

РЕДКОЛЛЕГИЯ

Б. А. ЛЁВИН -
главный редактор

В. И. ГАЛАХОВ -
первый заместитель
главного редактора

Е. Ю. ЗАРЕЧКИН -
заместитель
главного редактора

Л. А. БАРАНОВ
М. М. БОЛОТИН
В. Н. КОТУРАНОВ

Над номером
работали:

С. М. КОЗЛОВА,
И. В. АГЕЕВА -
редакторы

Т. Г. ИВАНОВА -
художественный редактор

Н. К. ОЛЕЙНИК -
технический редактор

Адрес редакции:
127994, г. Москва,
ул. Образцова, 15.
Тел.: 684 2877

Журнал выходит
раз в квартал.

Цена свободная.

Подписной индекс
в Каталоге Роспечати
«Газеты. Журналы» – 80812.

Подписной индекс
в Каталоге
научно-технической
информации «Роспечати» –
60790

Журнал зарегистрирован
в Министерстве
Российской Федерации
по делам печати,
телерадиовещания
и средств массовых
коммуникаций
20 декабря 2002 г.

Регистрационный номер
ПИ № 77-14165

Отпечатано в типографии
МКЖТ МПС РФ
107078, Москва, Басманный пер., 6.

Формат 70x108 1/16.
Тираж 1000 экз.

Ознакомиться с содержанием
вышедших номеров "МТ" можно
на web сайте Московского
государственного университета
путей сообщений (МИИТ) по адресу:
<http://www.mii.ru>.

При перепечатке ссылка на журнал
«Мир транспорта» обязательна.

© «Мир транспорта», 2008

CONTENTS

THEORY

Victor V. Nekrasov	Nanotechnology of Analitic Control	4
Vyacheslav M. Zotov	Model of Braking for Automobile	
Tatiana V. Shtelmakh	Wheel based on Linear Coupling Function	12
Nikolay M. Zotov		
Oleg Yu. Bukin	Concept of Organizational Structure of a Holding Company	20
Svetlana G. Useniuk	DNA of Northern Technosphere	28

SCIENCE AND ENGINEERING

Nickolay A. Mytnik	Sea Compound Ships:	
Vassiliy I. Holosha	Problems and Opportunities	36
Yury P. Sidorov	Protective Coating of Bridgeworks	46
Anatoly M. Lukianov		
Andrey G. Agapov		
Alexander A. Razhkovskiy	Development of the Features of the Contact of the Wheel and the Rail	54
Anna G. Petrakova	Dynamic Features of Rail Vehicle:	
Anatoly N. Savoskin	Comparative Analysis	62
Andrey P. Vassiliev	Long-wheelbase Flat-wagon for Contrailer Conveyance	66
Vladimir V. Kobischanov		
Dmitry Ya. Antipin		
Marina V. Sudareva		

ECONOMICS

Anton V. Ryshkov	Optimization of Transportation Constituent of Costs	72
Andrey V. Rappoport	The Potential of Strategic Partnership	76
Natalia S. Lobanova	Nanotechnology and Business	
Olga A. Orlova	Network Structure	80

MANAGEMENT AND ADMINISTRATION

Evgeniy V. Erofeev	Anticipatory Models for Automatic Driving of Underground Trains	86
Vassily E. Zhukov	Simulation Model «Air Company»	90
Lyana V. Isik	Option of Nets: the City and the Passengers	94
Alexander D. Boykov	Voice traffic in Ethernet Networks	100
Petr F. Bestemiyarov	Technique of Computation of Interval Allowance	104
Andrey M. Romanchikov		

SAFETY

Alexey R. Kulchickiy	Not only the Car is to be blamed	108
Oleg A. Sidorov	Combined Environmental Threats associated with Current Collection by Transport Facilities	112
Victor G. Sychenko		
Ksenia S. Dudareva	Protection of Facilities against Landslides	120
Olga A. Golosova	Systemic Assessment of Reliability	124
Anatoly A. Rogov		
Vassily G. Finagin	Efficacy of Cabin Shelters	128
Tatiana N. Rogova	Three Levels of Fire Safety	134
Victor V. Makarov		
Daniil V. Konovalenko		
Youry V. Gazizov		
Anatoly I. Shevchenko	Design of Sufficiency of Resources	138

EDUCATION, TRAINING AND PERSONNEL

Valentine A. Kozyrev	Innovative Technology of Managers' Training	144
Valentina V. Korsakova		
Oleg V. Chihirin	Training of the Personnel:	
Leonid A. Karpov	Reasons and Requirements (2)	150
Vladimir N. Guliaev		

HISTORY'S WHEEL

Ludmila S. Ustinova	The CV of Roads and Bridges (2)	156
Vera N. Shevchenko		
Zenon Kosidowski	Phantom Ship	164
Process engineer	Where can we get the Locomotive Engineers from?	170
Zwanzigger		

BIBLIONAVIGATION

Boris F. Usmanov	Illusions of Savings on Social Matters	176
	Selected Abstracts of Thesis	178
	New Books on Transport and Transportation	180

ТРАНСПОРТ

• ТЕОРИЯ • ИСТОРИЯ
• КОНСТРУИРОВАНИЕ БУДУЩЕГО

4 2008
(24)

Учредитель:

Московский государственный
университет путей сообщения
(МИИТ)

Редакционный совет:

Б. А. Лёвин – доктор технических наук, профессор МИИТа – председатель совета
Б. В. Гусев – член-корреспондент РАН – заместитель председателя совета
В. И. Галахов – доктор технических наук, профессор МИИТа – ответственный секретарь совета
И. С. Беседин – кандидат экономических наук, начальник Калининградской железной дороги
Ф. С. Гоманков – кандидат технических наук, профессор МИИТа
А. А. Горбунов – кандидат технических наук, профессор МИИТа
В. Г. Григоренко – доктор технических наук, профессор Дальневосточного государственного университета путей сообщения
П. С. Грунтов – доктор технических наук, профессор (Республика Беларусь)
Н. А. Духно – доктор юридических наук, профессор МИИТа
Д. Г. Евсеев – доктор технических наук, профессор МИИТа
Л. А. Карпов – кандидат технических наук, профессор МИИТа
В. И. Колесников – академик РАН, профессор Ростовского государственного университета путей сообщения
К. Л. Комаров – доктор технических наук, профессор Сибирского государственного университета путей сообщения
Б. М. Лапидус – доктор экономических наук, профессор
В. П. Мальцев – доктор технических наук, профессор МИИТа
Л. Б. Миротин – доктор технических наук, профессор Московского автодорожного института (технического университета)
Н. П. Терёшина – доктор экономических наук, профессор МИИТа

СОДЕРЖАНИЕ

ВОПРОСЫ ТЕОРИИ

Виктор Некрасов	Нанотехнологии аналитического контроля	4
Вячеслав Зотов	Модель торможения автомобильного колеса с линейной функцией связи	12
Татьяна Штельмах		
Николай Зотов	Концепция организационной структуры холдинга	20
Олег Букин	ДНК северной техносферы	28
Светлана Усенюк		

НАУКА И ТЕХНИКА

Николай Мытник	Морские составные суда: проблемы и перспективы	36
Василий Холоша		
Юрий Сидоров	Защитные покрытия мостовых сооружений	46
Анатолий Лукьянов		
Андрей Агапов	Совершенствование характеристик контакта колеса и рельса	54
Александр Ражковский	Динамические качества рельсового экипажа: сравнительный анализ	62
Анна Петракова	Длиннобазные платформы для контейнерных перевозок	66
Анатолий Савоськин		
Андрей Васильев		
Владимир Кобищанов		
Дмитрий Антипин		
Марина Сударева		

ЭКОНОМИКА

Антон Рышков	Оптимизация транспортной составляющей	72
Андрей Раппопорт	Потенциал стратегического партнерства	76
Наталья Лобанова	Нанотехнологии и сетевые бизнес-структуры	80
Ольга Орлова		

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Евгений Ерофеев	Упреждающие модели при введении метропоездов	86
Василий Жуков	Имитационная модель «Авиакомпания»	90
Ляна Исик	Альтернативы сети: город и пассажиры	94
Александр Бойков	Голосовой трафик в сетях Этернет	100
Петр Бестемьянов	Методика расчета интервальных допусков	104
Андрей Романчиков		

БЕЗОПАСНОСТЬ

Алексей Кульчицкий	Винноват не только автомобиль	108
Олег Сидоров	Комплексные экологические угрозы при токосъеме на ТС	112
Виктор Сыченко		
Ксения Дударева	Защита объектов от оползней	120
Ольга Голосова	Системная экспертиза надежности	124
Анатолий Рогов		
Василий Финагин	Эффективность кабинных укрытий	128
Татьяна Рогова	Три уровня противопожарной профилактики	134
Виктор Макаров		
Даниил Коноваленко		
Юрий Газизов	Расчеты ресурсной достаточности	138
Анатолий Шевченко		

ОБРАЗОВАНИЕ И КАДРЫ

Валентин Козырев	Инновационные технологии подготовки менеджеров	144
Валентина Корсакова		
Олег Чихирин	Учеба персонала: мотивы и потребности	150
Леонид Карпов		
Владимир Гуляев		

КОЛЕСО ИСТОРИИ

Людмила Устинова	Биография дорог и мостов	156
Вера Шевченко		
Зенон Косидовский	Корабль-призрак	164
Технолог Цванцигер	Откуда взять машинистов?	170

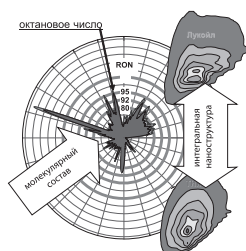
КНИЖНАЯ ЛОЦИЯ

Борис Усманов	Иллюзии экономии на социальном Авторефераты. Новые книги	176 178, 180
----------------------	--	-----------------



МЕТОДОЛОГИЯ 4

Параметры и свойства объектов можно контролировать средствами нанотехнологий.



РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ 12

Линейная функция связи в модели торможения колеса.

АЛГОРИТМЫ ХОЛДИНГА 20

Теория компромисса в качестве основы для моделирования оптимальных структур организации.

ТЕХНОСФЕРА 28

Системный аналог: проектное видение закономерностей развития транспорта и технических систем.

METHODOLOGY 4

The nanotechnological tools can control parameters and properties of the objects.

PROBLEM SOLVING 12

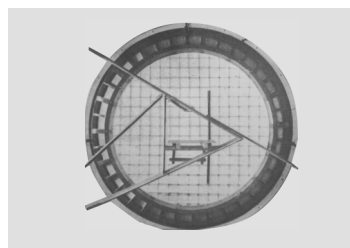
Linear coupling function in model of braking for automobile wheel.

ALGORITHMS OF A HOLDING COMPANY 20

Theory of compromise as a basis for modeling optimum organization structures.

TECHNOSPHERE 28

System analog: projective vision of regularities of development of transport and engineering systems.

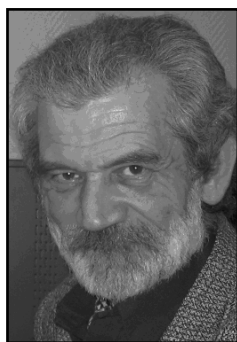


ВОПРОСЫ ТЕОРИИ





Нанотехнологии аналитического контроля



Виктор НЕКРАСОВ

Victor V. NEKRASOV

В рамках этой концепции обеспечивается анализ продукции по набору обобщенных физико-химических параметров. Они комплексно характеризуют компонентный состав и наноструктуру контролируемого объекта.

Ключевые слова: информационно-аналитическая нанотехнология, идентификация, интегральный анализ, стратегия реализации.

Nanotechnology of Analitic Control

Nekrasov V. V. – Cand. Sc. (Ph.-Math.)
associate professor of Moscow State
University of Railway Engineering.

This concept ensures analysis of the products using a set of generic physical and chemical parameters, which give complex characteristic of componential composition and nanostructure of controlled object.

Key words: data and analytic nanotechnology, identification, integral analysis, implementation strategy.

Некрасов Виктор Васильевич – кандидат физико-математических наук, доцент Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).

Входной контроль качества топлив и технологические анализы масел, смазок и технических жидкостей, по оценке зарубежных коллег, относятся к самым массовым диагностическим операциям в современном производстве [1]. Рациональное использование эффективных методов контроля позволяет повысить надежность и качество эксплуатации техники, предотвращает аварии сложных агрегатов и дает любому предприятию огромные экономические преимущества. При этом сегодня уже начинает меняться и сама сущность операций контроля.

Пассивный, только фиксирующий качество входящих материалов контроль превращается в активный метод корректировки технологического процесса эксплуатации и регламентного обслуживания транспортной техники. В частности, для моторного масла это определяется следующими обстоятельствами:

- Входной контроль моторного масла обеспечивает повышение надежности и увеличение рабочего ресурса транспортной техники за счет предотвращения эксплуатации некондиционных и фальсифицированных продуктов.

- Анализ моторного масла есть самый результативный и надежный способ постоянного контроля за состоянием техники. В частности, по результатам анализа можно судить о состоянии отдельных деталей механизмов транспортной техники почти так же, как по результатам анализа крови определяют состояние отдельных органов человеческого организма.
- Своевременная проверка качества помогает избежать внеплановых простоев и тем более аварий по причине потери маслом рабочих свойств.
- При работе техники в масле накапливаются различные продукты износа, по которым можно определить изнашиваемый узел до разборки агрегата. Если иметь эту информацию заранее, то замену деталей можно прогнозировать и исключить неприятные риски. Очевидно, что чем раньше определяется развивающийся дефект, тем дешевле будет стоить ремонт.
- Западные предприятия давно используют методы проактивной диагностики и меняют масло и детали «по фактическому состоянию». Применяемая в России единая система замены масел по регламентному плану (по пробегу или моточасам) не обеспечивает рациональных сроков использования масел. Зачастую замена масла производится раньше, чем оно потеряет работоспособность, либо срок замены завышается, и тогда снижается эксплуатационный ресурс транспортной техники.

Из сказанного ясно, насколько методология такой диагностики является актуальной для отечественной практики. Однако широкое внедрение передовых подходов сдерживается тем обстоятельством, что известные методы аналитического контроля основаны на расшифровке качественно-количественного состава объектов, требуют больших временных и финансовых затрат, привлечения высококвалифицированного персонала, возможны только в условиях дорогостоящей специализированной лаборатории. К примеру — для оснащения комплексной передвижной лаборатории контроля качества бензина, созданной компанией ТНК [2], требуется

более \$110.000. Стоимость идентификации одного образца бензина только хроматографическим методом составляет 1-1,5 тыс. рублей и занимает около 30-40 минут [3, 4].

Принципиально иная концепция заложена в основу разработанной учеными МИИТа информационно-аналитической нанотехнологии — анализ продукции предложено делать по представительному набору обобщенных инструментально измеряемых физико-химических параметров, комплексно характеризующих совокупный компонентный состав и наноструктуру контролируемого объекта без разделения отклика смеси на индивидуальные компоненты.

Идентификация объекта (продукта), анализ его качества, безопасности и потребительских свойств в рамках этой концепции сводится к компьютерному сопоставлению совокупности взаимодополняющих обобщенных наномасштабных супрамолекулярных параметров. Такой набор параметров для каждой товарной партии столь же уникален, как и генетический код или отпечаток пальца человека.

В основу концепции положено утверждение, что принадлежность изучаемого объекта к определенной группе, его особенности и потребительские свойства, уровень качества или безопасность не обязательно оценивать традиционными способами, определяя искомые количественные и качественные признаки с опорой на классическое понимание слов «анализ» и «состав». Почти все перечисленные характеристики исследуемого вещества, материала, продукта биологического или нефтехимического синтеза и т.д. можно оценить, используя его так называемые интегральные (обобщенные) показатели. Таких показателей существует множество, они давно и в больших масштабах применяются, однако не было до сих пор понимания того, что на этом пути мы несколько трансформируем саму парадигму аналитической химии, меняем, расширяем ее целеполагающие установки [5].

Такой метод может быть положен также и в основу арбитражных анализов, в соответствии с ГОСТ Р 51293-99 [6] определяющих общие положения идентификации продукции. Согласно этому



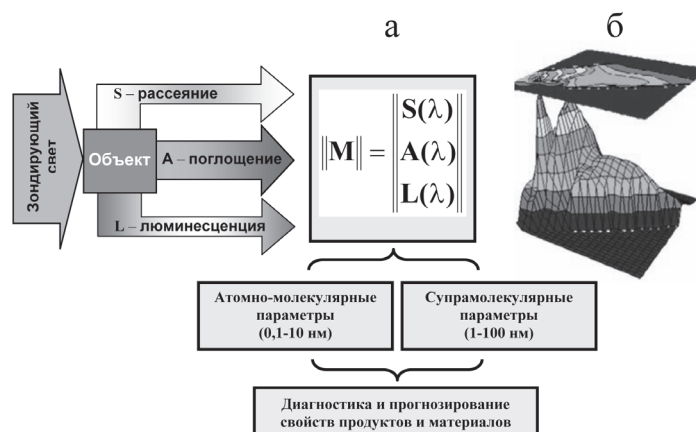


Рис. 1. К физической сущности информационно-аналитической технологии идентификации: анализируемый объект как целое характеризуется набором инструментально измеряемых взаимодополняющих наноструктурных параметров, представляемых в виде цифровой матрицы (а) или ее графического трехмерного образа и его топографического сечения – контурной карты (б).

документу, для идентификации (определения подлинности) продукции вовсе не обязательно расшифровывать ее полный компонентный состав. Задача решается, если применить какой-либо инструментальный подход, способный сформировать достаточно подробный для идентификации образ объекта.

СУЩНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ НАНОТЕХНОЛОГИИ

Физическая основа апробированных вариантов аналитических устройств для реализации технологии опирается на специфические особенности проявления взаимодействия анализируемых объектов с электромагнитным излучением оптического диапазона (т.е. со светом) на наномасштабном супрамолекулярном уровне. Эти устройства в совокупности с используемым специфическим математическим аппаратом представляют собой, по сути, новое направление развития систем машинного зрения [7].

Свет, испытавший взаимодействие с анализируемым объектом, претерпевает различные изменения, обусловленные качественно-количественным составом этого объекта и характером его наномасштабной самоорганизации. Эти изменения, в комплексе зарегистрированные и обработанные специальной аппаратурой, позволяют получить уни-

кальную обобщенную характеристику анализируемого вещества, подобную отпечатку пальца. При этом свой вклад в характеристику объекта вносят практически все входящие в его состав микропримеси, содержащиеся даже в ничтожных количествах (10^{-5} - 10^{-9} г/л). Малейшие изменения состава объекта немедленно отражаются в наблюдаемой картине (подробнее см. [7]).

