcopters are equipped with gyroscope (for orientation in space by determining the

orientation angles of the quadcopter), accelerometer (to speed control), GPS tracking (to determine the exact location of the device), et cetera.

Also, quadcopters are often made radio-controlled and fixed with the camera to make photos and videos.

The frame connects all parts together, protects them from external stimuli and minimizes vibrations which are generated by the engine. There are three most common materials of construction for the frame: carbon fiber, aluminum and plywood or MDF (medium density fibreboard). Each of them has its advantages and disadvantages.

A selection of components for quadcopter depends on budget allocated for the construction and purposes of its application.

Moreover, its application is large enough. They are used for entertainment, for shooting amateur photographs or professional video reports or movies, for delivering food, even for the study of the principles of aerodynamic, et cetera. Their use is diverse.

One more interesting using of quadcopters. It can substitute the waiter. Some Japanese restaurants in Great Britain use this device instead of waiter. It must be said that it is a good way to attract the customers.

As an example you can pay attention to ProHawk UAV, it is a quadcopter which can frighten off some depredators and it has already used in pest control. This quadcopter eliminates birds, which every year annihilate the huge amount of harvests. It can patrol the area and make loud sounds of wild animals, what scares away the pests and thereby protects the harvest. ProHawk is very popular among farmers.

Going back to the very beginning of this article, to its name you can ask: “Why do quadcopters conquer the world?” . The answer is not long to wait, because you already know it. The future lies in technology, including for such interesting devices like quadcopters. Science is increasingly penetrates into ordinary people's lives, making it easier and more interesting. Knowledge captures the world. And quadcopters are one of the examples of such knowledge.

Keep in step with technology! Conquer this world!

Научный руководитель – преподаватель кафедры «Иностранные языки и межкультурные коммуникации» А.Д. Верисова, УрГУПС.

Список литературы

1. Bresciani T. Modeling, identification and control of a quadrotor helicopter. Master's thesis, Department of Automatic control, Lund University, October 2008, p. 170.
2. Sayfeddine D. Quadrotor as service provider / D. Sayfeddine // Иновационное развитие современной науки: Сборник статей междунар. науч.-практ. конф. Часть 3 / РИЦ БашГУ. – Уфа, 2014. С. 326-330.
3. Face identification and tracking using quadrotor / D. Sayfeddine // Проблемы управления, обработки и передачи информации (АТМ-2013): Сборник трудов III междунар. науч. конф., том 1 / Саратовский Научный Центр РАН. – Саратов, 2013, с. 178-180.
4. Бристо П.-Дж. Навигация и технология управления дронами / Ф. Каллу, Д. Виссир, Н. Пети // 18-й Мировой конгресс ИФАК. Милан, 2011. С. 1477-1484.

УДК 681.32.06:518.5

Е. В. Марчук

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ФИЗИЧЕСКИЕ АБСТРАКЦИИ В НАУЧНОМ ПОЗНАНИИ

Физические абстракции являются важнейшим инструментом научного познания, базовыми элементами, посредством которых развиваются науки, строятся новые научные теории.

Ключевые слова: физические абстракции, научный прием, абсолютно черное тело, идеальный газ, механика материалов и конструкций, расчетная схема, эквивалентная схема, математическая модель.

PHYSICAL ABSTRACTIONS IN SCIENTIFIC COGNITION

Physical abstractions is an essential tool of scientific cognition, the basic elements through which the developing of science, the construction of new scientific theories.

Ключевые слова: physical abstractions, scientific reception, absolutely black body, ideal gas, mechanics of materials and structures, calculated scheme, equivalent circuit, mathematical model.

Физические абстракции являются базовыми концептуальными элементами научного познания, важнейшей категорией процесса научных исследований.

Абстракция представляет собой результат абстрагирования – отвлечения от маловажных незначительных деталей, частных, мешающих воспринимать цельную картину изучаемого объекта. Таким образом, при исследовании объекта, явления, процесса выделяют и учитывают только его существенные характеристики, закономерные признаки и связи. При этом не принимают во внимание, не учитывают его несущественные стороны и детали, частные свойства и связи, второстепенные факторы.