Результат такого взаимодействия регистрируется специальной аппаратурой в виде многомерной матрицы, сформированной из профилей интенсивности люминесценции, светорассеяния и (или) коэффициента пропускания света (рис. 1). Уникальность такого комплексного оптического отклика заключается в том, что в нем проявляется не только компонентный (молекулярный) состав продукта, но и его надмолекулярная структура, определяемая исходным сырьем и технологическими режимами производства (рис. 2). Такой спектр, подобно отпечаткам пальцев, индивидуален для каждой партии продукции, приготовленной из одинакового сырья в идентичных технологических условиях. Полученный «отпечаток» фактически является паспортом, однозначно отражающим состав и наноструктуру продукта. Эта информация может быть представлена в виде графического или цифрового документа — факсимильного образа компонентного

состава (ФОКС), сопровождающего характеризующую продукцию (рис. 1, 2). В силу того, что этот документ присущ исключительно внутреннему составу и структуре данного продукта, его невозможно подделать. Поэтому такой «паспорт» значительно эффективнее применяемых в настоящее время штрих-кодов и акцизных марок.

Основанная на изложенных принципах технология фиксирует полный набор компонент продукта, вплоть до следовых количеств микропримесей, включая и всю сложную совокупность супрамолекулярных взаимодействий между этими компонентами на наномасштабном уровне.

Вся информация получается на одном приборе. Процедура анализа не требует предварительной подготовки пробы. Полностью автоматизирована. Может осуществляться без участия высококвалифицированного персонала. Технология способна обеспечить бесконтактную идентификацию объектов.

Достоверность идентификации объектов при таком подходе практически целиком определяется шумами сенсорных устройств. Полностью исключены субъективные ошибки анализа и принятия оперативных решений, обусловленные квалификацией, опытом работы, физиологическим и психоэмоциональным состоянием оператора-аналитика.

Проведение анализа занимает несколько минут или даже секунд. Процедура идентификации подлинности сводится к компьютерному сопоставлению ФОКС эталонного и идентифицируемого образцов. Идентификация объекта даже не требует наличия контрольного образца продукции завода-изготовителя в вещественном виде. Достаточно располагать цифровым образом его ФОКС – «отпечатка пальца», хранящегося в специализированной электронной базе данных.

Наряду с идентификацией продукции технология применима для входного контроля качества основных компонент исходного сырья, контроля технологических режимов производства и эксплуатации продуктов, а также для выявления в них недопустимых или потенциально опасных примесей.

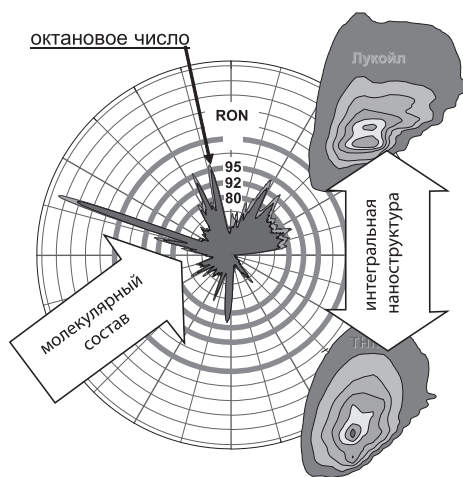


Рис. 2. Графическое представление ФОКС, отражающих молекулярный состав и супрамолекулярную структуру бензина разных марок и производителей. Стрелкой указан пик, характеризующий октановое число (RON).

ПАТЕНТНАЯ ЧИСТОТА

Технология обладает патентной чистотой. Не имеет мировых аналогов. Защищена российскими и международными патентами. Отмечена дипломом и серебряной медалью Международного салона изобретений в Женеве.

Инженерные решения программно-аппаратных средств для реализации технологии содержат ряд ноу-хау, обеспечивающих защиту интеллектуальной собственности их промышленных образцов.

УРОВЕНЬ ПРОРАБОТКИ

В начале текущего десятилетия частное решение информационно-аналитической технологии реализовано для идентификации водно-спиртовых смесей по методу сравнения с контрольным образцом продукции предприятия-производителя.

Совместно с ВНИИПБТ и ГУП «Московское качество» проведена апробация технологии и устройства для ее реализации на представительной серии из нескольких сотен образцов спирта и водки разных марок и предприятий-производителей. Результаты апробации установили практически стопроцентную достоверность идентификации продукции каждого предприятия-производителя [8]. В ходе апробации выявлена корреляция результатов информационно-аналитической технологии



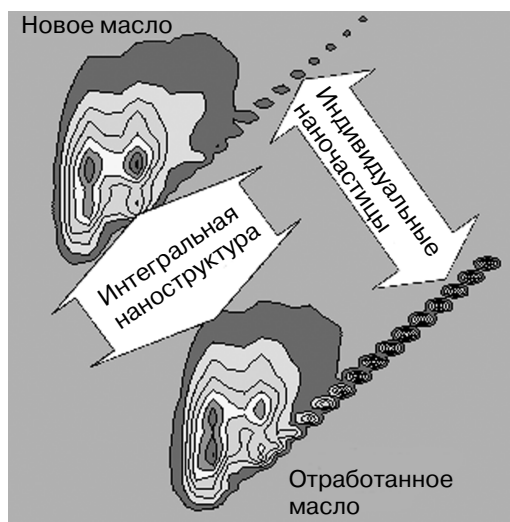


Рис. 3. Факсимильные образы свежего (вверху) и отработанного регламентный ресурс (внизу) трансформаторного масла.

идентификации с органолептическими показателями.

В последующие годы была изучена применимость технологии к широкому кругу промышленных и природных объектов (ГСМ, продукты бытовой химии, фармпрепараты и др.) и выявлена ее высокая информативность к колебаниям компонентного состава анализируемых объектов и наличию в них загрязняющих посторонних веществ на уровне следовых количеств [9, 10].

Установлено, что для экспресс-идентификации многокомпонентных смесей с достоверностью порядка 90-95% и обнаружения примесей в анализируемых объектах на уровне долей процентов эффективно использование обобщенных спектроскопических параметров молекулярного состава таких систем. Апробирован лабораторный макет портативного лазерного экспресс-анализатора молекулярного состава, обеспечивающего прямую бесконтактную идентификацию объектов, не требующую отбора пробы.

В ходе этих работ установлено, что для автомобильных бензинов и специальных масел достоверность идентификации принадлежности образцов к определенной марке и производителю составляет 95-99% в зависимости от выбранной совокупности измерительных методов.

Полная совокупность заложенных в технологию независимых экспериментальных методов обеспечивает наивысшую достоверность идентификации. А в комплексе со статистическими методами формирования эталонных ФОКС позволяет также определять регламентированные стандартами потребительские и эксплуатационные свойства ГСМ (октановое число и пр.), природу технологических присадок и оценивать порядок размеров взвешенных примесных частиц в наномасштабном диапазоне размеров.

Для примера на рис. 3 приведены ФОКС образцов проб трансформаторного масла, отобранных в начале и конце регламентного срока эксплуатации.

Как видно из рисунка, в процессе эксплуатации незначительно изменяется химический состав и интегральная супрамолекулярная наноструктура масла, происходит накопление и укрупнение взвешенных наночастиц, ухудшающих эксплуатационные свойства продукта. К концу регламентного срока эксплуатации масла средние размеры взвешенных наночастиц достигают более 100 нм.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ МОТОРНОГО МАСЛА

Первоочередной задачей для целей контроля качества моторных масел является аппаратное и методическое обеспечение. Эта проблема может быть решена двумя путями:

- организацией мелкосерийного производства отечественной аппаратуры на основе прототипа специализированного анализатора;
- реализацией технологии на имеющемся серийном оборудовании.

Для принятия решения об организации мелкосерийного производства аппаратуры необходимо выработать технические требования к аналитическому комплексу и средствам программного обеспечения с учетом специфики анализируемых объектов. Провести оптимизацию прототипа специализированного анализатора и доработку его конструкции с учетом технологических возможностей предполагаемого производителя.

Серийная аппаратура, полностью удовлетворяющая требованиям техно-

логии, отсутствует. Поэтому требуется исследовать возможности ее доработки и сопряжения средств программного обеспечения с целями идентификации моторного масла.

Учитывая специфику спектральных измерений, особое внимание следует уделить проблеме межлабораторной сходимости результатов идентификации. Для этого нужны работы по интеркалибровке аппаратуры, которая исключала бы или минимизировала систематические аппаратурные погрешности.

СТРАТЕГИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ

Идентификация подлинности продукции по факсимильным оптическим образам в рамках информационно-аналитической технологии предполагает использование достижений информатики и электронных систем связи. Это обеспечивает возможность применения централизованных банков данных электронных ФОКС-образов продукции.

Для решения связанных с этим задач необходимо:

- оснащение соответствующей сертифицированной аппаратурой предприятий-производителей, аккредитованных лабораторий контроля качества и других контролирующих структур;
- создание централизованной специализированной базы данных цифровых ФОКС моторных масел разных марок и производителей;
- организация единой информационно-аналитической сети для обмена данными между предприятиями-изготовителями, лабораториями контроля и централизованной базой данных;
- подготовка специалистов для применения информационно-аналитических нанотехнологий.

В перспективе получение электронного цифрового ФОКС-образа продукции на предприятиях-производителях может осуществляться автоматически, в он-лайн режиме и передаваться в централизованный банк данных без непосредственного участия оператора.

Экономический эффект от реализации технологии можно определить исходя из потребностей, например ОАО

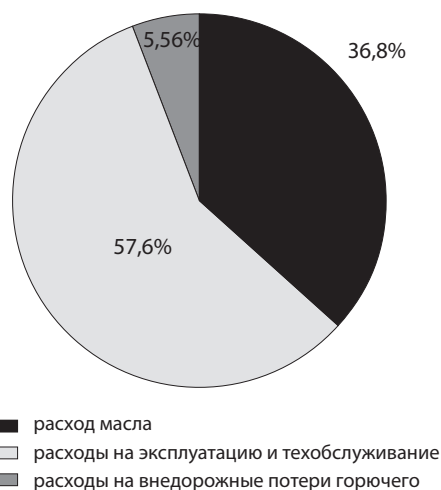


Рис. 4. Долевое распределение экономического эффекта от внедрения в США системы централизованного контроля качества моторного масла по статьям расходов.

«РЖД», в моторном масле и оценок относительного объема фальсифицированной и некондиционной продукции в этом сегменте товарного рынка.

По оценкам, основанным на данных опроса производителей [11], годовое потребление дизельных моторных масел железнодорожным транспортом составляет около 27 тыс. тонн.

С учетом средней стоимости масла (30 тыс. руб./тн [12]) и того обстоятельства, что фальсификаты данного вида продукции на российском рынке доходят до 70-90 %, годовой экономический эффект от внедрения только в структурах ОАО «РЖД» отраслевой системы идентификации подлинности моторного масла может достигать не менее 567-729 млн рублей.

Добавим сюда и то, что в наших оценках не учтена экономия, возникающая от повышения надежности и увеличения рабочего ресурса транспортной техники за счет предотвращения использования в эксплуатации некондиционных и фальсифицированных масел.

Как отмечалось выше, по мере освоения технологии и увеличения объема специализированной базы данных пассивный, только фиксирующий качество входящих масел контроль превращается в активный метод корректировки технологических процессов эксплуатации и регламентного обслуживания транспортной техники. Эти возможности техно-





Таблица 1

**Ориентировочная стоимость автоматизированного комплекса
экспресс-идентификации и контроля качества моторного
масла на базе стандартных спектрометров**

	Стоимость	
Базовый измерительный спектрометрический модуль	Зарубежного производства	Отечественного производства
	30 000–70 000 (\$) (750 000–1 750 000 руб.)	15 000–25 000 (\$) (375 000–625 000 руб.)
Специализированный программный пакет идентификации и контроля качества	10 000–12 000 (\$) (250 000–300 000 руб.)	
Специализированная объектно-ориентированная электронная база данных	3000 (\$) (75 000 руб.)*	
Итого:	43 000–85 000 (\$) (1 075 000–2 125 000 руб.)	28 000–35 000 (\$) (700 000–875 000 руб.)

* Стоимость определяется заданным числом товарных марок продукции; ориентировочная цена идентификационного блока на одну товарную марку индивидуального производителя составляет около \$300.

гии ведут к дополнительному экономическому эффекту.

По оценкам независимых зарубежных специалистов [1], такой подход в целом обеспечивает 8-кратную экономию прямых финансовых затрат на эксплуатацию и техобслуживание транспортной техники и 1,5-кратное снижение аварийности подвижного состава. Эти потери составляют более половины совокупного экономического эффекта (рис. 4). Кроме того, снижается нерациональный расход масла при его замене не в регламентные сроки, а по фактическому состоянию. При этом сокращаются и внедорожные потери топлива.

Внедрение зарубежного аналога информационно-аналитической технологии — системы централизованного контроля смазочных масел JOAP (Joint Analysis Oil Project) в департаменте обороны США обеспечило годовую экономию в 122,2 млн долларов. Коммерческая стоимость базового модуля сенсорного устройства такой системы — Oil Analyser фирмы Varian — составляет около \$70 000 (см. таблицу 1).

Стоимость программно-аппаратного комплекса, реализующего информационно-аналитическую технологию контроля качества и идентификации моторных масел, и первичного ядра проблемно-ориентированной базы данных в значительной степени зависит от затрат на базовый измерительный модуль. А эта величина определяется оптимальным выбором совокуп-

ного набора экспериментальных методов, достаточных для исчерпывающего контроля и требуемой достоверности идентификации.

При сегодняшнем состоянии отечественной оптико-механической отрасли разработка и изготовление полностью оригинального измерительного комплекса вряд ли реальна как по срокам, так и по требуемому объему финансирования. Рациональнее использовать готовые зарубежные или отечественные базовые оптические измерительные модули и комплектующие. В частности, такие модули на базе ИК-фурье спектрометров производят 5-6 зарубежных фирм и 2-3 российские. Сканирующие флуориметрические модули в СНГ выпускаются лишь белорусскими предприятиями. В пределах РФ такие системы в настоящее время серийно не производят.

Перспективными для решения задач контроля качества и идентификации моторных масел представляются волоконно-оптические полихроматоры с ПЗС-матрицами. Такие модули выпускаются в США, Японии и Нидерландах, а также в Беларуси — на базе комплектующих импортного производства. Разброс цен на модули зарубежного и отечественного производства приведен в таблице 1. Там же обозначены ориентировочная стоимость специализированного аналитического пакета программного обеспечения и объектно-ориентированной аналитической базы данных, а также итоговая ориентировочная стоимость автоматизи-

Ориентировочная стоимость экспресс-идентификации одного образца моторного масла на автоматизированном спектрометрическом комплексе при 7-часовой рабочей смене*

	Статья затрат	Стоимость одного определения (руб.)	
		Максимальная	Минимальная
1	Амортизационный износ измерительного комплекса (из расчета полного износа за 5 лет)	1,84	0,61
2	Зарплата персонала (из расчета на 2 чел. = 40 тыс. руб./мес.)	37,62	
3	Соцотчисления (38% от поз. 2)	9,05	
4	Накладные расходы (20% от поз. 2)	4,76	
	Итого:	53,28	52,04

* Из расчета производительности комплекса 84 образца за рабочую смену.

рованного комплекса в целом (в серийном производстве).

Оценки ориентировочной стоимости анализа приведены в таблице 2. Они складываются из совокупных затрат на амортизационный износ оборудования (из расчета полного износа за 5 лет), зарплаты персонала, соцотчислений и накладных расходов без учета плановой прибыли. Результаты здесь важны для сопоставления анализов одного образца при максимальной и минимальной стоимости базового оборудования. Оценки опираются на расчет максимальных совокупных временных затрат аналитического цикла, составляющих, по предварительным данным, 5 мин/образец (что обеспечивает производительность 84 образца за 7-часовую смену). При оптимизации аппаратной части комплекса временные затраты могут быть уменьшены в 5-10 раз, и стоимость анализов, при условии обеспечения полной загрузки аппаратуры, пропорционально уменьшается.

Как видно из таблицы 2, амортизационные расходы составляют немногим более 3% всех совокупных затрат, что с учетом высокой экономической эффективности от реализации свидетельствует о высокой окупаемости технологии и быстром возврате вложенных средств.

Применение методов автоматической экспресс-идентификации на базе заявленной информационно-аналитической инструментальной нанотехнологии обеспечивает сокращение времени анализов более чем в 10-100 раз и снижение их себестоимости более чем в 100 раз по отношению к стандартным методам.

ЛИТЕРАТУРА

1. US Army & Joint Oil Analysis Program Technical Report — Washington, 2005.
2. Пресс-релиз — Пресс-центр ТНК, 2002. <http://www.russianoil.ru/newshow.asp?pid=472>.
3. Черепица С.В., Бычков С.М., Гацуха С.В. и др. Методика газохроматографического анализа автомобильных бензинов // Химия и технология топлив и масел. — 2001. — № 4.
4. Анализ углеводородного состава бензинов — ВНИИ НП, 2002, <http://www.mtu-net.ru/avangard/stat2.htm>.
5. Золотов Ю.А. Определение интегральных показателей как задача аналитической химии // Журнал аналитической химии. — 2004. — Том 59, № 7.
6. ГОСТ Р 51293 — 99 Идентификация продукции. Общие положения — М.: Изд-во стандартов, 1999.
7. Некрасов В.В., Никитенко В.А., Фетисов И.В. Новые горизонты систем машинного зрения // Вестник МИИТ. — 2006. — Вып. 14.
8. Некрасов В.В., Гасанов Д.Р., Дейнеко А.О. и др. Спектрально-люминесцентный анализатор подлинности водки СЛАП-В // Тезисы Третьей научно-практической конференции «Идентификация качества и безопасность алкогольной продукции». — Пушкино, 2001.
9. Некрасов В.В., Никитенко В.А. Информационно-аналитическая технология экспрессного мониторинга промышленных продуктов и объектов окружающей среды // Сборник трудов I-й Московской городской научно-практической конференции «Вузы—наука—город». — М., 2005.
10. Некрасов В.В. Проблемы мониторинга безопасности систем централизованного водоснабжения и перспективы их решения // Российский химический журнал. — 2005. — Т. 49, № 4.
11. Рынок смазочных масел в России: Потребление моторных масел в 2006 году. — Академия конъюнктуры промышленных рынков, www.akpr.ru.
12. Данные компании RICCOM на 22 июля 2008 года — <http://www.riccom.ru/>

Координаты автора статьи (author's address):
Некрасов В.В.:
v.v.nekrasov@gmail.ru





Модель торможения автомобильного колеса с линейной функцией связи



Вячеслав ЗОТОВ
Vyacheslav M. ZOTOV

Татьяна ШТЕЛЬМАХ
Tatiana V. SHELMAKH



Николай ЗОТОВ
Nikolay M. ZOTOV

Зотов Вячеслав Михайлович – старший преподаватель кафедры математики и компьютерного моделирования Волгоградского государственного университета.
Штельмах Татьяна Владимировна – старший преподаватель той же кафедры.
Зотов Николай Михайлович – кандидат технических наук, доцент Волгоградского государственного технического университета.

Построена математическая модель процесса торможения автомобильного колеса. Функция, описывающая поверхность дороги, аппроксимирована линейной функцией.

Ключевые слова: математическая модель, торможение, автомобильное колесо, линейная функция связи.

Model of Braking for Automobile Wheel based on Linear Coupling Function

Zotov V.M. – senior lecturer of the chair in mathematics and computer simulation of Volgograd State university;

Shtelmakh T.V. – senior lecturer of the same chair;

Zotov N.M. – Cand. Sc. (Tech.), associate professor of the chair in technical maintenance of Volgograd State Technical university.

The authors have designed a mathematical model for the braking process for automobile wheel. The function describing a surface of road is approximated by linear function.

Key words: mathematical model, braking, automobile wheel, linear coupling function.

1. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ЕЕ ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ

Повышение эффективности испытаний автомобиля в условиях стенда или автополигона, широкое использование антиблокировочных систем настоятельно требуют создания математических моделей процесса торможения колеса, решаемых в режиме реального времени. Классическая математическая модель [1] процесса торможения автомобильного колеса, движущегося по горизонтальной, однородной по своим фрикционным характеристикам поверхности, имеет вид:

$$\begin{cases} I \cdot \dot{\omega} = -M_{TOP}(t) + m \cdot g \cdot R \cdot \varphi(S), \\ \dot{V} = -g \cdot \varphi(S), \\ \varphi(S) = \frac{f_0 \cdot S}{a \cdot S^2 + b \cdot S + c}, \quad S = 1 - \frac{R \cdot \omega}{V}, \end{cases} \quad (1)$$

где

$$M_{TOP} = \begin{cases} M_0 \cdot t^n & \text{при } t \in [0; T_\omega], \\ m \cdot g \cdot R \cdot f_0 & \text{при } t \in (T_\omega; T_V]. \end{cases}$$

Здесь m – масса автомобиля, приходящаяся на одно колесо; g – ускорение свободного падения; R – радиус

колеса, I — момент инерции, ω — угловая скорость, $\dot{\omega}$ — угловое ускорение колеса относительно его оси; V — поступательная скорость, $\dot{V}$ — поступательное ускорение оси колеса относительно дороги.

Процесс торможения начинается в нулевой момент времени, причем $\omega(0) = \omega_0$, $V(0) = V_0$, $V_0 = R \cdot \omega_0$; T_ω соответствует моменту $S = 1$, $\omega(T_\omega) = 0$; T_V соответствует моменту $V = 0$. Функция связи $\varphi(S)$ моделирует поверхность дороги при движении колеса в тормозящем режиме [2, 3]. Коэффициенты a , b , c , f_0 характеризуют сцепные свойства колеса с поверхностью дороги и определены с погрешностью до 10% (см. таблицу 1).

Из-за сложности вида функции связи $\varphi(S)$ система нелинейных дифференциальных уравнений (1) не имеет решений в квадратурах. Время численного решения модели сравнимо с длительностью описываемого процесса [1, 4]. Оптимизируем данную модель по времени ее счета заменой дробно-степенной функции $\varphi(S)$ кусочно-линейной функцией $\varphi_L(S)$:

$$\varphi_L(S) = \begin{cases} k \cdot S, & \text{при } 0 \leq S < S_1; \\ k \cdot S_1, & \text{при } S_1 \leq S \leq 1. \end{cases}$$

Здесь

$$S_1 = 0,25 \cdot S_m; \quad k = \frac{2 \cdot \int_0^1 \varphi(S) dS}{S_1 \cdot (2 - S_1)},$$

$$\text{где } S_m: \varphi(S_m) = \varphi_m = \max_{[0,1]} \varphi(S); \quad (2)$$

$$2 \cdot \int_0^1 \varphi(S) dS = \frac{f_0}{a} \cdot \left(\ln \left(\frac{1}{c} \right) - \frac{b}{\sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}} \cdot \ln \left(\frac{b + 2 \cdot c + \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{b + 2 \cdot c - \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}} \right) \right).$$

Значения постоянных k и S_1 определяются из условий, с одной стороны, максимального приближения по виду графиков $\varphi(S)$ и $\varphi_L(S)$ (см. рис. 1), а с другой — равенства площадей плоских фигур между осью S и графиком функции $\varphi(S)$ и соответствующим графиком функции $\varphi_L(S)$ (см. таблицу 1).

В итоге математическая модель (1) преобразуется к виду:

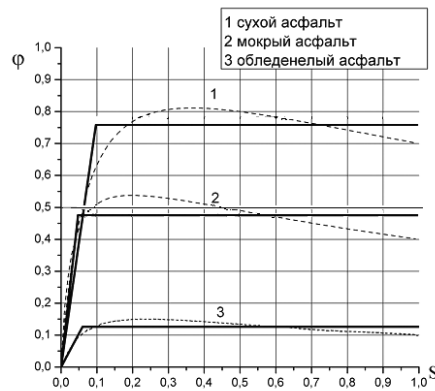


Рис. 1. $(\varphi-S)$ -диаграмма для различных типов поверхности дороги: пунктирная линия — дробно-степенная функция $\varphi(S)$ по [3]; сплошная линия — кусочно-линейная функция $\varphi_L(S)$.

$$I \cdot \dot{\omega} = -M_{TOP}(t) + m \cdot g \cdot R \cdot \varphi_L(S) \quad (3)$$

$$\dot{V} = -g \cdot \varphi_L(S)$$

$$\varphi_L(S) = \begin{cases} k \cdot S, & \text{при } S \in [0; S_1) \\ k \cdot S_1, & \text{при } S \in [S_1; 1] \end{cases}, \quad S = 1 - \frac{R \cdot \omega}{V},$$

$$M_{TOP} = \begin{cases} M_0 \cdot t^n & \text{при } t \in [0; t_\omega], \\ m \cdot g \cdot R \cdot f_0 & \text{при } t \in (t_\omega; t_V]; \end{cases}$$

где t_ω — момент времени, при котором $S = 1$, причем $\omega(t_\omega) = 0$; t_V — момент времени, при котором $V = 0$.

Интегрируя (3), получим следующую совокупность решений:

$$\begin{cases} \omega(t) = \omega_0 - \frac{M_0 \cdot t^{n+1}}{I \cdot (n+1)} + \frac{m \cdot g \cdot R \cdot k}{I} \cdot \int_0^t S dt, \\ V(t) = V_0 - g \cdot k \cdot \int_0^t S dt, \\ S = 1 - \frac{R \cdot \omega}{V} \quad \text{при } t < t_1; \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} \omega(t) = \omega_1 - \frac{M_0 \cdot (t^{n+1} - t_1^{n+1})}{I \cdot (n+1)} + \frac{m \cdot g \cdot R \cdot k \cdot S_1}{I} \cdot (t - t_1), \\ V(t) = V_1 - g \cdot k \cdot S_1 \cdot (t - t_1), \\ S = 1 - \frac{R \cdot \omega}{V} \quad \text{при } t \in [t_1; t_\omega]; \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{cases} \omega(t) = 0, \\ V(t) = V_1 - g \cdot k \cdot S_1 \cdot (t - t_1) \quad \text{при } t \in [t_\omega; t_V]. \end{cases} \quad (6)$$

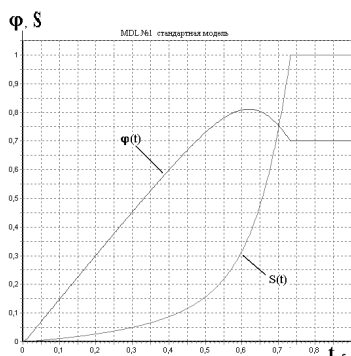
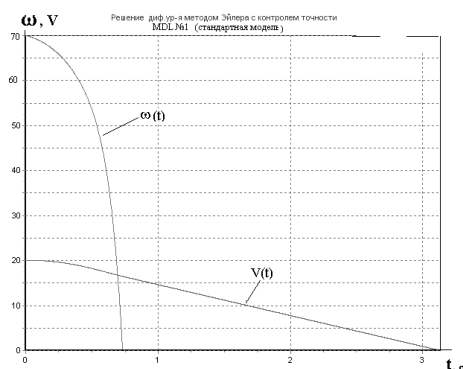
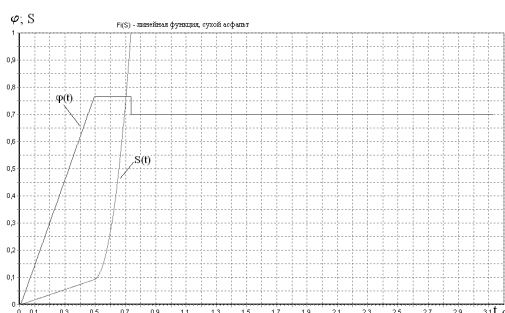
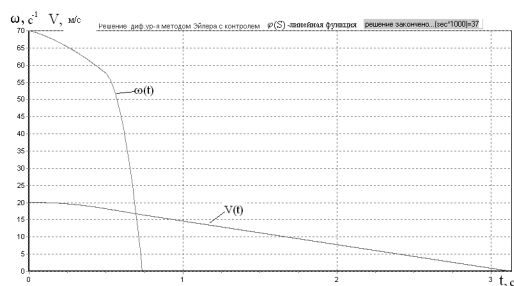
Здесь t_1 — момент времени, при котором $S = S_1$, причем $\omega(t_1) = \omega_1$, $V(t_1) = V_1$.

Система уравнений (4) не интегрируется в квадратурах, и ее решение находится численным методом; решения (5) и (6) аналитические. Поэтому время



**Значения коэффициентов, характеризующих сцепные свойства автомобильного колеса с дорогой для $\varphi(S)$ [3] и $\varphi_\Lambda(S)$**

Тип дорожного покрытия	f_0	a	b	c	S_m	φ_m	S_1	k	$\varphi_1 = k \cdot S_1$
сухой асфальтобетон	0,7	0,342	0,612	0,046	0,367	0,811	0,092	8,336	0,764
мокрый асфальтобетон	0,4	0,400	0,584	0,016	0,200	0,538	0,050	9,609	0,480
обледенелый асфальтобетон	0,1	0,570	0,398	0,032	0,237	0,150	0,059	2,153	0,128

а) Графики коэффициентов продольных сцепления φ и проскальзывания S как функции времени t .б) Графики угловой ω и линейной V скорости как функции времени t .**Рис. 2. Графики изменения кинематических и динамических характеристик колеса при его торможении по поверхности «сухой асфальт» для модели (1) при $\eta = 1$.**а) Графики коэффициентов продольных сцепления φ и проскальзывания S как функции времени t .б) Графики угловой ω и линейной V скорости как функции времени t .**Рис. 3. Графики изменения кинематических и динамических характеристик колеса при его торможении по поверхности «сухой асфальт» для модели (3) при $\eta = 1$.**

счета τ_L модели (3) практически определяется временем счета системы (4). Введем величину T_1 — момент времени, при котором $S = S_1$ по модели (1). Можно предположить, что время τ_L во столько раз меньше времени счета τ_k классической модели (1), во сколько T_1 меньше

длительности полного процесса тормо-

$$\text{жения } T_V: \frac{\tau_L}{\tau_k} \leq \frac{T_1}{T_V}.$$

На рис. 2-3 представлены графики функций, описывающие кинематические и динамические характеристики колеса, полученные численным решением модели (1) и модели (3), при следующих значениях параметров моделей: $M_0 = 1689$ Нм; $m = 370$ кг; $g = 9,81$ м/с²; $I = 1,1$ кг·м²; $R = 0,287$ м; $\omega_0 = 70$ с⁻¹; $V_0 = R \cdot \omega_0 = 20,09$ м/с. Модели решались методом Эйлера с контролем точности, причем время счёта для (1) и (2) соответственно $\tau_k = 156 \cdot 10^{-3}$ с и $\tau_L = 37 \cdot 10^{-3}$ с. При

Таблица 2

**Значения кинематических величин колеса на момент времени t_1
по моделям (1) и (3)**

Тип дорожного покрытия	n	численное решение модели (1)			численное решение модели (3)			аналитическое решение модели (3)		
		T_1	V_1	ω_1	t_1	V_1	ω_1	T_1	V_1	ω_1
сухой асфальто-бетон	0	0,0057	20,067	63,516	0,006	20,067	63,508	0,0056	20,067	63,609
	1	0,411	18,856	59,676	0,494	18,274	57,834	0,459	18,534	58,658
	2	0,645	18,78	59,436	0,705	18,354	58,086	0,68	18,543	58,686
мокрый асфальто-бетон	0	0,0028	20,081	66,472	0,003	20,080	66,509	0,0027	20,083	66,478
	1	0,295	19,454	64,406	0,313	19,370	64,116	0,304	19,415	64,266
	2	0,545	19,297	63,875	0,560	19,223	63,629	0,55	19,273	63,796
обледенел. асфальто-бетон	0	0,0028	20,088	65,848	0,003	20,087	65,846	0,0028	20,088	65,848
	1	0,110	20,039	65,687	0,113	20,033	65,666	0,114	20,032	65,608
	2	0,305	19,986	65,511	0,316	19,969	65,458	0,316	19,97	65,461

указанных начальных условиях время счета модели (3) по сравнению с моделью (1) уменьшилось более чем в 4 раза: $\frac{\tau_L}{\tau_k} = 0,24$.

Таблицы 2, 3 показывают совпадение зависимостей $V(t)$ и $\omega(t)$ с погрешностью не более чем 1% на всей области определения функций между моделями (1) и (3). Варьирование исходного значения S_1 в (2) не приводит к лучшему результату.

Таким образом, математическую модель (3) можно использовать для кинематического описания движения колеса на всем временном промежутке торможения с погрешностью счета, не превышающей погрешности исходных данных, при существенном снижении времени счета.

2. МОДЕЛЬ ТОРМОЖЕНИЯ КОЛЕСА, ИМЕЮЩАЯ АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ

Приведем математическую модель (3) на участке $S \in (0; S_1)$, на котором используются численные методы решения, к виду, интегрируемому в квадратурах. Для этого выполним следующие преобразования:

а) в системе (4) второе уравнение подставим в первое, учитывая соотношение $V_0 = R \cdot \omega_0$:

$$\omega(t) = \frac{I + m \cdot R^2}{I \cdot R} \cdot V_0 - \frac{m \cdot R \cdot V}{I} - \frac{M_0 \cdot t^{n+1}}{I \cdot (n+1)}; \quad (7)$$

б) в системе (3) подставим $\phi(S)$ и $S(\omega; V)$ во второе уравнение и преобразуем полученное к виду:

$$V \cdot \dot{V} + k \cdot g \cdot V = -k \cdot g \cdot R \cdot \omega; \quad (8)$$

в) подставив (7) в (8), получим нелинейное дифференциальное уравнение первого порядка вида:

$$V \cdot \dot{V} + p \cdot V + q \cdot t^{n+1} - p \cdot V_0 = 0, \quad (9)$$

где

$$p = k \cdot g \cdot \left(\frac{I + m \cdot R^2}{I} \right),$$

$$q = \frac{k \cdot g \cdot M_0 \cdot R}{I \cdot (n+1)}. \quad (10)$$

В общем случае решение уравнения (9) не было найдено. Рассмотрим частный случай при $n = 0$ (тормозной момент на колесе возрастает быстро до некоторого максимального значения):

$$V \cdot \dot{V} + p \cdot V + q \cdot t - p \cdot V_0 = 0. \quad (11)$$

Перейдем от координат $(t; V)$ к координатам $(x; y)$: $t = \frac{p \cdot V_0}{q} + x$; $V = y$. В рамках рассматриваемого процесса

$$x \in \left[-\frac{p \cdot V_0}{q}; x_1 \right), y \in (V_i; V_0], x_1 = x(t_1) < 0,$$

$V_1 = V(t_1) > 0$. В новой системе координат уравнение (11) является однородным дифференциальным уравнением:

$$y \cdot \dot{y} = -p \cdot y - q \cdot x.$$





16

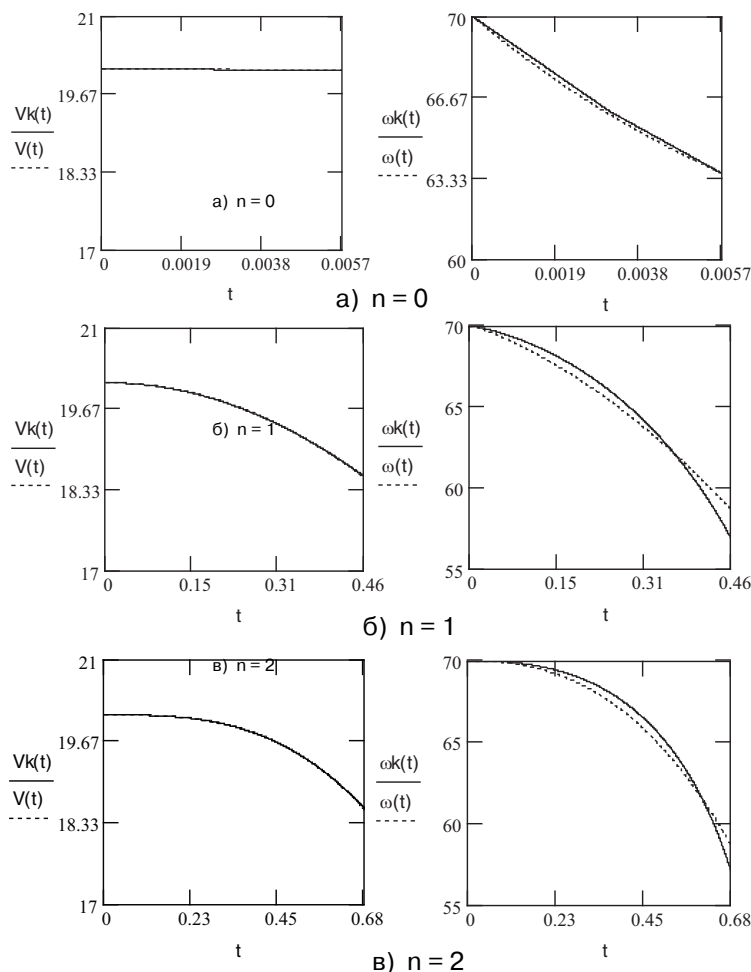


Рис. 4. Графики зависимости линейной V_k и V и угловой ω_k и ω скоростей от времени t для моделей (1) (сплошная линия, численное решение) и (3) (пунктирная линия, приближенное аналитическое решение), соответственно, для различных значений показателя степени в функции тормозного момента $M_{\text{тор}}(t)$. Торможение осуществляется на поверхности «сухой асфальт» при $t \in [0; t_1]$. (Расчет осуществлялся с помощью программы Mathcad).

Замена переменных $y = u \cdot x$ приведет его к уравнению с разделяющимися переменными:

$$x \cdot u \cdot \dot{u} = -u^2 - p \cdot u - q.$$

Далее учитываем, что $x = 0$ не является решением уравнения, и допускаем $u^2 + p \cdot u + q \neq 0$. Значения числовых параметров p и q в рамках рассматриваемого процесса таковы, что $\frac{p^2}{4} - q > 0$. В результате последующих вычислений имеем:

$$\frac{1}{2} \cdot \ln |u^2 + pu + q| + \frac{p}{4 \cdot \sqrt{p^2/4 - q}} \cdot \ln \left| \frac{2\sqrt{p^2/4 - q} + 2u + p}{2\sqrt{p^2/4 - q} - 2u - p} \right| = -\ln |x| + \text{Const}.$$

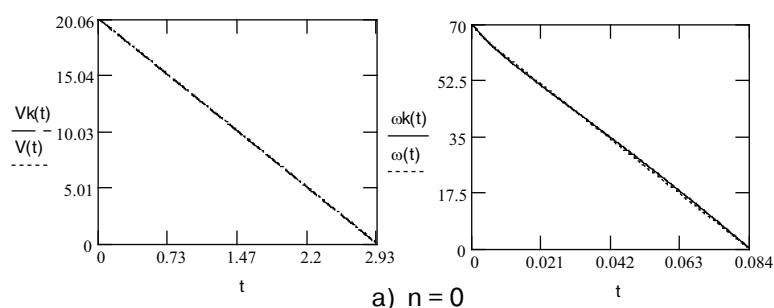
Возвращаясь к исходным переменным, получим решение дифференциального уравнения (11) в неявном виде — см. (12).