Абстрагирование как один из базовых научных приемов способствует познанию сложнейших процессов, явлений, систем окружающего мира, осмыслению эмпирических данных, выявлению в них определяющих взаимосвязей, описанию изучаемых объектов посредством математических моделей, построению научных теорий.

Каждая наука использует свой набор абстрактных идеализированных объектов, понятий. По мере развития той или иной науки происходит ее восхождение от одного уровня абстрактности к другому, более высокому [1].

Одной из множества абстракций, применяемых в физике, является абсолютно черное тело. Абсолютно черное тело при любой температуре полностью поглощает весь падающий на него поток излучения (лучистую энергию) в диапазоне всех длин волн.

Лучепоглощательная способность тела или коэффициент поглощения α определяется по формуле

$$\alpha = \frac{\Phi_{\text{погл}}}{\Phi_0}, \quad (1)$$

где $\Phi_{\text{погл}}$ – поток поглощенного излучения, Φ_0 – поток падающего излучения.

Для абсолютно черного тела коэффициент поглощения α равен единице. Следовательно, абсолютно черное тело можно считать абсолютным поглотителем энергии.

Интенсивность излучения абсолютно черного тела выше, чем у любых других тел при той же температуре. Спектр теплового излучения абсолютно черного тела является сплошным, в нем представлен непрерывный ряд длин волн. С повышением температуры максимум интенсивности излучения смещается в сторону более коротких волн.

На основе абстракции абсолютно черное тело создаются физические модели – реальные приборы – эталонные излучатели, используемые для калибровки тепловизоров и пирометров, для оценивания температуры небесных тел в астрономии и т.д.

Следующий пример физической абстракции – идеальный газ. Для идеального газа потенциальная энергия взаимодействия молекул полагается равной нулю. Молекулы газа, сталкиваясь между собой и со стенками сосуда, проявляют себя как абсолютно упругие тела пренебрежимо малых размеров. Абстракция идеальный газ широко применяется при исследовании процессов в термодинамике, газовой динамике и других областях.

Классическая механика базируется на применении комплекса физических абстракций (рис. 1). Абстрагирование от размеров тела, его конфигурации, изменений внутреннего состояния приводит к абстрактному понятию «материальная точка». Среда рассматривается как сплошная (абстрагирование от дискретной атомно-молекулярной структуры материала), тело – как абсолютно твердое (расстояние между его любыми двумя точками остается неизменным во время движения). Вводится понятие «замкнутой системы материальных точек» на основе абстрагирования от действия на эту систему внешних сил. Используются абстрактные (идеализированные) понятия «идеальные связи», «инерциальная система отсчета». Представление о дальном действии означает допущение непосредственного действия тел друг на друга на любом расстоянии без какого-либо участия в этом процессе внешней среды.