Неявный вид решения (12) не позволяет эффективно его использовать для нахождения значений t_1 и, следова-

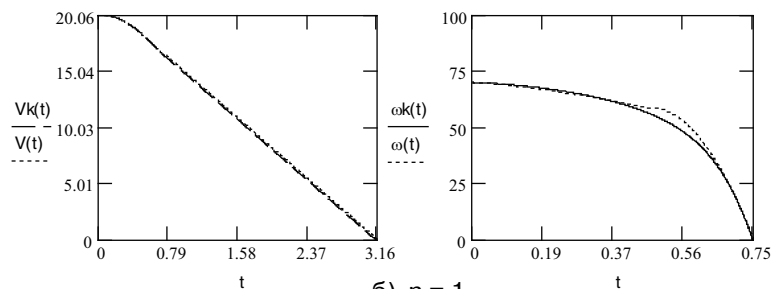
$$\left| V^2 - pV \left(\frac{pV_0}{q} - t \right) + q \left(\frac{pV_0}{q} - t \right)^2 \right| \cdot \left| \frac{\left(\frac{pV_0}{q} - t \right) (p + \sqrt{p^2 - 4q}) - 2V}{\left(\frac{pV_0}{q} - t \right) (p - \sqrt{p^2 - 4q}) - 2V} \right|^{\frac{p}{\sqrt{p^2 - 4q}}} = C \quad (12)$$

где C — положительная постоянная величина, определяемая из начального условия $V(0) = V_0$:

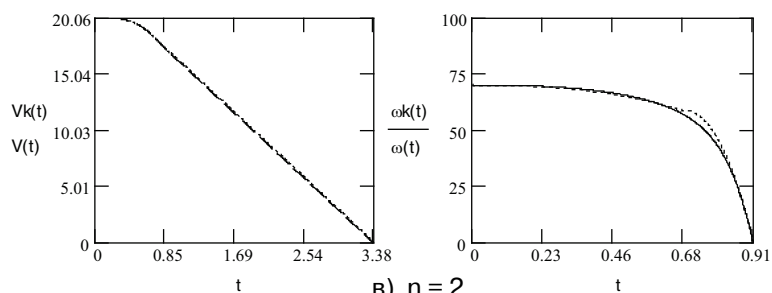
$$C = V_0^2 \cdot \left(1 + \frac{2p \cdot \sqrt{p^2 - 4q}}{p \cdot (p - \sqrt{p^2 - 4q}) - 2q} \right)^{\frac{p}{\sqrt{p^2 - 4q}}}.$$



а) $n = 0$



б) $n = 1$



в) $n = 2$

Рис. 5. Графики зависимости линейной V_k и V и угловой ω_k и ω скоростей от времени t для моделей (1) (сплошная линия, численное решение) и (3) (пунктирная линия, приближенное аналитическое решение), соответственно, для различных значений показателя степени в функции тормозного момента $M_{\text{тор}}(t)$. Торможение осуществляется на поверхности «сухой асфальт» при $t \in [0; t_1]$. (Расчет осуществлялся с помощью программы Mathcad).

тельно, воспользоваться решениями (5) и (6) при $t > t_1$.

Теперь определим значение t_1 , подставив (7) в функцию $S(\omega; V)$ модели (4) с учетом (10):

$$S = \frac{1}{k \cdot g} \cdot \left(\frac{q \cdot t^{n+1} - p \cdot (V_0 - V)}{V} \right).$$

Отсюда при $S = S_1$:

$$t_1 = \sqrt[n+1]{\frac{p \cdot V_0 - (p - k \cdot S_1 \cdot g) \cdot V_1}{q}}. \quad (13)$$

Как видно из (13), для определения t_1 необходимо знать соответствующее значение $V_1 = V(t_1)$. Для нахождения функции $V(t)$ на временном промежутке $t \in [0; t_1]$ приведем дифференциальное уравнение (9) к виду

$$\frac{V \cdot \dot{V}}{p \cdot V_0} = \frac{V_0 - V}{V_0} - \frac{q}{p \cdot V_0} \cdot t^{n+1}$$

и проинтегрируем его:

$$\frac{V^2 - V_0^2}{2 \cdot p \cdot V_0} = \Theta(t) - \frac{q}{p \cdot V_0 \cdot (n+2)} \cdot t^{n+2}, \quad (14)$$

где $\Theta(t) = \int_0^t \frac{V_0 - V}{V_0} dt$ — неизвестная поло-

жительная функция, значение которой много меньше единицы [см. график $V(t)$ на рис. 3б]. С погрешностью не более 10% левую часть выражения (14) можно преобразовать следующим образом (см. таблицу 2):

$$\frac{V^2 - V_0^2}{2 \cdot p \cdot V_0} = \frac{V - V_0}{V_0} \cdot \frac{V + V_0}{2 \cdot p} \approx \frac{V - V_0}{V_0} \cdot \frac{V_0}{p}.$$

Тогда (14) примет вид:

$$\frac{V - V_0}{V_0} = \frac{p}{V_0} \cdot \Theta(t) - \frac{q}{V_0^2 \cdot (n+2)} \cdot t^{n+2}. \quad (15)$$

С учетом определения функции

$\Theta(t)$ имеем: $\frac{V - V_0}{V_0} = -\frac{d\Theta}{dt}$. При этом





а) при $n = 0$

$$V = V_0 \cdot \left(1 - \frac{q}{p \cdot V_0} \cdot t + \frac{q}{p^2} \cdot (1 - \exp(-\frac{p}{V_0} \cdot t)) \right); \quad (17)$$

б) при $n = 1$

$$V = V_0 \cdot \left(1 - \frac{q}{p \cdot V_0} \cdot t^2 + \frac{2 \cdot q}{p^2} \cdot t - \frac{2 \cdot q \cdot V_0}{p^3} \cdot (1 - \exp(-\frac{p}{V_0} \cdot t)) \right); \quad (18)$$

в) при $n = 2$

$$V = V_0 \cdot \left(1 - \frac{q}{p \cdot V_0} \cdot t^3 + \frac{3 \cdot q}{p^2} \cdot t^2 - \frac{6 \cdot q \cdot V_0}{p^3} \cdot t + \frac{6 \cdot q \cdot V_0^2}{p^4} \cdot (1 - \exp(-\frac{p}{V_0} \cdot t)) \right). \quad (19)$$

а) при $n = 0$

$$t_1^3 - \frac{3 \cdot V_0}{p} \cdot t_1^2 + \frac{6 \cdot V_0^2}{p \cdot (p - k \cdot S_1 \cdot g)} \cdot t_1 - \frac{6 \cdot k \cdot S_1 \cdot g \cdot V_0^3}{p \cdot (p - k \cdot S_1 \cdot g) \cdot q} = 0; \quad (20)$$

б) при $n = 1$

$$t_1^2 + \frac{2 \cdot V_0 \cdot (p - k \cdot S_1 \cdot g)}{p \cdot k \cdot S_1 \cdot g} \cdot t_1 - \left(\frac{p \cdot V_0}{q} + \frac{2 \cdot V_0^2 \cdot (p - k \cdot S_1 \cdot g)}{p^2 \cdot k \cdot S_1 \cdot g} \right) = 0; \quad (21)$$

в) при $n = 2$

$$t_1^3 + \frac{3 \cdot V_0 \cdot (p - k \cdot S_1 \cdot g)}{p \cdot k \cdot S_1 \cdot g} \cdot t_1^2 - \frac{6 \cdot V_0^2 \cdot (p - k \cdot S_1 \cdot g)}{p^2 \cdot k \cdot S_1 \cdot g} \cdot t_1 - \left(\frac{p \cdot V_0}{q} - \frac{6 \cdot V_0^3 \cdot (p - k \cdot S_1 \cdot g)}{p^3 \cdot k \cdot S_1 \cdot g} \right) = 0. \quad (22)$$

выражение (15) преобразуется в линейное дифференциальное уравнение, интегрируемое в квадратурах:

$$\frac{d\Theta}{dt} + \frac{p}{V_0} \cdot \Theta(t) = \frac{q}{V_0^2 \cdot (n+2)} \cdot t^{n+2}. \quad (16)$$

Подставляя решение уравнения (16) при различных значениях n в (15), найдем вид функции $V(t)$ на временном промежутке $t \in [0; t_1]$ — см. (17)-(19).

Подстановка в (14) значений V_1 , полученных по модели (1) (см. таблицу 2), дает значение t_1 , соответствующее численно полученным моментам времени в пределах погрешности вычисляемой величины. Подстановка в (17)-(19) значений t_1 , полученных по модели (1) (см. таблицу 2), дает значение V_1 , отличающееся от соответствующего численно полученного

значения скорости не более чем на 0,5%. Все это говорит об адекватности уравнений (17)-(19) модели (1) на временном промежутке $t \in [0; t_1]$.

Для аналитического определения значения t_1 , подставим функции (17)-(19) в выражение (13), предварительно проводя следующие упрощения:

в уравнении (17) выражение $0 < \frac{p \cdot t_1}{V_0} < 1$ (см. таблицы 2 и 3), следовательно,

$$1 - \exp\left(-\frac{p}{V_0} \cdot t_1\right) \approx \frac{p}{V_0} \cdot t_1 - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{p}{V_0} \cdot t_1\right)^2 + \frac{1}{6} \cdot \left(\frac{p}{V_0} \cdot t_1\right)^3$$

с погрешностью не более 3%;

в уравнениях (18) и (19) выражение $\exp\left(-\frac{p}{V_0} \cdot t_1\right) \ll 1$ (см. таблицы 2 и 3), следовательно, $1 - \exp\left(-\frac{p}{V_0} \cdot t_1\right) \approx 1$ с погрешностью не более 0,5%.

**Максимальная относительная разность
значений кинематических
величин колеса между моделями (1) и (3)**

Тип дорожного покрытия	n	p	q	численные решения для моделей (1) и (3),				численное решение для модели (1) и аналитическое решение (3)			
				$\varepsilon t_\omega, \%$	$\varepsilon t_V, \%$	$\varepsilon \omega, \%$	$\varepsilon V, \%$	$\varepsilon t_\omega, \%$	$\varepsilon t_V, \%$	$\varepsilon \omega, \%$	$\varepsilon V, \%$
сухой асфальтобетон	0	2345	36000	0	0,2	1,2	0,2	0,4	0,2	1,1	0,3
	1		18000	0,2	0,7	6,2	0,7	0,3	0,8	7,0	0,8
	2		12000	0,2	0,5	5,8	0,6	0,3	0,5	6,2	0,6
мокрый асфальтобетон	0	2703	41500	0,5	0,2	1,3	0,2	0,8	0,2	1,6	0,2
	1		20750	1,5	1,3	8,5	1,3	1,6	1,3	8,5	1,3
	2		13830	0,8	1,1	7,3	1,1	0,8	1,1	7,4	1,2
обледенелый асфальтобетон	0	605,7	9298	1,6	0,1	0,9	0,1	1,6	0,1	1,0	0,1
	1		4649	0,7	0,4	2,4	0,4	0,7	0,4	2,4	0,4
	2		3099	0,3	0,4	1,1	0,4	0,3	0,4	2,6	0,5

С учетом проведенных замен получим степенные уравнения относительно t_1 – см. (20)-(22).

Как видно из таблицы 2, кинематические характеристики колеса t_1 , V_1 , ω_1 , полученные аналитически по уравнениям (7), (17)-(19) и (20)-(22), отличаются от соответствующих численно полученных по моделям (1) и (3) значений менее чем на 10%.

На рис. 4 ($t \in [0; t_1]$) и 5 ($t \in [0; t_V]$) представлены графики функций, описывающие кинематические характеристики колеса для поверхности «сухой асфальт», полученные численным решением модели (1) и аналитическим решением уравнений (5)-(7) и (17)-(19). Значения t_1 получены по уравнениям (20)-(22). Значения параметров моделей указаны выше.

Максимальные относительные разности значений кинематических величин колеса между моделью (1) (ω_k , V_k , T_ω , T_V) и моделью (3) (ω , V , t_ω , t_V) с численным и приближенным аналитическими решениями, определяемые формулами

$$\varepsilon \omega = \frac{\max |\omega(t) - \omega_k(t)|}{\omega_0},$$

$$\varepsilon V = \frac{\max |V(t) - V_k(t)|}{V_0},$$

$$\varepsilon t_\omega = \frac{|t_\omega - T_\omega|}{T_\omega}, \quad \varepsilon t_V = \frac{|t_V - T_V|}{T_V},$$

представлены в таблице 3.

Сравнивая табличные и графические значения кинематических характеристик колеса, полученных численным решением моделей (1), (3) и решением модели (3) с приближенным аналитическим решением дифференциального уравнения (9) на временном интервале $[0; t_V]$, можно сделать вывод об адекватности проведенных преобразований.

Таким образом, математическая модель (3) дает возможность в режиме реального времени проводить качественные и количественные оценки влияния исходных данных на процесс торможения колеса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зотов В.М., Зотов Н.М., Штельмах Т.В. Исследование решений дифференциальных уравнений движения колеса в тормозящем режиме // Обзорение прикладной и промышленной математики. – М., 2006. Т.13, вып.4, с. 646-647
2. Барвелл Ф.Т. Автоматика и управление на транспорте. – М.: Транспорт, 1990.
3. Иларионов В.А., Пчелин И.К., Калинин Е.И. Коэффициент сцепления шин с дорогой и безопасность движения: Учебное пособие. – М.: МАДИ, 1989.
4. Зотов В.М., Зотов Н.М., Федун А.В. Проблемы численного моделирования динамических процессов в реальном времени и возможные пути их решения // Математика. Компьютер. Образование. Вып. 7. Часть II. Сборник научных трудов. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. – С. 597-603

Координаты авторов (authors' addresses):

Зотов В.М. – (8442) 460368
Штельмах Т.В. – vdan+tv@vlink.ru
Зотов Н.М. – zotovnm@vstu.ru





Концепция организационной структуры холдинга



Олег БУКИН

Oleg Yu. BUKIN

Выбор модели, позволяющей обеспечить компромисс интересов холдинговой компании и ее партнеров. С учетом особенностей логистической транспортной цепи.

Ключевые слова: организационная структура, теория компромисса, алгоритмы холдинга, оптимальность управления.

Concept of Organizational Structure of a Holding Company

Bukin O. Yu. – director general of LLC «Independent transportation company»

Choice of the model permitting to ensure a compromise of interests of a holding company and of its partners taking into account the special features of transport logistic chain.

Key words: organizational structure, compromise theory, algorithms of holding, optimality of management.

Букин Олег Юрьевич – генеральный директор ООО «Независимая транспортная компания».

Применение системного подхода к определению целей деятельности транспортной компании в рамках логистической цепи товародвижения приводит к необходимости рассмотрения более сложной иерархической мегасистемы с участием разных видов транспорта. На верхнем уровне этой мегасистемы рассматриваются стратегические цели функционирования перевозчиков на рынке транспортных услуг.

В качестве верхнего уровня (центра) должны выступать новые управленческие структуры с присущими им целями функционирования логистической системы. К ним относятся: финансовые цели, которые выражаются в форме прибыли или рентабельности и ликвидности; производственно-технические цели, которые выражаются общей производительностью и производительностью отдельных подразделений, минимизацией тех или иных периодов времени в процессе производства; техническая эффективность, включая параметрическое соответствие, ресурсоемкость производства и т.д.

В данном случае речь идет о холдинговой транспортной компании (ХТК) как об иерархической организационной

структуре. Поэтому очевидно, что каждый уровень управления решает свои (стратегические, организационные, оперативные и тактические) задачи. Предполагается, что подразделения (отдельные предприятия), входящие в ХТК, имеют определенную независимость в рамках выделенных полномочий. Соотношение между независимостью и зависимостью подразделений целесообразно рассматривать с позиции синергии, то есть суммарного эффекта всей системы ХТК. В этом случае появляется возможность эффективного комбинирования сочетания отдельных подразделений, логистических звеньев с целью получения более высокого эффекта для всей системы. Элементами логической транспортной цепи (ЛТЦ) могут быть промышленные предприятия, экспедиторы и различные виды транспорта, обеспечивающие процесс доставки грузов.

Наличие управленческой структуры подобного рода может стать эффективным инструментом нахождения компромиссов между интересами предприятий, входящих в ХТК, и различных видов транспорта (потенциальных конкурентов) в целях достижения наилучшего соотношения между издержками и полученными результатами, обеспечить оптимальные пропорции элементов ЛТЦ, входящих в систему холдинга. Следует при этом отметить, что для современной логистики характерно расширение сферы действия компромиссов. Это вызвано прежде всего тем, что отдельные элементы ЛТЦ и предприятия, как правило, не располагают достаточными ресурсами для обеспечения эффективной работы. И здесь задача определения эффективной комбинации за счет использования нескольких видов транспорта и предприятий может стать многокритериальной. В этом случае обоснованным можно считать подход, при котором находится решение, наилучшим образом приближающееся в пространстве критериев к множеству несовместимых оптимумов частных критериев, отражающих интересы различных предприятий (видов транспорта).

При создании ХТК целесообразно использование функционального подхода. В ходе реализации такого подхода

цепочка развития рассматриваемого предприятия приобретает свою естественную последовательность: потребности грузовладельцев → цели функционирования ХТК → функции ХТК → синтез организационной структуры ХТК. Это позволяет применять новые решения в области организационной структуры предприятия, в частности, основанной на идеях реинжиниринга, а также в должной мере учесть основной принцип логистики – ориентация на потребителя. Структурная схема организации производства ХТК приведена на рис. 1.

В условиях нестабильной внешней среды возможен переход от стратегического управления к более эффективному в данном случае стратегическому предпринимательству, которое является важным инструментом достижения синергии в многоуровневом ХТК. При этом обеспечивается стратегическая ориентация и синхронизация планов подразделений компании по логистическому обслуживанию грузовладельцев. Очевидно, что ХТК в своем составе должен иметь подразделения, проводящие маркетинговые исследования, которые дают информацию для принятия решений.

Функционирование холдинговой компании носит периодически повторяющийся, многоэтапный характер. Каждый период функционирования состоит из ряда последовательно протекающих этапов: стратегическое управление, организационное, оперативное, тактическое управление, оценка функционирования отдельных предприятий и ХТК в целом, определение достигнутых значений целей функционирования компании.