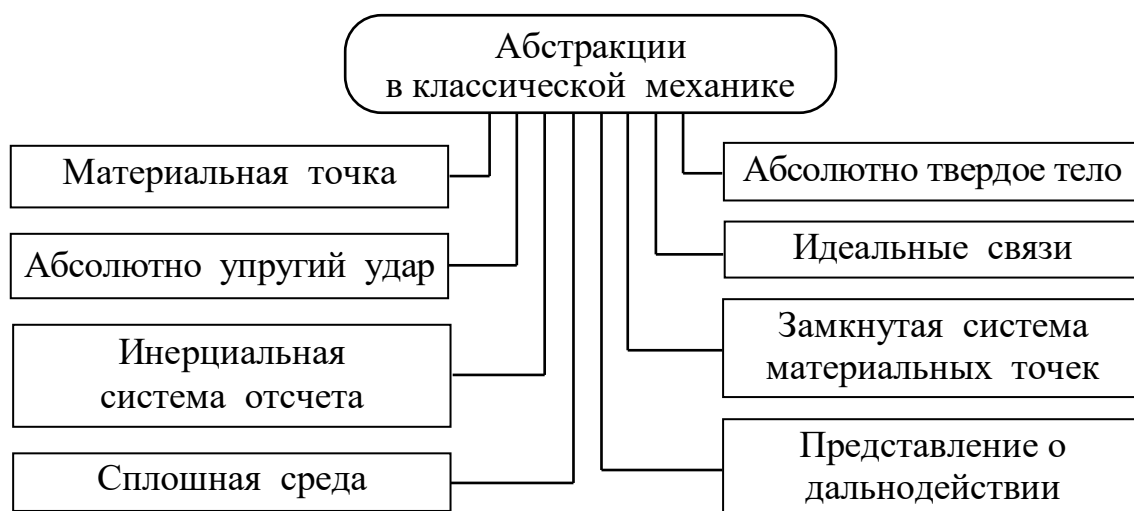


Рис. 1. Абстракции, применяемые в классической механике.

Общеинженерная дисциплина «Механика материалов и конструкций» оперирует большим количеством абстракций (рис. 2). Среда рассматривается как однородная (свойства материала одинаковы во всех точках исследуемого тела), изотропная (физико-механические свойства материала одинаковы во всех направлениях). Материал рассматривается как линейно-упругий, что означает линейную зависимость между напряжением и деформацией. Полагается, что деформации и соответствующие им перемещения в исследуемой конструкции малы по сравнению с ее размерами [2].



Рис. 2. Абстракции, применяемые в механике материалов и конструкций.

Расчет реального многокомпонентного объекта – очень сложная задача. Для существенного упрощения решения задачи создают идеализированную

расчетную схему – абстрактную модель реального объекта на основе принятия определенной системы гипотез и допущений.

На рис. 3 приведена расчетная схема нагружения оси железнодорожного вагона, на основе которой оценивается характер усталостного разрушения [3].

Для оценки влияния аэродинамического нагрева на механические свойства конструкции летательного аппарата требуется определить распределение температур в представленном на рис. 4,а элементе конструкции (тонкостенной цилиндрической оболочке и контактирующими с ней деталями крепления). Для решения данной задачи сначала строится расчетная схема (рис.4,б). Затем на основе электротепловой аналогии формируется эквивалентная электрическая схема – тепловая модель (рис. 4,в) [4].

Следующим этапом является построение математической модели и ее решение.

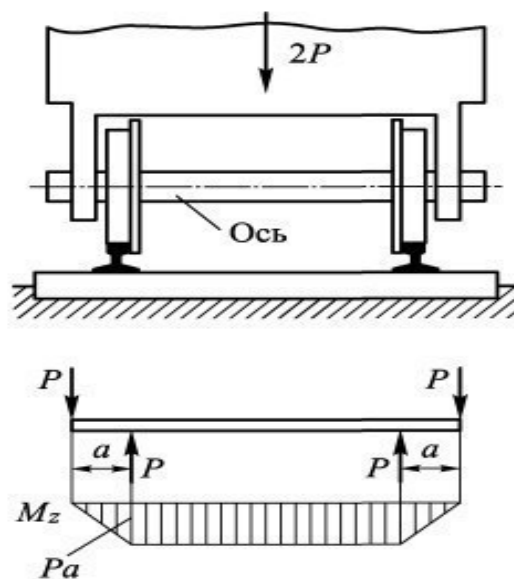


Рис. 3. Расчетная схема нагружения оси железнодорожного вагона.