Низкая эффективность использования стратегического управления в большинстве компаний объясняется тем, что оно осуществлялось в рамках морально устаревших организационных структур, без существенной перестройки форм и методов руководства, систем контроля. Руководители среднего звена управления сосредоточены на достижении текущих целей, вопросах оперативного управления. В результате происходит как бы отрыв организации стратегического планирования от руководителей звеньев всех уровней. Именно



в силу и этих причин современный этап перестройки организационных структур управления производственными объединениями, предприятиями и фирмами, ориентированными на рынок и на создание условий для стратегического менеджмента, вынужден ориентироваться на поиск компромисса между централизацией и децентрализацией властных функций.

Желание найти приемлемые соотношения между централизованным и децентрализованным управлением приводит к необходимости создания системы стратегического управления, которая характеризуется, с одной стороны, централизованной разработкой стратегии и хозяйственной политики, а с другой – децентрализованным тактическим (оперативным) управлением, когда это касается самого производственного процесса.

Организационные структуры, способствующие реализации принципов стратегического планирования и управления на практике, развивались эволюционно, по мере совершенствования самой концепции стратегического менеджмента. Но наибольшего внимания заслуживает использование концепции стратегического хозяйственного подразделения при проектировании организационных структур управления предприятиями.

В ней в полной мере реализуются принципы:

- централизации разработки стратегии;
- централизации процесса ее реализации;
- обеспечение гибкости управления;
- обеспечение адаптивности управления;
- вовлечение в процесс управления широкого круга менеджеров всех уровней.

Быстрое нарастание изменений во внешней среде организации, обострение конкурентной борьбы на внутреннем и внешнем рынках делают особенно актуальными разработку и внедрение систем стратегического управления. Решение этой задачи следует осуществлять постепенно, путем внедрения в управленческую практику отдельных элементов с последующей обязательной

их увязкой в хорошо структурированную и формализованную систему.

Для согласования решений, получаемых на разных уровнях, центр стратегического управления (ЦСУ) координирует режим функционирования обеспечивающих подсистем (предприятий) ХТК, изменяя доли выделяемых им общих ресурсов. Кроме того, координация деятельности подразделений со стороны ЦСУ осуществляется путем распределения плановых заданий и объемов работы.

Центр устанавливает те или иные управляющие параметры и процедуры их формирования. Устанавливаемые управляющие параметры имеют смысл желательных (с точки зрения Центра) значений компонентов состояния подсистем ХТК, то есть являются их планом на заданный период времени. Причем подразделения являются исполнительными активными элементами, которые передают Центру набор вариантов своей работы, допустимых относительно локальных ограничений и достаточно полно отражающих возможности элементов, а Центр определяет варианты, оптимальные для всей системы ХТК и сообщает их обеспечивающим подсистемам ЛТЦ. Под оптимальным вариантом понимается тот, который предполагает получение наибольшей прибыли при условии выполнения в рассматриваемый период принятых ресурсных ограничений.

К целям функционирования ХТК относятся: получение прибыли, повышение качества транспортного обслуживания и конкурентоспособности; обеспечение требуемого уровня тарифов, внедрение ресурсосберегающих технологий и т.д. Для целей функционирования отдельных предприятий холдинга важны критерии, характеризующие конкурентоспособность ХТК. Данная схема позволяет ввести элементы конкуренции, так как с точки зрения интересов всего ХТК работу (планируемые грузопотоки) следует выделять тем подсистемам, которые обеспечивают наименьшие издержки, т.е. увеличивают суммарную прибыль и повышают конкурентоспособность на рынке транспортных услуг. Поэтому на втором уровне в рамках регулирования подсистемы ХТК должны обеспечи-

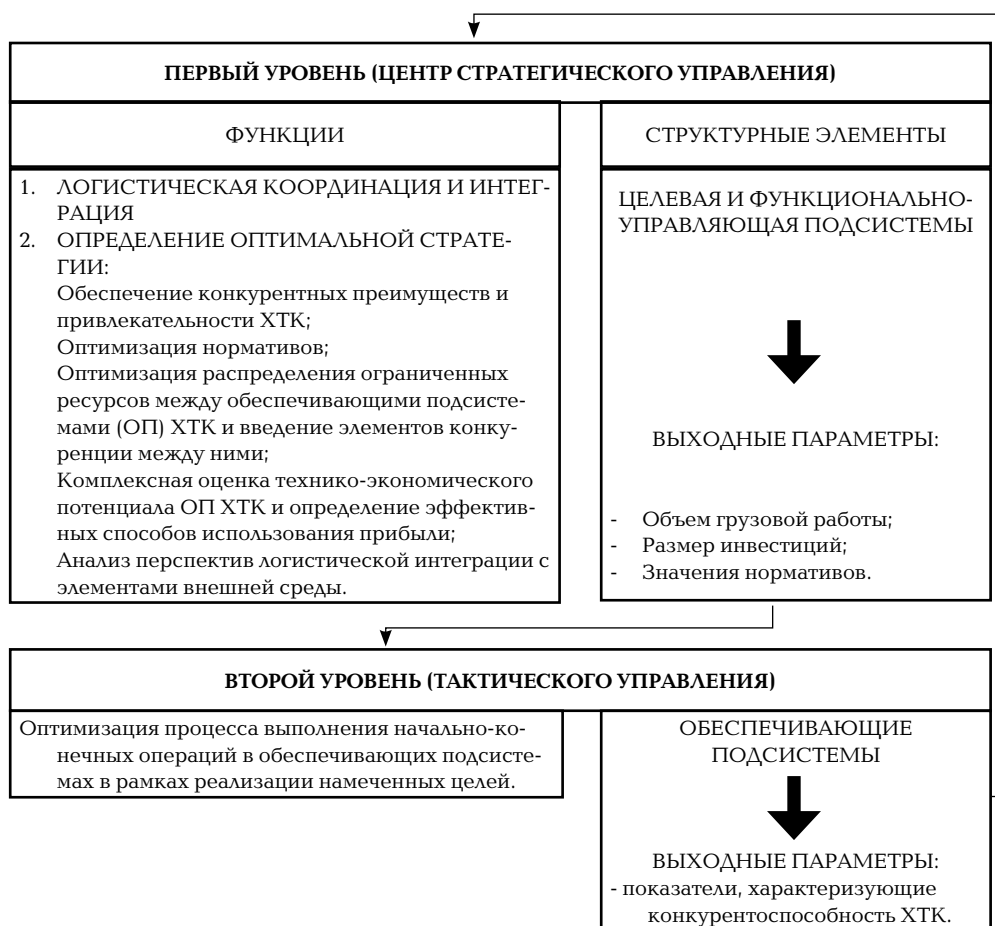


Рис. 1. Структурная схема организации производства холдинговой транспортной компании (ХТК).

вать оптимальный режим деятельности с точки зрения локальных критериев оптимальности отдельных предприятий при выполнении ресурсных и функциональных ограничений.

Учитывая складывающуюся ситуацию на рынке транспортных услуг, необходимость применения стратегического и оперативного планирования для радикального изменения процессов продвижения грузопотоков, в качестве сопутствующих методов управления следует применять контроллинг и реинжиниринг. Реинжиниринг позволяет радикально перепроектировать процессы товародвижения, улучшить показатели качества транспортного обслуживания: стоимость, надежность, срок доставки. Структура ХТК в этом случае строится в соответствии с инженерными принципами, основанными на четко организованных процессах. Итогом каждого процесса является транспортная услуга,

удовлетворяющая требованиям грузоподъемности.

В функции контроллинга в рамках ХТК входит поддержка процесса воспроизводства и целевого использования системной управленческой информации. В частности, стратегический контроллинг позволяет управляющему органу ХТК определять, какие виды изменений в деятельности следует предпринять (например, форсировать реализацию принципов глобального управления качеством или реинжиниринг бизнес-процессов).

Очевидно, что не во всех случаях требуется проведение радикальных преобразований в системе доставки грузов с участием разных видов транспорта. При необходимости получить улучшение только некоторых показателей нет необходимости применять реинжиниринг, обеспечивающий резкое улучшение доставки грузов путем замены старых



методов управления на новые. Результаты совместной деятельности должны подтверждать взаимовыгодность сотрудничества (принцип синергетического эффекта).

Следует отметить, что при построении модели функционирования ХТК очень важны новые подходы к управлению собственностью предприятий, особенно недвижимостью. Традиционно недвижимость (например склады) рассматривалась как источник дополнительных затрат. В условиях развития рыночных отношений подход к недвижимости меняется. На уровне стратегического управления это объясняется потребностью учитывать ряд новых факторов. К ним относятся обострение конкурентной борьбы, повышение уровня требований к качеству транспортного обслуживания, обеспечение гибкости транспортной инфраструктуры в условиях изменяющихся объемов грузовой работы, возможность структурной реорганизации транспортных предприятий и др.

При создании ХТК и моделировании процесса их функционирования рекомендуется применять не «реактивный» подход к управлению собственностью, а «проактивный». В этом случае при управлении инфраструктурой учитывается долгосрочная перспектива развития холдинга, а не только реакция на текущее изменение ситуации на транспортном рынке. К задаче стратегического управления относятся и определение нормативов, обеспечивающих снижение эксплуатационных расходов в период спада перевозок и повышение надежности в период увеличения размеров перерабатываемых грузопотоков.

В настоящее время собственность необходимо рассматривать как ключевой ресурс, наличие которого обеспечивает повышение общей эффективности деятельности ХТК и реализацию ее стратегии. Применение проактивного управления недвижимостью требует расширить множество традиционных показателей другими, которые не только отражают стоимость активов, но и связаны с прибылью предприятия. К таким показателям могут быть отнесены степень влияния основных фондов на про-

изводительность; размер складской площади, которую можно сдать в аренду, и др. От эффективности формирования портфеля собственности во многом зависит результат деятельности холдинговой системы в будущем.

Интеграционным процессам на транспорте в России и за рубежом отводится ключевая роль. Ожидается, что она будет складываться по следующим основным направлениям: во-первых, крупные грузовладельцы станут активно участвовать в развитии транспортной инфраструктуры и подвижного состава; во-вторых, начнут создаваться крупные компании-операторы с участием разных видов транспорта, что позволит перейти от административных к чисто рыночным методам формирования сквозных тарифов и организации смешанных перевозок грузов в международном сообщении; в-третьих, активизируется процесс создания крупных горизонтально интегрированных структур как внутри видов транспорта, так и на межотраслевом уровне — результатом будет снижение транспортных издержек и повышение инвестиционного и инновационного потенциала.

В качестве других направлений интеграционных процессов на транспорте отмечаются его интеграция с транспортным машиностроением, а также с наукой, благодаря чему уровень научно-технического прогресса в отрасли станет напрямую определять конкурентоспособность транспортных систем. При этом выделяются три основных вектора, на которых следует ожидать решающего прорыва: тотальная информатизация транспорта; создание экономичных и экологически совершенных транспортных систем, основанных на применении логистических технологий; организация терминальных систем доставки грузов; формирование мультимодальных логистических центров; развитие контейнерных и контейнерных систем транспортировки.

Фундаментальное значение для формирования и развития интегрированных логистических транспортно-распределительных систем имеют наличие и степень развитости института логистических посредников в системе товародвижения, в качестве кото-

рых рассматриваются: транспортные и транспортно-экспедиционные компании; центры оптовой торговли; товарные и фондовые биржи; дистрибьюторские компании; фирмы, владеющие сетью товарных складов, грузовых терминалов и мультимодальных терминальных комплексов; внутрипроизводственные логистические структуры предприятий промышленности, транспорта и торговли; региональные информационные и телекоммуникационные системы; банковские и другие финансовые структуры.

В организации международных смешанных перевозок грузов по интермодальным технологиям ведущая роль отводится транспортно-экспедиционным компаниям-операторам, работающим в зоне международных транспортных коридоров.

Но здесь есть и свой аспект: создание высокоэффективной и качественной системы отечественных международных смешанных перевозок (МСП) выдвигает ряд сложных управленческих задач по их адаптации к новым экономическим отношениям и разработке научно обоснованных методических положений, позволяющих принимать эффективные стратегические и оперативные управленческие решения, ориентированные на повышение уровня конкурентоспособности отечественных транспортных и транспортно-экспедиционных предприятий.

На современном рынке международных смешанных перевозок центральной фигурой является сильный экспедитор — «сквозной» оператор МСП, который в каждом отдельном случае ищет технологические и коммерческие решения, выгодные для всех участников транспортного процесса, реализует их, а при необходимости — корректирует с учетом рыночной конъюнктуры. Характерно, что сейчас функции операторов МСП чаще всего выполняют иностранные компании.

Настоятельной экономической задачей остается создание и укрепление в России института отечественных операторов смешанных перевозок, а также формирование оптимальных сквозных тарифов. Это требует проведения целенаправленной государственной политики, создания эффективной системы

поддержки и регулирования этого вида деятельности.

Для становления на рынке МСП сильных российских компаний операторов смешанного сообщения, способных организовать и контролировать протяженные маршруты транспортировки грузов с участием нескольких видов транспорта, а также принимать на себя сопутствующие этому ответственность и риски, обеспечивать все возрастающие требования клиентуры к качеству транспортно-логистического сервиса, нужны адекватные нормативно-правовые и организационно-экономические механизмы, включая прямую государственную поддержку.

Моделирование функционирования транспортной компании в современных условиях наиболее эффективно на основе принципов логистики, потенциал которой позволяет прежде всего повысить организационно-экономическую устойчивость предприятия на рынке. Это связано с интегральным эффектом логистического управления, позволяющим объединить усилия управляющего персонала, его структурных подразделений и логистических партнеров в сквозном управлении материальными, информационными, сервисными, финансовыми потоками в полной логистической цепи «закупки — производство — распределение — продажи».

Принципы и методы логистики направлены на получение оптимальных решений, в частности, минимизацию полных логистических издержек предприятия. Сокращение всех видов издержек, связанных с управлением материальными потоками, затрат на транспортировку, управление заказами и запасами, уменьшение логистических рисков позволяют предприятию высвободить финансовые средства на дополнительные инвестиции в новые технологии, техническое перевооружение производства, маркетинговые исследования и т.д.

Анализ функций, типов и структуры транспортных компаний выявил целесообразность выделения из всего множества исполнительных (обеспечивающих) подсистем их *подмножеств*, объединенных в последовательные логистические транспортные цепи. Такое





выделение позволяет рассматривать холдинговую транспортную компанию с точки зрения оптимизации условий согласованной работы смежных технологических подсистем или звеньев ЛТЦ.

Каждая ЛТЦ представляется в виде совокупности обслуживающих аппаратов и накопителей, которые характеризуют производственную силу логистической цепи. К обслуживающим аппаратам относят маневровые локомотивы, автомобильный и морской транспорт, погрузочно-разгрузочные машины и др. К накопителям – резервные емкости станционных путей и зоны хранения, а также дополнительное количество погрузочных средств транспорта, которое должно быть выделено для освоения потока грузов, перерабатываемых холдинговой компанией.

В рамках стратегического управления ХТК на базе возможной интеграции с отдельными объектами рыночных отношений должна предусматриваться система совершенствования и оптимизации нормативов внешней среды. К ним можно отнести параметры графика движения поездов, тарифы, спрос на транспортные услуги, параметры работы смежников и прочие позиции.

Надо заметить, что при существующих условиях работы подразделений ХТК производительность обслуживающих аппаратов подвержена случайным колебаниям, и могут быть заданы лишь вероятности, с которыми размеры перерабатываемых потоков вагонов и грузов принимают те или иные значения. Игнорирование случайного характера входящих потоков при выборе параметров, характеризующих техническое оснащение и технологию элементов ХТК, может вызвать значительные сбои в работе. Это будет выражаться в непроизводительном простое транспортных средств, погрузочно-разгрузочных машин и значительном нарушении ритмичности производственного процесса.

В этих условиях чем больше размеры накопителей, тем легче преодолеть любые колебания размеров входящих потоков транспортных средств и грузов, оказывающих влияние на перерабатывающую способность подсистем ХТК. Однако с увеличением размеров накопителей возрастают

затраты на строительство и эксплуатацию структур ХТК. Поэтому возникает задача нахождения таких размеров накопителей, которые максимизируют количество вагонов и грузов, перерабатываемых в логистической цепи при заданных уровнях эксплуатационной надежности и при условии выполнения ограничений на величину затрат, связанных с сооружением накопителей, а также на рабочую площадь, выделяемую подсистемам ХТК. Под эксплуатационной надежностью ЛТЦ, учитывая особенности функционирования холдинговых подсистем, понимается вероятность переработки транспортных средств (грузов) в размере не менее заданной величины.

В данную модель, впрочем, могут быть включены и другие критерии, учет которых обеспечивает снижение возникающих рисков ситуаций. В качестве примера можно привести критерий, выражающий финансовую надежность.

Как правило, оптимизация ЛТЦ состоит в выделении из множества альтернатив наилучшей структуры цепи с учетом параметров заказов клиентов (сроки поставок, цены, количество и т.д.), а также характеристик возможностей предприятий (производственные мощности, инвестиционные ресурсы и т.д.). Для повышения качества и точности моделей представляется целесообразным расширение их за счет учета в них факторов неопределенности. Задача может быть реализована путем:

а) создания оптимального размера резервов «запаса прочности», то есть выбор ЛТЦ с высоким уровнем надежности (возможно, в ущерб некоторым экономическим характеристикам);

б) учета множества критериев оптимальности, характеризующих качество предоставляемых транспортно-логистических услуг и эффективность функционирования в целом ХТК и ее предприятий.

Данная многокритериальная и многопараметрическая задача решается на основе многоуровневой оптимизации (рис. 2). Причем в качестве механизма декомпозиции общей исходной задачи и согласо-

I УРОВЕНЬ

МОДЕЛЬ ЦЕНТРА СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Координирующий критерий $\bar{F}_{кор} = \{F_{11}, F_{12}, F_{13}\}$,

где $F_{11}(S_r, \bar{a}_t, \bar{b}_t) \rightarrow \min$, – критерий, характеризующий время;

$F_{12}\left\{(F_{11})(B_{\lambda_{\beta+1}}, \bar{b}_t)\right\} \geq F_{ПК}^{ТЛК}$ – критерий, характеризующий перерабатывающую способность;

$F_{13} = f(F_{32}) \leq F_m(f(F_{32}^H))$ – критерий, характеризующий себестоимость.

II УРОВЕНЬ

Вертикальная лимитирующая координация:
выдача величины ресурсов для t-го звена ЛТЦ

$F_{11}(B_{\lambda_{\beta+1}}, \bar{b}_t) \rightarrow \max$
$$\sum_{u=1}^U \sum_{K_{\lambda_{\beta}}} \bar{a}''(K_{\lambda_{\beta}} | e_{\lambda_{\beta}}) \geq \varepsilon_{\beta} \quad , -$$

показатель, характеризующий уровень надежности ХТК

Горизонтальная последовательная и циклическая стимулирующая координация

Выдача значений нормативов резервов для t-го звена ЛТЦ

III УРОВЕНЬ

Векторный критерий
 $\bar{F}_3 = \{F_{31}, F_{32}, \dots\}$, –
показатели, характеризующие качество работы отдельных предприятий ХТК

Рис. 2. Алгоритм решения задачи определения оптимальных нормативов ХТК.