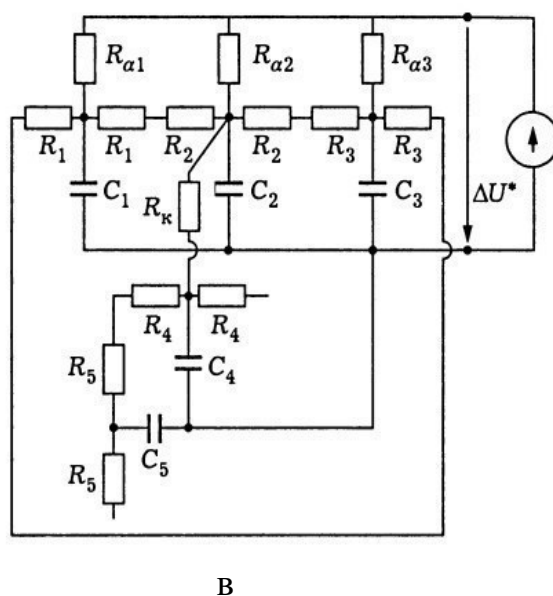
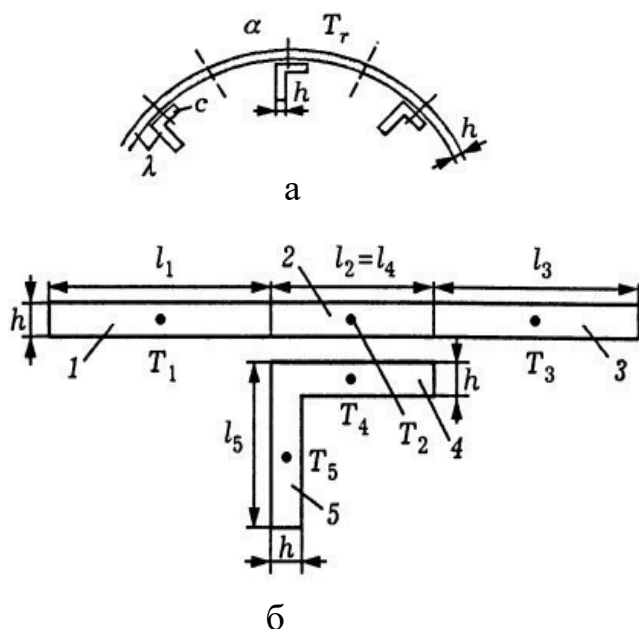


Рис. 4. К оценке влияния аэродинамического нагрева:
а – элемент конструкции; б – расчетная схема; в – тепловая модель.

Математическая модель представляет собой абстрактный объект, воспроизводящий посредством языка математики только те свойства и характеристики исследуемого процесса, которые существенны для достижения поставленной цели моделирования [5].

Абстрагирование от несущественных второстепенных свойств исследуемого объекта, процесса, дает возможность сконцентрировать внимание на его основных существенных свойствах и характеристиках.

Абстрактные объекты, понятия являются средством теоретического отражения реального мира, инструментом развития науки, элементной базой для формирования новых научных теорий.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Информатика, прикладная математика и механика» Н. В. Голубева, ОмГУПС.

Список литературы

1. Гейзенберг, В. Шаги за горизонт [Текст]: перевод с нем. – М.: Прогресс, 1987. – 368 с.
2. Окопный, Ю. А. Механика материалов и конструкций [Текст]: учебник для вузов / Ю. А. Окопный, В. П. Радин, В. П. Чирков. – М.: Машиностроение, 2001. – 408 с.
3. Горшков, А. Г. Сопротивление материалов [Текст]: учеб. пособие для вузов / А. Г. Горшков, В. Н. Трошин, В. И. Шалашилин. – М.: Физматлит, 2005. – 544 с.
4. Зарубин, В. С. Математическое моделирование в технике [Текст]: учебник для вузов / В. С. Зарубин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. – 496 с.
5. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов: учеб. пособие для вузов / Н. В. Голубева. – СПб.: Лань, 2013. – 192 с.

А. А. Шульева, Д. Д. Татарин

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

В статье предлагается использование вертолётов с горизонтальной системой пожаротушения для ликвидации пожаров в многоэтажных и высотных зданиях. Представлены технические характеристики системы и её преимущества.