ния результатов решения локальных подзадач используется итеративное агрегирование: вертикальная лимитирующая координация и горизонтальная – последовательная и циклическая стимулирующая координация.

Следует отметить, что представленный на рис. 2 алгоритм позволяет определить технико-технологические параметры ХТК и ее подсистем, обеспечивающие необходимый уровень устойчивости функционирования предприятий.

На параметры устойчивости оказывают непосредственное влияние управляющие воздействия человека, который является координатором (топ-менеджером центра стратегического управления компании). Кроме того, неизменно важно сочетание централизованного и децентрализованного управления, то есть максимальная согласованность управляющих воздействий координатора и предприятий-участников ЛТЦ, интересы которых могут быть различными.

Это означает, что в случае выхода ЛТЦ из состояния равновесия поиск нового равновесного состояния осуществляется с учетом децентрализованной балансировки интересов участников цепи товародвижения в рамках общих глобальных критериев, задаваемых координатором на основе теории компромиссов. В нашем случае (рис. 2) в качестве таких глобальных критериев выступают F_{11} и F_{12} .

ЛИТЕРАТУРА

1. Зак Ю.А., Кирьян Н.А. Вероятностные динамические модели и алгоритмы выбора оптимальных объемов буферных емкостей в задачах проектирования последовательных технологических систем // Автоматика. – 1978. – № 2.
2. Итеративное агрегирование и его применение в планировании / Под ред. Л.М. Дудкина. – М: Экономика, 1979.
3. Логистические транспортно-грузовые системы: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. В.М. Николашина. – М.: Академия, 2003.

Координаты автора статьи (author's address):
Букин О.Ю.:
тел. 8-495-9385727





ДНК северной техносферы



Светлана УСЕНИУК

Svetlana G. USENIUK

Проектирование транспорта для условий Севера. Аналоговая система и новая транспортная парадигма.

Ключевые слова: техносфера, проектирование транспорта, алгоритмы.

DNA of Northern Technosphere

Useniuk S.G. – master of design, lecturer at the chair in engineering design of the Urals' state academy of architecture and arts (Yekaterinburg).

Transport designing for Northern environment. Analog system and new transport paradigm.

Key words: technosphere, transport design, algorithms.

УСЕНИУК Светлана Геннадьевна — магистр дизайна, преподаватель Уральской государственной архитектурно-художественной академии (г. Екатеринбург).

Чтобы создать клетку, нужна клетка, чтобы получить ДНК, нужна ДНК...

И. Пригожин

Экстрим-покорение-техника — триада, характеризующая современные отношения человека с Севером, где экстрим — ключевая природно-климатическая характеристика, покорение — действие, адекватное агрессивной сущности региона, а техника — средство, позволяющее реализовать необходимое действие.

Техника как усилитель человеческих возможностей, «экзоскелет» в прямом значении наружной оболочки для биологического тела (более мощной и надежной, чем естественная) в условиях Севера обретает особую значимость — становится средством жизнеобеспечения (выживания).

Задачи освоения нефтегазовых богатств Западной Сибири послужили катализатором развития отечественных отраслей науки и производства. Наступление на новые территории всегда начинается с создания «проводящей системы» (аналогично кровеносной системе живого организма) — транспортной инфраструктуры; в условиях

экстрима и бездорожья транспорт берет на себя роль, которая касается не только мест своего использования, но и всей отраслевой проектной практики. Поэтому здесь и далее под северной техносферой будет подразумеваться прежде всего транспорт.

С момента начала освоения северных территорий и до настоящего времени эффективного способа создания северной техносферы — совокупного продукта достижений науки и промышленности — не найдено. Тем не менее активные поиски продолжаются, и в данной статье представлена попытка оценить проблему через сугубо *проектное* видение.

В ПОИСКАХ ИДЕАЛА

Наиболее полно анализ методов проектирования и их последовательное развитие представлены в исследовании Н.П.Гарина «Дизайн для условий Крайнего Севера» [4]. Ученый считает *модернизационный метод* простым и экономичным при краткосрочном планировании, но дорогим и малоэффективным — при долгосрочном. Противоречив по своим последствиям *факторный метод*, когда постоянно давят неполнота и неопределенность данных. Подчеркнуто временный характер носит *метод заимствования* опыта коренных народов, который пригоден лишь на период адаптации к новым условиям.

Исходя из приведенных методов проектирования, освоение *новой* территории в промышленном масштабе требует *новых* инструментов, для создания которых нужны *новые* подходы. Результатом же должно стать совершенно *новое* явление — уникальный альянс материалов и технологий, точно соответствующий специфике региона, его природно-климатическим условиям. «Тотальная новизна» достижима в форме изобретения. Но изобретательство плохо поддается контролю в силу иррациональной природы творческого процесса.

Проблема постановки продуктов изобретательства «на поток» актуализировалась еще в период становления Советской власти. Стране, выбравшей экстенсивный путь развития, были необходимы качественно новые единицы

техники. С инженерной точки зрения стояла задача поиска алгоритма создания и прогнозирования поведения технических объектов (систем).

Основным вопросом было, как заставить мозг без усталости выдавать креативные решения (в значении неожиданных сочетаний известных технологий) и как свести к минимуму случайности (зависимость от эмоционального настроения, «слепой перебор» и пр.). Что предложить в качестве исходного (максимально рационализированного) материала для дальнейших (уже иррациональных) преобразований?

Одной из наиболее масштабных в этом плане стала *теория решения изобретательских задач* (ТРИЗ), разработанная в период 1946-1956 гг. под руководством Генриха Альтшуллера и представляющая собой технологию творчества, основанную на идее о том, что изобретательство связано с изменением техники, развивающейся по определенным законам, и что создание новых технических средств должно независимо от субъективного к этому отношения подчиняться объективным закономерностям. Данный подход распространился в том числе и в дизайне — определение его через понятия «компоновка» и «перекомпоновка» [3, с. 18] по сути своей означало сведение процесса проектирования к механистической последовательности определенных (программируемых) действий.

Концентратом, пригодным для практического применения ТРИЗ, стала таблица выбора приема устранения технических противоречий («таблица противоречий»), помогающая четко локализовать проблему и зону приложения изобретательских усилий. Возникшая при этом эйфория «абсолютной истины» в понимании природы техники и творчества не оправдала себя и привела к системному кризису данной теории. Прекращение разработок повлекло за собой быстрое моральное устаревание уже открытых принципов и утрату их актуальности для практики.

Но для нашей темы важен «побочный продукт» — законы (или, как было уточнено позднее критиками теории, *закономерности*) развития технических систем. Основополагающим является





закон увеличения степени идеальности технической системы, базовое понятие которого (идеальность) означает максимальный показатель результативности системы с точки зрения ее функции, затрат ресурсов и любых дополнительных эффектов. За этим, впрочем, следует понимать и другое: достигнув идеала, система должна исчезнуть, а ее функция продолжать выполняться.

В поисках идеала, не физического, а понятийного ориентира, необходимо прежде всего понять сам объект — технику. Одна из его трактовок представлена в работе А. А. Воронина «Миф техники» [2]. Этот миф, по мнению автора, состоит в том, что техника якобы отделена от человека и противостоит ему как чуждая, злая сила. Новизна же трактовки заключается в видении техники как *формы коммуникации*: технический прогресс, экспансию техники можно рассматривать и как обратные процессы, направленные внутрь человеческого мира, как накопление способностей интеллекта, могущества, выдумки и интуиции человека людей и создание так называемого искусственного мира, в котором только и начинается собственно человеческая история. Любая машина — *это универсальный язык, понятный без переводчика*, объединяющий людей из разных стран, времен и культур одинаковыми пользовательскими процедурами, символическими значениями.

Развивая мысль Воронина применительно к Северу, машина — уже не просто «свернутый акт коммуникации», а в большинстве ситуаций *единственно возможный выразитель коммуникативных свойств*. Для формирования целостной понятийной картины подобные трактовки нуждаются в сопоставлении с другими, существующими параллельно и имеющими своих приверженцев. В «Мифе техники» такому сопоставлению посвящен отдельный раздел — классификация дискуссий о технике. В контексте поиска идеала имеет смысл указать их отличительные черты.

Техника, во-первых, противопоставляется природе, является средством овладения ею. Должны учитываться эффективность техники, инструментальная целерациональность. Отде-

льный феномен — технологический оптимизм, постепенно вырастающий в технократизм.

Эта точка зрения господствовала на начальном этапе масштабного освоения Севера и частично сохраняется до сих пор. Емкое ассоциативное название — «Робинзонада». Отношения человека с окружением выстраиваются по принципу преодоления враждебности, подобно ситуации высадки десанта на чужую планету.

Во-вторых, техника фигурирует как средство труда (совокупность артефактов, подчиненных достижению практических целей, поставленных человеком). И здесь же — трещина между техникой и культурой, техника как кровавое чудовище, пожирающее гармонию, подрывающее баланс человека и природы, господствующая над людьми и обществом внесоциальная сила.

В отношении северной техносферы эта трактовка применима для описания современных тенденций перехода к устойчивому развитию как противодействия сырьевой экспансии. Но отрицание человеческой составляющей в самой сущности техники, жесткая оппозиция «творца» и «творения» ставит под сомнение этическую и целевую установки деятельности «технически ориентированных» специалистов — от тех, кто создает, до тех, кто обслуживает технику.

Третья точка зрения — *техника как коммуникация* — не является оправданием ни для тех, ни для других из только что упомянутых. Более того, ответственность создателей увеличивается, поскольку помимо сугубо утилитарных задач теперь приходится решать задачи коммуникативные — установления взаимопонимания между людьми, гармонизации отношений человек — природа и человек — человек посредством техники. И тут тоже обнаруживается проблема — нехватка «гармонизирующего инструментария», который уже невозможно компенсировать лишь конструкторской интуицией. Ведь инженерное мышление, опираясь на естественно-научные и научно-технические знания, является прежде всего понятийно-логическим в сочетании с наглядно-экспериментальным. Основу языка инженеров составляет математика — отсюда предельная

рационализация мышления, единственно возможный способ «общения» с техникой. Предпосылка деятельности — *все можно просчитать* — предопределила появление метода факторного анализа, апогея инженерной доминанты.

Но заявление о недостаточности инженерного подхода, косвенно указывая на потребность привлечь в «команду» иных специалистов, не дает, тем не менее, уверенности в том, что и тогда удастся справиться с проблемой. И подходя к вопросу с позиции дизайнера, требуется выявить четкую специализацию в формате «что находится в компетенции только этой профессии».

Двигаясь «от противного», приходим к уже упомянутой *коммуникации через гармонизацию*. Речь идет не о завершающей проектной стадии — гармонизации формы, о проектировании не явления, а процесса — максимально полного охвата жизненного цикла объекта (не только в техническом, но и в смежных аспектах — социальном, экономическом и пр.). И новизна здесь заключается в передаче инициативы дизайнеру. Тут уже гармонизация процесса, требующая свободы в выборе методов, а главное — новой трактовки предмета. Работа на стыке различных (часто противоположных) сфер знания (техника и эстетика, рационализм vs эмоционально-чувственное восприятие) обусловлена синтетичностью мышления и продуктов деятельности.

Для подтверждения сказанного создадим отраслевую модель проектного (дизайнерского) исследования. Применительно к транспортной системе *поэтапное* воплощение достижимо именно через проектное осмысление процесса организации: на каждом этапе — свой набор способов транспортировки, транспортной инфраструктуры и транспортных средств, взаимосвязанных и скоординированных друг с другом по функциям и перевозочным возможностям.

В ходе поиска неизменно обнаруживают себя законы развития техники, указывающие на определенную периодичность процесса. История повторяется: каждый раз на новом уровне, но по тем же правилам. Выявив определенные закономерности (связи), мы можем про-

ецировать их на ассоциативно похожие, но до конца не известные нам ситуации.

Широко известный пример «периодичности» — таблица Д.И. Менделеева. Перенос ее базовых принципов на ситуацию с техникой позволяет установить связь между процессом развития технических систем и заполнением электронных оболочек атомов — конфигурация повторяется, увеличивается лишь количество слоев. С усложнением системы (считая системой атом, ассоциируя его с единицей техники) резко падает ее стабильность. Дальнейшее развитие технологий — усложнение интеллектуальной начинки, повышение физического совершенства частей машины и так далее — ведет к форсированному устареванию отдельно взятого представителя техники, способствуя, тем не менее, ускорению прогресса в целом (типичный пример — автомобиль).

Характерен в этом плане поиск «бинарных оппозиций» в таблице Менделеева. Проблема нестабильности элементов (открытие трансуранов, живущих лишь доли секунды) приводит исследователей к «гипотезе восьмого периода», а именно: должен быть 8-й ряд периодического закона с трансурановым «островом стабильности», то есть элементами, обладающими сверхстабильной структурой электронных оболочек [1]. Опуская специфику поиска, перейдем к результатам: обнаружена двойная электронная оболочка атомных ядер, и — главное — «секрет долгой жизни» и «носитель основных признаков» — частица, названная *витоном* (от лат. *vita* — жизнь; термин Бабикова), которая и образует этот второй слой, обеспечивающий сверхстабильность.

В переносе на технику гипотеза о том, что должно быть «что-то еще», дает основания для поиска стабилизирующего первоначала. Итак, в качестве отправной точки мы принимаем допущение о существовании некой аналоговой ДНК северной техносферы, носителя программного обеспечения будущей живой техноформы. Но что представляет собой эта «молекула» и где ее искать, пока неясно. На данном этапе идеал — лишь призрачная догадка, подтвердить которую может лишь реальное предметное воплощение.





АЛГОРИТМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Сравнение Западно-Сибирского региона с чужой, неизвестной нам планетой сводит процесс освоения к действиям «вслепую» — реальность оказывается сложнее моделей, поведение среды отличается от лабораторных экспериментов, а тотальный контроль недостижим. На первый взгляд, на текущем этапе развития науки и технологий задача создания идеальной техники не имеет решения.

Но ценность региона помимо природных богатств — в его обитаемости, в людях. Коренные народы живут на этой территории на протяжении многих веков, являя собой пример комфортного существования в экстриме. «Эти народы утвердились на этой земле не благодаря победе над другими, а умением жить там, где другие не могут» [6]. Столь долгий срок жизни народов говорит об их совокупной приспособленности — от физиологии и социальной организации до предметного мира.

Предметный мир как объект анализа вызывает особый интерес. В контексте исследования техники задача анализа — обнаружить ту самую ДНК, позволяющую аборигенным артефактам (в частности, транспортным средствам) существовать практически без изменений, не вступая в опасные реакции ни с какими нововведениями (материалами, технологиями, формами) современной «пришлой» цивилизации.

Вновь прибегнем к тому же методу: что есть аборигенный транспорт в контексте периодической таблицы? Аналогия очевидна — инертные газы. Но в отличие от таблицы, где классифицированы элементы «одного порядка» (по критерию принадлежности планете Земля), в нашем случае анализируется техника двух принципиально разных «планет» (культурных потоков) — монокультуры коренного населения и внешней поликультуры. Отсюда априори видно, что их «атомы» будут иметь разную структуру.

Уровень развития техники определяется уровнем развития культуры, конкретнее — жизненными задачами, которые ставятся человеком, обществом перед техникой. Внешняя при-

чина стабильности форм, материалов, технологий в аборигенном предметном мире (в том числе транспортных средствах) — именно неизменность задач. Другой важный момент — коммуникационный — вещи как своеобразный паспорт владельца. Понимание достигается путем отделения графической (как наиболее гибкой, способной меняться) части — орнамента. Форма вещи при этом (будучи максимально «чистой» — только функциональные элементы) всегда готова принять заданную завершенность — полную идентичность хозяину. Но самое любопытное обнаруживается, к примеру, в наблюдении за процессом производства, точнее *воспроизводства* — на уровне «генной памяти».

Мастер (а им является каждый, производя вещи лично для себя) изготавливает не отдельные элементы — сиденье, копылья («ноги нарты» [4, с. 84]), полозья; он воспроизводит *целостный образ* нарты. Более того, как подчеркивает Н.П.Гарин, «коренной северянин в любой вещи создает часть себя — ту самую недостающую часть своего тела, необходимую для решения той или иной жизненной задачи» (все тот же «экзоскелет»!). К примеру, «лыжа — продолжение ступни, нож — шестой палец» /Гарин, 2008, интервью/. В таком контексте удивительные особенности — «нетеряемость» вещей, их надежность и медленный износ, сугубо малое количество (по принципу «необходимо и достаточно») — уже не представляются загадкой. Скорее, удивительной станет обратная ситуация — возможно ли просто так потерять свой палец, или зачем нужно несколько разных ног для одной дороги?

На примере нарты можно проследить следующую зависимость: при равенстве исходных данных (материалов, технологий) одна нарта отличается от другой так же, как различны между собой их хозяева. При всей строгости, обусловленности процесса изготовления непременно находится возможность для творчества как привнесения «частицы себя».

Возвращаясь к понятию образа, попытаемся определить, о каком именно образе идет речь в случае *воспро-*

изведения. Круг профессиональных понятий дизайнера включает художественный и проектный образы, особенности которых:

- в доступности и прямом воздействии на чувства (художественный);
- в неразрывности с конкретным объектом (проектный).

В контексте аборигенного ремесла речь идет о рождении «души вещи» в процессе точного воспроизведения мастером культурных образцов, без малейшего изменения канонов. «Душа» сама организует вещь из разрозненных деталей. Метафизичность толкования производственного процесса ведет к новому уровню использования — не просто выполнению инструментальной функции, но и обязательному наличию коммуникативной составляющей. Более того, когда функциональность отточена до предела, нарта «исчезает» как транспортное средство и становится воплощенным представителем хозяина, его напарником и прочее — почти одушевленным существом (в отличие от законов развития технических систем, согласно которым достигшая идеальности система сменяется новой, здесь новым становится уровень отношений с предметом).

Данный факт имеет множество подтверждений через фиксацию в мифах, легендах, обрядах. Там мы встречаем именно образ («душу»), и «поведение человека определяется тем, как ведут себя его вещи» [5, с. 284]. Следы такого влияния обнаруживаются, к примеру, в появлении мер времени, связанных с транспортным средством: одна из ненецких мерок — *айтал*, *ема* — это пробег оленьей нарты без остановок (8-10 км); хантыйский *бак* — бензобак моторной лодки — расстояние, проходимое «от заправки до заправки» [7, с. 211-215].

Но для нас особо важен образ, содержащий руководство по проектированию (сродни техническому заданию) — «свернутую» программу процесса. Назовем искомое понятие «технообраз» (не еще один *образ* в понятийном арсенале дизайнера, а адаптированная к ситуации северных проектов трактовка проектного образа) — новая форма предоставления информации для проек-

тировщика. Суть технообраза — аналог ДНК, носитель ключевой информации об объекте.

Образ-ДНК отличается тем, что:

- обладает собственной жизненной силой;
- может спокойно существовать в ожидании подходящей материи сколько угодно долго.

Это — аккумулят ценностей какой-либо культуры на определенном отрезке существования. Отсюда синтез технообраза северного транспорта предлагается осуществлять по алгоритму, подготовленному аборигенной культурой (как доказавшему свою жизнеспособность в условиях экстрима).