HORIZONTAL FIRE-FIGHTING SYSTEMS

The article proposes the use of helicopters with a horizontal fire extinguishing system to eliminate fires in multi-storey and high-rise buildings. The technical characteristics of the system and its advantages are presented.

Ежегодно на Земле регистрируется около 7 млн. пожаров. По статистике в России количество пожаров достигает 150 тысяч. Из них приблизительно 35% составляют пожары в многоэтажных сооружениях. Но во многих городах остро стоит проблема защиты высотных зданий от пожара.

16 января 2006 года в г. Владивосток вспыхнул пожар на восьмом этаже девятиэтажного здания «Промстройинипроекта» (рис. 1), в котором расположены отделение Сбербанка и десятки коммерческих офисов. Пожар быстро распространился, и многие оказались заблокированы огнем. Более 30 минут сотрудники банка ждали спасения. Людей эвакуировали по пожарным лестницам, снимали с карнизов и рекламных щитов. Часть отрезанных огнем людей, не дожидаясь помощи, пытались выбраться самостоятельно. В результате происшествия пострадали 26 человек, 9 из них погибли. Около здания расположена большая зона парковки и из-за многочисленных машин подъезд к очагу пожара был заблокирован. Пожару была присвоена третья категория сложности, в его тушении приняли участие около 20 пожарных расчетов.

Для подобного вида ЧС предлагается использование вертолета, оснащенного горизонтальной системой пожаротушения (рис. 2, 3), которая

представляет собой водяную пушку с газодинамическим способом пожаротушения. При использовании таких установок поглощение тепла происходит в разы быстрее за счёт подачи мелкодисперсной воды. При попадании в зону горения происходит их интенсивное испарение, образующийся при этом пар вытесняет воздух, а благодаря высокой скорости происходит срыв пламени. Воздействие одновременно трех факторов тушения позволяет ликвидировать пожары намного меньшим количеством воды, чем при использовании традиционных средств. При этом зданию практически не наносится дополнительного ущерба, связанного с попаданием воды на расположенные ниже этажи. Кроме бытовых пожаров с помощью системы может производиться тушение нефтепродуктов. Вертолет, оснащенный системой, также может использоваться при тушении пожаров на промышленных предприятиях, автозаправочных станциях, лесных пожаров, а также пожаров в труднодоступных местах (например, в горах). Кроме того, вертолет оснащен спасательным оборудованием, что позволяет использовать его не только как средство тушения.



Рис. 1. Пожар в здании «Промстройинипроекта».

В качестве систем горизонтального пожаротушения используют различные установки (IFEX 3000, носовой комбинированный лафетный ствол,

Fire Attack и др.). Самым оптимальным вариантом как по цене, так и по техническим характеристикам является «Игла-В». Это вододисперсная система, основанная на газодинамической технологии, при которой осуществляется разгон частиц или капель огнегасящего компонента сжатым воздухом. Распыленная до дисперсного состояния вода под большим давлением выстреливается короткими импульсами. Технические характеристики системы представлены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики системы «Игла-В»

Огнетушащее вещество	Вода, вода с пенообразующими добавками
Расход ОТВ	10 кг/с
Дальность	Более 50 м
Размер капель	Около 100 мкм
Скорость капель	Около 110 м/с
Запас ОТВ	Более 700 литров

В связи с чисто техническими ограничениями применять такую водяную пушку предпочтительнее на соосных вертолетах ввиду необходимости вынесения сопла за радиус несущего винта (у соосных вертолетов он меньше).

Основным преимуществом вертолета является его мобильность, т.е. не вызывает никаких затруднений добраться до места происшествия (по сравнению с наземными системами). Также к преимуществам газодинамической технологии пожаротушения можно отнести:

универсальность системы по видам очагов – возможность тушения твердых материалов, нефтепродуктов и других легковоспламеняющихся горючих жидкостей, электрооборудования под напряжением;

тушение производится мелко распыленной водой, значительно сокращается ее расход для ликвидации очага, зданию наносится меньший дополнительный ущерб, связанный с попаданием большого количества воды на расположенные ниже этажи;

высокая скорость струи, отсутствие искривлений траектории, позволяет направить ее далеко вглубь горящего помещения, при этом динамика и состав

струи, имея все преимущества мелко распыленной воды, не приведут к разрушению конструкций и оборудования зданий;

обеспечение дальности действия системы при меньших энергетических потребностях оборудования по сравнению со струйными средствами;

прицельное тушение через окно здания, при этом длина струи позволяет вертолету держаться на безопасном расстоянии от стены здания. При этом зданию практически не наносится дополнительного ущерба, связанного с попаданием воды на расположенные ниже этажи.

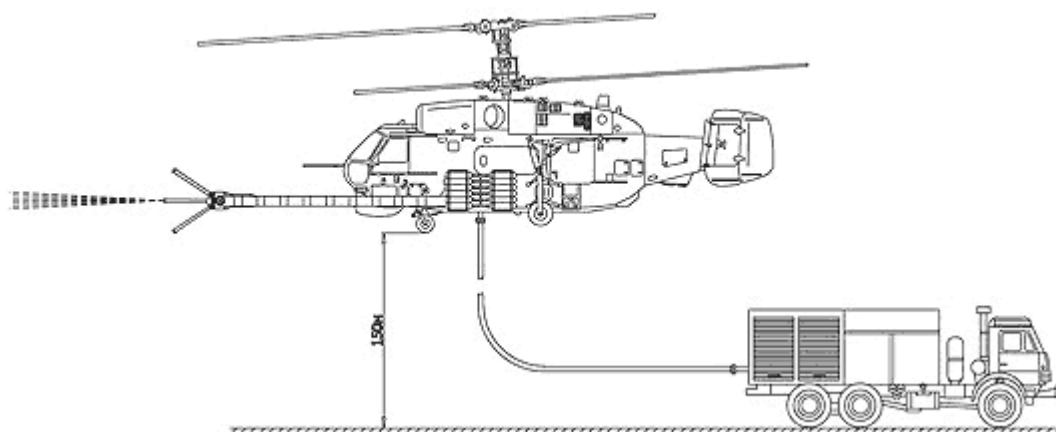


Рис. 2. Пример совместной работы вертолета и наземной техники.



Рис. 3. Пожарный вертолет Ка-32А1 с установкой «Игла-В».

Недостатками газодинамической технологии пожаротушения являются: сложности с перезарядкой и заправкой водой и воздухом; громоздкость установок; недостаточная эффективность водяной пыли по противодействию некоторым видам пожаров.

Использование предлагаемой системы пожаротушения более эффективно по сравнению с классическим способом тушения, так как применение газодинамического способа пожаротушения почти по всем параметрам превосходит применяемые в настоящее время установки. Предлагаемое оборудование возможно также устанавливать на наземный транспорт.

Список литературы

1. Системы горизонтального пожаротушения для вертолетов // firetruck.ru URL:<http://fire-truck.ru/pozharnye-avtomobili/sistemyi-gorizontalnogopozharotusheniya-dlya-vertoletov.html> (дата обращения: 23.03.2017).
2. Пожаротушение тонкораспыленной водой // atmsyst.ru URL: http://atmsyst.ru/fighting_watersprite.html (дата обращения: 25.03.2017).

Научное издание

«СТУДЕНТ: НАУКА, ПРОФЕССИЯ, ЖИЗНЬ»

Материалы IV всероссийской студенческой научной конференции
с международным участием в трех частях

Часть 1
(технические науки)

Ответственный за выпуск Е. В. Пономарев

* * *

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 05.06.2017. Формат $60 \times 84 \frac{1}{16}$.
Плоская печать. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 13,1. Уч.-изд. л. 14,5.
Тираж 300 экз. Заказ

* *

Типография ОмГУПС

*

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35