Очевидно (исходя опять же из экстремальности среды), что для начального этапа создания северной техники (транспорта) технообраз невозможно придумать с нуля, его можно только выявить, и возможность обнаружения дана в форме аборигенного транспорта.

Технообраз, вычлененный из аборигенной культуры, станет той самой «генетической моделью», столь необходимой для получения ДНК северной техносферы.

Программа проектного исследования воплощается в форме «периодической классификации» транспортных средств, дающей новую информацию о сущности техники — наличии некоего стабилизирующего элемента (первоначала) в ее составе. Дальнейшая цель классификации — наглядное подтверждение гипотезы об образном первоначале, возможность проследить изменчивость техники пришлой культуры (зависимость от внешней ситуации — экономика, общество, внутренний региональный фактор) и стабильность аборигенной. То есть в таблице должны быть отражены следующие параметры:

1) показатели целевой функции, целевых результатов деятельности техники (производительность, ресурсоэнергоёмкость, воздействие на окружающую среду и пр.);

2) динамика развития — по блокам: двигатель, обогревающий элемент, движитель, функциональные объёмы и пр. (для иллюстрации процесса эволюции выстраивается репрезентатив-





ный ряд транспортных средств => предметный анализ: в статике — компоновка, конструкция; в динамике — трансформация структуры, эффект деятельности).

Итогом «периодической классификации» станет возможность прогнозирования новых видов транспорта, причем прогноз по каждому из них предстает в виде композиционно-технического ключа. Этот ключ — ничто иное как расшифрованный образ, препариованный для наглядности.

Конечно, предлагаемый алгоритм проектирования нуждается в более подробной разработке: к примеру, сразу же возникает вопрос о механизмах верификации спроектированного технообста.

НОВАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ПАРАДИГМА?

ДНК северной техносферы — это код техники «новой культуры», находящейся в процессе становления и, как следствие, пока не осознающей себя. Новая культура — синтетическая культура, результат взаимодействия (столкновения, слияния, поглощения и пр.) двух культурных потоков в регионе — монокультуры коренного населения и поликультуры пришлого. Вся содержательная часть (традиции, предметный мир) сейчас формируется стихийно. Позиционируя новую культуру как результат в том числе и дизайн-процесса (в данном случае через транспорт), мы предполагаем возможность ее целенаправленного проектирования.

Взгляд дизайнера на эволюцию проектности дает основания для новой «транспортной парадигмы» — приоритетности способов и средств передвижения над любой деятельностью в труднодоступных северных регионах. То, как (каким способом, на чем) мы будем добираться до этих мест, определит наш последующий способ существования там — от хозяйственной сферы до духовной.

«Парадигме использования» предшествует «парадигма создания» — согласно алгоритму аборигенной предметной культуры идеальность достижима через индивидуализацию.

Принимая данное условие за эталон, с учетом его практической невыполнимости в настоящем и ближайшем будущем, приходим к «молекулярному» (дискретному) пониманию транспорта — он для нас в данном случае конструктор из простейших элементов, каждый из которых — носитель наследственной информации. Требование индивидуализации выполнимо через комбинаторику: по аналогии с живым организмом, преобразующим любое поступающее вещество, к примеру — белок, в свое собственное (через расщепление его до аминокислот и комбинирования их последовательности, присущей именно этому организму), каждый может синтезировать свое личное транспортное средство из набора, получаемого извне.

Кажущаяся фантастичность и нецелесообразность такого предложения снимается сравнением с процессом освоения иных агрессивных сред — подводного пространства, космоса и др. Как было сказано ранее, Север — это «другая планета», и возможность построить там новый технический *макромир* («Техносевер») достижима лишь через создание *микромра* — мира индивидуального, зафиксированного в нормах и ценностях. А их предметное выражение, в первую очередь через технику, станет задачей для нового *северного дизайна*.

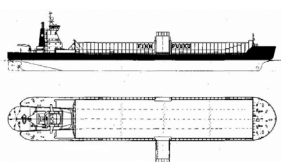
ЛИТЕРАТУРА

1. Бабилов Ю. А. Трансураны периодического закона // Мировоззрение или возвращение Прометея. — Рязань, 2002. Электронный ресурс: http://istina.babikov.com/txt/glava_8.html.
2. Воронин А. А. Миф техники. — М.: Наука, 2004; то же. — М., 2006.
3. Воронов Н. В. Дизайн: русская версия / Под ред. Г. В. Вершинина. — М.: Тюмень, 2003.
4. Гарин Н. П. Дизайн для условий Крайнего Севера (принцип преемствования культуры коренных жителей) / Дис... канд. искусствоведения. — М., 1991.
5. Головнев А. В. Говорящие культуры: традиции самодийцев и угров. — Екатеринбург, 1995.
6. Голубчиков Ю. Н. Климатические пояса и природные зоны в жизни народов // Первое сентября. — 2004. — № 24. Электронный ресурс: <http://geo.1september.ru/article.php?ID=200402404>.
7. Перевалова Е. В., Карачаров К. Г. Река Аган и ее обитатели. — Екатеринбург; Нижневартовск, 2006.

Координаты автора статьи (author's address):
Усенюк С. Г.: step-step@el.ru

**СОСТАВНЫЕ СУДА 36**

Классические варианты, патентные идеи, морские и речные конструкции.

**МОСТЫ 46**

«Шатры» и стойкие краски в противостоянии с агрессивной средой.

КОЛЕСО – РЕЛЬС 54

Микрогеометрия и материалы. Правильный их выбор укрепляет контакт.

РЕЛЬСОВЫЙ ЭКИПАЖ 62

Модель горизонтальных колебаний, разработанная в МИИТе.

ПЛАТФОРМЫ 66

Контрейлерным перевозкам нужны свои габариты.

COMPOUND SHIPS 36

Classical variants, patent ideas, staining and fluvial design.

BRIDGES 46

«Marquees» and stable paints v. corrosive medium.

WHEEL – RAIL 54

Microgeometry and materials. The correct choice consolidates the contact.

RAIL VEHICLE 62

Model of horizontal swings, developed in Moscow State University of Railway Engineering.

PLATFORMS 66

Contrainer haulage in search of outer dimensions standards.





Морские составные суда: проблемы и перспективы



Николай МЫТНИК
Nickolay A. MYTNIK

Василий ХОЛОША
Vassiliy I. HOLOSHA



Мытник Николай Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры кораблестроения Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета, главный специалист Дальневосточного научно-исследовательского института морского флота (ДНИИМФ).

Холоша Василий Иванович – кандидат технических наук, главный специалист отдела развития судоходства ДНИИМФ (г. Владивосток).

Опыт применения морских составных судов в зарубежном и отечественном флоте. Сравнительная эффективность классических барже-буксирных составов, предпосылки перехода на смешанные и свободные схемы эксплуатации подобных систем.

Ключевые слова: морские составные суда, модульная концепция, модели будущего.

Sea Compound Ships: Problems and Opportunities

Mytnik N.A. – Cand.Sc. (Tech.), associate professor of the chair in shipbuilding of the state technical university of Komsomolsk-on-Amur, main specialist of Far Eastern research institute of shipping.

Holosha V.I. – Cand.Sc. (Tech.), main specialist of the department of navigation development of Far Eastern research institute of shipping (Vladivostok).

Experience of the use of sea compound ships in Russian and abroad. Comparative performance of classical barge and tow-boat train and prerequisites to go to mixed and free schemes of exploitation of similar systems.

Key words: sea compound ships, unit concept, future models.

Прежде чем углубляться в существо вопроса, внесем ясность в терминологию и дадим общую характеристику объекту исследования.

Учитывая сохраняющуюся терминологическую неопределенность в отношении транспортных модульных концепций, под обобщенным термином "составные суда" (СС) будем понимать те их построения, которые основаны на идее отделения энергетического модуля (ЭМ) от функционального (ФМ). В отличие от технологических модульных концепций здесь допускается эксплуатационная степень свободы модулей во времени и пространстве. В соответствии с этим хорошо известные в отечественной практике речные буксиры-толкачи будут, к примеру, относиться к ЭМ, а грузовые несамоходные баржи – к грузовым модулям (ГМ), представляя вместе речные СС, несмотря на общепринятую классификацию таких транспортных средств как самостоятельных единиц транспортной системы (класс буксиров и несамоходных барж).

Любая техническая идея воплощается в реальность под действием каких-то факторов-инициаторов. С момента своего зарождения в виде патентов идея

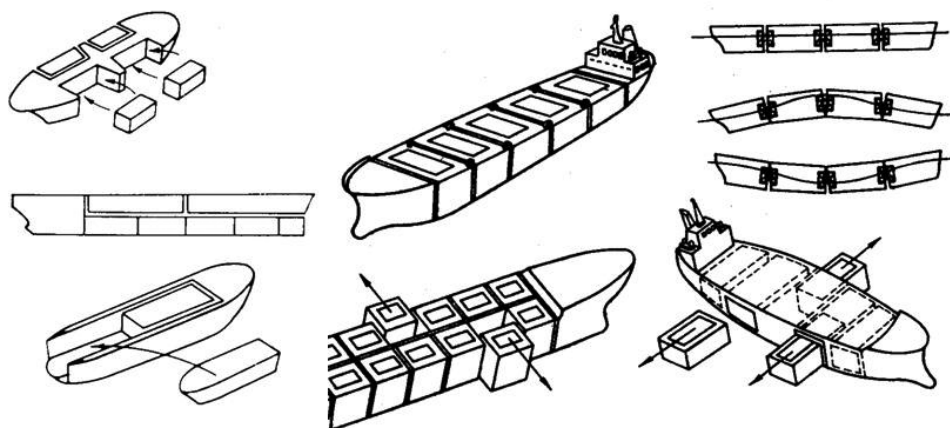


Рис. 1. Различные патентные идеи модульной концепции составного судна.

СС (рис. 1) реализуется, как правило, с целью более рационального использования дорогой энерго-пропульсивной установки (ЭПУ) (как по ее цене, так и стоимости обслуживания экипажем и ремонта) в условиях длительных простоев судов в портах или грузовых операций на рейде. При этом в случае высокого уровня зарплаты экипажа грузовые модули, подпадая под класс несамоходного судна, обеспечиваются меньшей численностью команды, а во многих случаях эксплуатируются и вовсе без экипажа наподобие речных барж.

Действительно, в момент появления на основании американского патента первого морского составного судна «Carport» (1950 г.) на грузовых кораблях на смену паровым машинам и турбинам стали появляться более дорогие, но и более экономичные дизельные установки большой мощности. И только когда появились патенты достаточно надежных счалочных устройств для морских СС, к началу 1970-х годов идея экономии на судовых ЭПУ на фоне роста зарплаты моряков развитых морских держав начала реализовываться в полной мере.

Интересно, что в последнее время идея СС находит себе сторонников и с новой целью — снижения шума и вибрации на ФМ, в частности пассажирском. В 2005 году в Германии (Neptun Werft) по проекту Twin Cruiser построено речное круизное пассажирское СС «Flamenco» пассажироместностью 196 человек с шарнирным счалом и длиной ЭМ/ФМ 25/110 м. Энергетический модуль, оборудованный подъемной

рубкой, имеет мощность ЭПУ 1600 кВт и способен обеспечивать составу скорость до 11,9 узла. Уровень шума в пассажирских помещениях не превышает 55 дБ [1].

В отличие от речных СС, у которых счалочные устройства, соединяющие модули, допускают составность до 26 транспортных единиц (барж), у морских СС они, как правило, соединяют только два модуля — один ЭМ с одним ФМ. Морские счалочные устройства являются более сложными и претерпели значительную эволюцию в своем развитии, в результате чего в настоящее время для СС применяются счалы либо жесткого типа (реже), либо шарнирные счалы только с одной степенью свободы (чаще) как представители конструкций полужесткого типа.

Счалы таких типов обладают практически диаметрными достоинствами и недостатками, и их выбор определяется каждым конкретным случаем. Например, счалы жесткого типа (рис. 2) позволяют уменьшить общее гидродинамическое сопротивление корпуса и тем самым повысить скорость транспортного судна за счет минимизации зазоров между модулями, плавности их сопряжения, исключения взаимной килевой качки модулей, но в то же время они значительно сложнее в изготовлении, приводят к большим затратам конструкционного материала и поэтому получаются дороже, зачастую требуют особого позиционирования в момент стыковки путем трудоемкой балластировки обоих модулей и не обеспечива-





Рис. 2. Современный итальянский сухогрузный ББС «Ursa Major-Vegre» с жестким счалом типа Triofix.

ют ЭМ достаточной мореходности при самостоятельном плавании.

Составные конструкции с жесткими счалами, позволяющими сформировать состыкованный корпус как более единое целое наподобие обычного самоходного судна, в прежние времена сообразно своей сути назывались «составными судами», а с полужесткими счалами любого типа — барже-буксирными составами (ББС). Учитывая, что при любом счале принципиально технически реализуется одна и та же барже-буксирная модульная концепция, в нашем случае любые СС описанного типа можно называть ББС.

Как и все прогрессивные технические идеи, модульная проектная концепция СС также претендует на высокую сравнительную экономическую эффективность по отношению к обычным судам. В отличие от речных вариантов изначально техническая идея морских грузовых ТС ББС¹ сочеталась с наиболее эффективной, как казалось тогда, организационной идеей связанных схем эксплуатации, подразумевавших работу ББС на линии, когда на один дорогой ЭМ приходится три (схема 1/3) или два (схема 1/2) дешевых ГМ.

Теория и практика подтверждают, что такие ББС² в рамках рацио-

нального применения (по известным внешним параметрам) способны дать выигрыш в экономической эффективности по сравнению с обычными судами от 18% до 150% [4,7].

Однако если для речных СС, которые успешно применяются с 40-50-х годов прошлого века, экономическая эффективность в сравнении с обычными речными судами ни у кого не вызывает сомнения, то для морских СС, как показывает непростая история их развития, она является неоднозначной.

Объясняется это сейчас спецификой морского транспорта и наличием слишком большого количества внешних факторов, которые надо учитывать при сопоставлении транспортных систем (ТС) составных и обычных судов. Но в 1950 году, с которого в США начиналось развитие этой транспортной технологии на морском флоте, об этом мало кто задумывался.

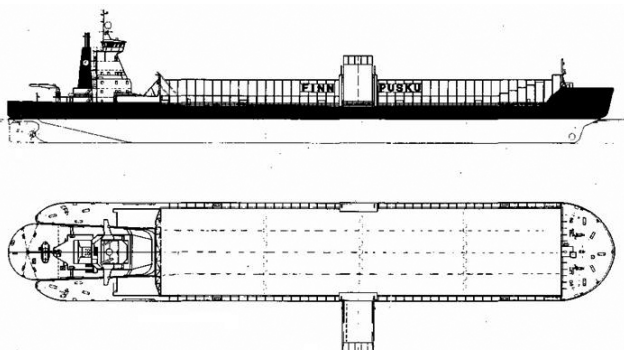
В целом история морских ББС такова, что мировой бум, который нарастал с конца 60-х до середины 80-х годов, уже давно прошел и сейчас масштабы применения этих судов весьма скромные. В результате складывается парадоксальная ситуация, которая иногда имеет место в развитии техники: при очень высокой теоретической значимости идеи весьма слабое ее использование на практике.

Пик освоения прогрессивных транспортных технологий, и в частности в отношении СС, как проявление великой транспортной революции, которую переживает человечество с середины прошлого века, пришелся на 1970-е годы. На основании оптимистических оценок сравнительной эффективности во многих странах создавались морские

¹ Транспортные системы ББС за рубежом обозначаются аббревиатурой TBS (Tug-Barge System)

² За рубежом классические ТС ББС со связанными схемами обозначались, как правило, аббревиатурой ITB (Integrated Tug-Barge), что соответствует концепции «ЭМ-толкач» с формой корпуса, слабо приспособленной для самостоятельного плавания (особенно с жесткими счалами) (рис.3).

а). Финский ББС «Rautaruuki-Kalla» (1987 г.)



б). Советский ББС «Байкальск-ББС 1» (1977 г.)

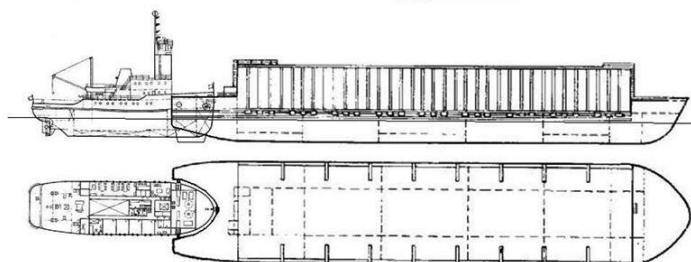


Рис. 3. Барже-буксирные составы с жестким счалом Wartsila (мод. Ingram-Breit) (а) и шарнирным счалом Articouple (б), которые эксплуатировались по классическим связанным схемам с ЭМ-толкачами, слабо приспособленными для самостоятельного плавания.

ТС ББС, активно велись широкомасштабные научные исследования, накапливался практический опыт.

Это коснулось и нашей страны. На базе научных изысканий ММФ в начале 70-х Балтийским морским пароходством за границей была приобретена первая ТС ББС «Капитан Володин – Высоцк 1» (Англия – ФРГ). Затем последовал период осмысления опыта эксплуатации таких судов, серьезных научных исследований со стороны кораблестроителей и специалистов морского ведомства. В качестве научных работ, в значительной степени обобщающих результаты отечественных изысканий в области ББС, можно привести монографии [2,3,4].

В 1977 году для Дальневосточного морского пароходства в Японии было построено лесовозное судно «Байкальск-ББС1» с шарнирным счалом Articouple (мод. Artubar), состоящее из 4 ЭМ и 8 палубных ГМ дедвейтом 9470 тонн. Эта конструкция, созданная с учетом уже известных к тому времени недостатков систем со связанными схемами, была рассчитана на полное обеспечение грузопотока круглого леса, идущего из портов Приморья до западного побережья Японии. Благодаря специфике круглого леса и необходимости завоза его в не-

сколько островных портов, инженерами реализована более гибкая в эксплуатационном отношении веерная схема, предполагающая быструю разгрузку ББС кренованием в акватории японского порта и возвращение порожнего состава в порт загрузки (Владивосток). По данным [4] выигрыш в экономической эффективности ТС ББС (по отношению инвалютных доходов к рублевым эксплуатационным расходам) по сравнению с обычными лесовозами доходил до 130-150%.

Однако сначала гибель одного из буксиров в Японском море в 1978 году, а затем запрет выгрузки круглого леса в воду в японских портах создали немалые проблемы из-за оставшихся без буксира двух барж и длительных простоев составов в портах под разгрузкой обычным способом. Это привело в конце концов к менее эффективной работе ББС по сравнению с типовыми лесовозами и досрочному выводу составных судов из эксплуатации уже к 1986 году. Так воздействие внешних факторов (случайных и, возможно, искусственно вызванных) привело к печальному исходу, повлиявшему, по всей видимости, тогда на дальнейшее развитие этих судов у нас в стране.



Индекс предпочтения IP_m	$IP = 1$	Скорость хода V , уз	$V = 14,961$
----------------------------	----------	------------------------	--------------

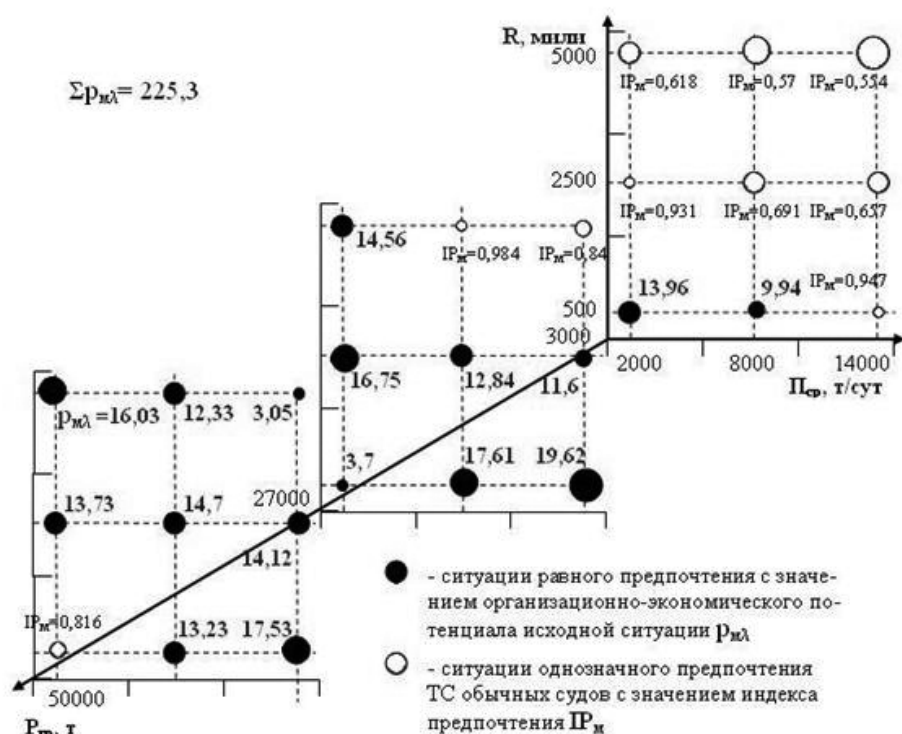


Рис. 4. Пример вычисления потенциала исходной ситуации p_{mi} (а) и множества ситуаций равного предпочтения ББС и обычных судов (черные кружки), построенного по трем факторным показателям – Пср, Я и Ргр.

За рубежом период 80-х годов в развитии морских ББС ознаменовался поиском новых решений, позволявших устранить самый крупный недостаток систем ГТВ — связанность схемы эксплуатации (как внутренний фактор исходной концепции), делающей ТС уязвимой при действии множества случайных внешних и внутренних факторов.

Оценка сравнительной эффективности сложных технических систем, какими являются СС (системы особой организации), затруднительна без применения специальных методов парного сопоставления, где в качестве базовой системы выступают обычные или традиционные объекты. На основе разработанной методологии много-

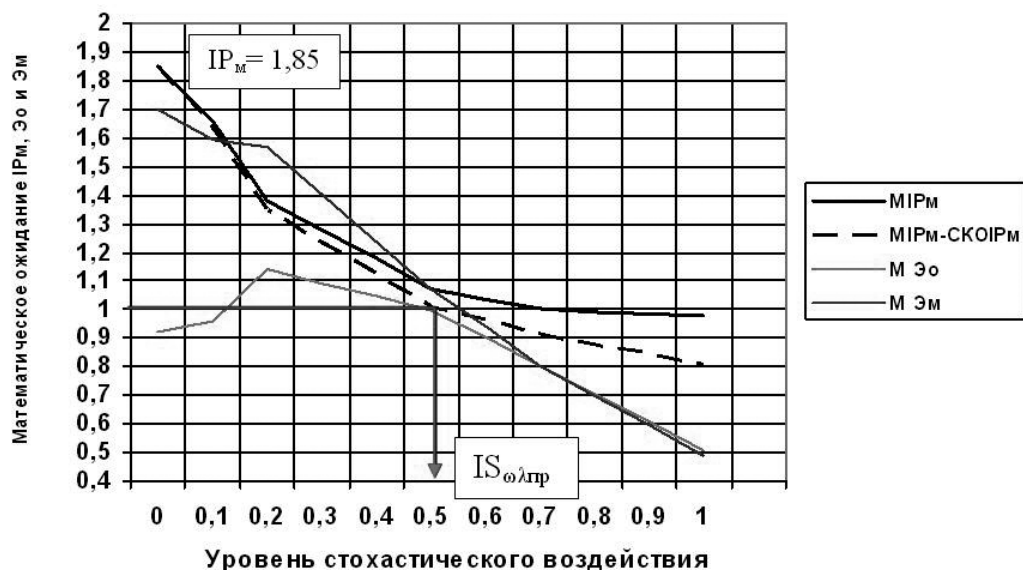


Рис. 5. Предельный уровень стохастического воздействия и характер изменения максимизируемых показателей эффективности сопоставляемых ТС ББС Эм (синяя линия) и обычных судов Эо (зеленая линия), а также индекса предпочтения ТС ББС $IP_m = Э_m/Э_o$.

факторного сопоставления сложных технических систем [5,9]¹ и комплекса статических имитационных моделей (СИМ) была подтверждена очень высокая по показателю индекса предпочтения IP_m (отношение для сопоставляемых ТС критериев эффективности как соответствующих отношений ее доходной части к затратной $Э = Д/З$ в течение жизненного цикла системы) сравнительная эффективность ТС ББС со связанными схемами эксплуатации.

Оценка индексов предпочтения и потенциалов ТС ББС велась с помощью ситуационных шкал, автоматически получаемых программами СИМ, и множеств ситуаций равного предпочтения (рис. 4).

¹ Методология включает описание и логический анализ ядра ПК, формирование массива внешних и внутренних факторов с назначением диапазонов изменения факторных показателей, методику выявления факторных показателей по характеру и силе воздействия, разработку условно-параметрической экономической модели, разработку статических и динамических имитационных моделей с формированием нормализованных шкал ситуационных областей, множеств областей оптимальных ситуаций и ситуаций равного предпочтения.

Исследования по многофакторному сопоставлению, проведенные с помощью специально разработанной динамической имитационной модели (ДИМ), позволили выявить очень сильную зависимость эффективности ББС со связанными схемами от случайного воздействия внешних факторов. Так, ТС ББС со схемой 1/3, имея для заданной ситуации в статических (детерминированных) условиях 85-процентный выигрыш в экономической эффективности по сравнению с обычными судами ($IP_m = 1,85$) при 50-процентном уровне стохастического воздействия семь вероятностных факторов (вариация случайной величины до половины заданного диапазона при равномерном ее распределении), полностью теряет свои преимущества (рис. 5).

Замена равномерного распределения случайных величин на нормальное при тех же их диапазонах практически не сказывается на результате.

Такое поведение ТС объясняется появлением естественной асимметрии схемы эксплуатации (рассогласовкой рабочих циклов ЭМ и ГМ с соответствующим ростом времени взаимных ожиданий) в условиях сильного влияния на сопоставление факторных



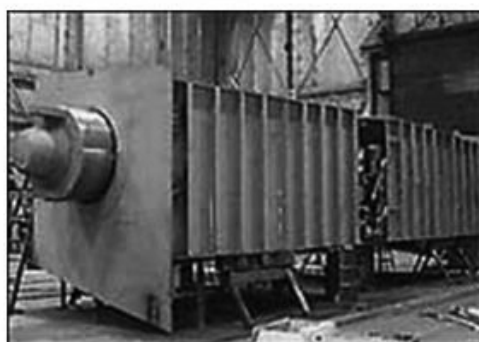
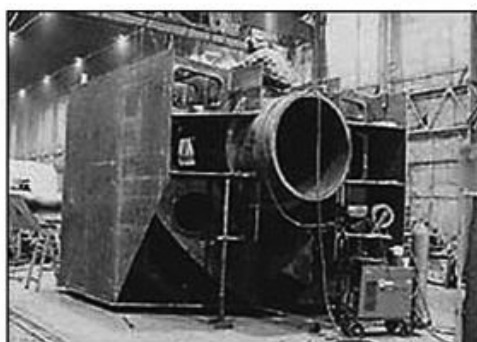
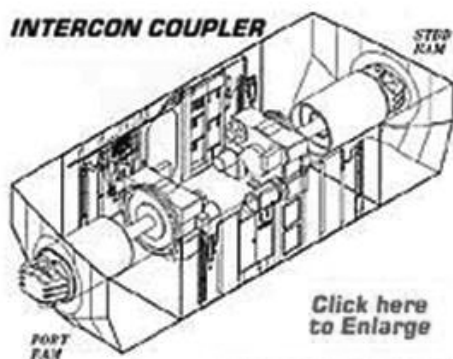
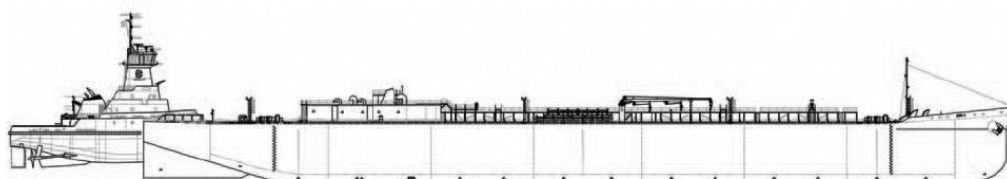


Рис. 6. Современный американский танкерный ББС проекта RESOLVE/650 с шарнирным счалом Intercon, созданный по концепции АТВ, и производство унифицированных модулей счалных устройств на предприятиях фирмы.



Рис. 7. Канадский ББС в ледовых условиях, близких к условиям плавания в Дальневосточном бассейне нашей страны.

показателей асимметричности схемы. Это подтверждает гипотезу губительного действия ряда внешних факторов на экономическую эффективность классических морских ББС, частично объясняющую тот парадокс их развития, о котором говорилось выше.

Компромиссное решение за рубежом было найдено к концу 80-х годов, и внешне оно выразилось в массовом переходе от концепции ИТВ к концепции АТВ (Articulated Tug-Barge). Модификация исходной концепции морских ББС касалась как организационных, так и технических решений. Первые сводились к переходу на частично связанные или свободные схемы эксплуатации ББС, аналогичные речным составам, вторые — к переходу на концепцию "ЭМ-морской буксир", предполагающую использование преимущественно шарнирных счалов, способных обеспечить корпусу ЭМ ходовые и мореходные свойства, достаточные для самостоятельного плавания (в холостых пробегах) при обслуживании ГМ по заявкам.

Нельзя сказать, что концепция АТВ не использовалась ранее. Американские судовладельцы и операторы как пионеры в освоении почти всех модульных концепций, располагая сравнительно благоприятными гидрометеорологическими условиями в прибрежном и смешанном (река-море) плавании, с середины 70-х уже интенсивно применяли утвердившу-

юся позднее модификацию [6]. Однако повсеместное предпочтение ей начали отдавать лишь с 90-х годов, что связано, в частности, с высоким уровнем надежности шарнирных счалочных устройств последнего поколения (рис. 6).

Конечно, из-за наличия холостых пробегов ЭМ при эксплуатации ТС ББС с частично связанными или свободными схемами (смешанными схемами) сравнительная эффективность в целом их стала ниже, чем у классических ББС со связанными схемами в идеальных условиях. Тем не менее хоть и не в тех масштабах, но ТС ББС эксплуатируются и поныне. Большинство из них — традиционно в Северной Америке.

Так, к примеру, барже-буксирный нефтеналивной флот США принадлежит нескольким малым и средним судоходным компаниям. Буксиры и баржи строятся небольшими местными верфями или непосредственно на предприятиях компаний. Одна только компания LeVeouf владеет флотом из 22 буксиров (ЭМ), 32 барж вместимостью по 4770 м³, 7 барж по 1590 м³ и 26 асфальтовых барж [8].

Исследования по многофакторному сопоставлению ТС ББС со свободными схемами эксплуатации показали, что для оптимальных ситуаций (с высокой концентрацией грузопотоков и идеальными погодными условиями) и обычных скоростях хода составов и ЭМ в 12-14 уз-



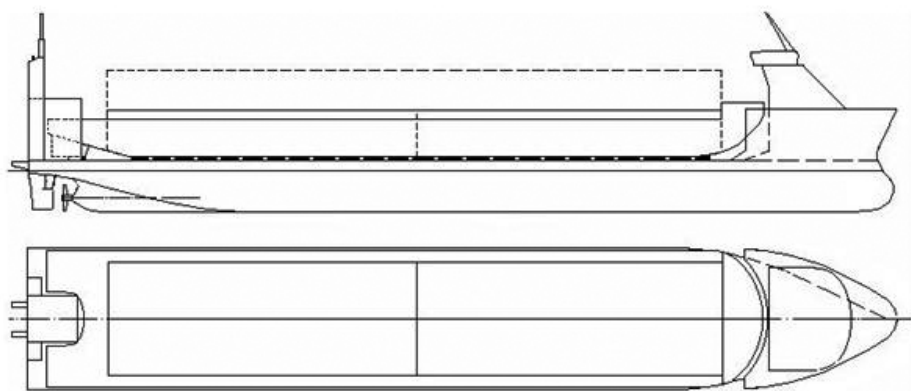


Рис. 8. Схематичное общее расположение ПСС с ЭМ-носителем однобашенной конструкции, которое принималось за расчетное в задаче многофакторного сопоставления с ТС обычных судов.

лов эффективность таких систем всего на 17% ниже, чем ТС ББС со связанными схемами. Однако в целом ограничение скорости хода ЭМ в холостых пробегах и действие фактора волнения существенно мешают ТС ББС со свободными схемами (двукратное снижение эффективности) добиться достаточно высоких ходовых и мореходных свойств.

И все же положительный потенциал современных концепций ББС (при сопоставлении с обычными судами) сохраняется, и они продолжают использоваться судовладельцами за рубежом. В России и на территории СНГ тоже до сих пор периодически проявляется интерес к ББС, в частности для использования в арктических условиях. Но этот интерес ограничен в основном научными кругами и пока не привлекает отечественных инвесторов [12,13].

Наиболее актуальным использование ББС по-прежнему может стать для флота Дальневосточного бассейна. Например, в условиях недостаточной пропускной способности железной дороги, дефицита и ограниченных возможностей судов типа «река-море» может быть весьма эффективной перевозка лесных и других массовых грузов из бассейна р.Амур с помощью морских ББС [14].

В ближайшей перспективе при освоении континентального шельфа центральной и северной части Охотского моря, считающегося наиболее доступной и богатой кладовой морских жидких углеводородов, и обосновании транспортного обеспечения его не-

фтепромыслов целесообразно также тщательно исследовать возможность использования СС. С учетом ледовой обстановки, мелеющего бассейна р. Амур и длительных простоев нефтеналивных судов под грузовыми операциями эффективность морских ТС ББС может оказаться значительно более высокой, чем у обычных судов (рис. 7).

Более широкие перспективы развития СС могут быть связаны с коренными модификациями ее базовой идеи, например, при использовании в качестве ЭМ наплавных понтонных судов-носителей, а в качестве ФМ — барж различного назначения с упрощенными конструкцией и обводами. Такая концепция СС, предложенная впервые в работе [11], представляет собой своеобразный симбиоз составного судна и судна-баржевоза (лихтеровоза) (рис. 8).

Транспортные системы таких понтонных составных судов (ПСС), работающие по свободным схемам, позволяют обеспечить более высокие ходкость и мореходность ЭМ в холостом пробеге, более эффективно использовать дорогие и мощные атомные или подобные им энергетические установки, модифицировать концепцию путем использования более дешевых конструкционных материалов для ФМ (в том числе перспективных композиционных материалов в виде панельных конструкций).

Многофакторное сопоставление ТС ПСС с обычными судами, проведенное с помощью СИМ, позволяет сделать вывод, что несмотря на большие

размеры понтонных ЭМ и зачастую большую численность их экипажей, они имеют суммарный организационно-экономический потенциал не меньший, чем у ТС ББС (со свободными схемами), и это дает основание считать их весьма перспективными в развитии модульных концепций. Их преимущества объясняются меньшими водоизмещением и стоимостью ГМ в виде упрощенных барж, а также слабой зависимостью этих показателей от скорости хода судов.

Применение армоцементных конструкционных материалов для ГМ как пример использования альтернативных более дешевых судостроительных материалов показало, что несмотря на действие факторов, связанных с экологией, суммарный организационно-экономический потенциал для ТС ПСС с такими ГМ все же ниже (на 4,4%), чем для ПСС со стальными ГМ.

ВЫВОДЫ

В качестве главного вывода необходимо отметить, что концепция СС остается востребованной в современных условиях и имеет большой потенциал в перспективе.

Сегодня использование некоторыми зарубежными судовладельцами и операторами морских ББС мотивировано главным образом двумя факторами: высоким уровнем зарплаты экипажа и экономией расходов на его содержание при максимальном снижении численности экипажа на ЭМ-буксирах (до 3-4 человек) и возможности обеспечения берегового обслуживания ГМ без экипажей вообще, а также повышенным стояночным временем судов в портах, вызванным как особенностями проведения грузовых операций, так и перегруженностью береговых терминалов.

Широкого применения транспортных ПК СС для морской перевозки грузов в будущем при отсутствии других более эффективных видов транспорта можно ожидать в условиях резкого удорожания ЭПУ (в два-три раза в связи с переходом на новые альтернативные источники энергии) и значительного повышения стояночного времени судов в портах (в два раза и более, например, в связи с продолжительным энергетическим кризисом и дестабилизацией

работы береговой инфраструктуры или частичным ее разрушением вследствие поднятия уровня мирового океана).

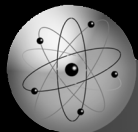
В настоящее время специалистами Дальневосточного бассейна накоплен достаточный опыт проектных проработок и технико-экономического обоснования СС [4], который может быть востребован для решения задач, связанных с реализацией стратегического развития речного и морского транспорта России.

ЛИТЕРАТУРА

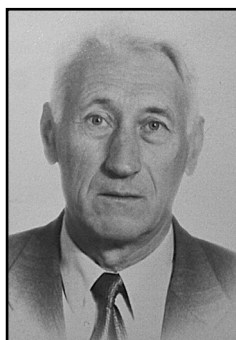
1. Rostocker Neptun-Werft baut weitere TwinCruiser /Zumpe Michael//Binnenschifffahrt, 2006, 61, № 1 – 2, 32.
2. Семенов Ю. Н. Проблемы определения и оптимизации проектных характеристик составных судов/Автореф. дис... канд. техн. наук. — Ленинград, 1977.
3. Богданов Б.В., Алчуджан Г.А., Жинкин В.Б. Проектирование толкаемых составов и составных судов. — Л.: Судостроение, 1981.
4. Холоша В.И. Проектирование и эксплуатация сухогрузных судов. — Л.: Судостроение, 1984.
5. Мытник Н. А. Методология многофакторного сопоставления сложных транспортных систем и технических объектов/ Мытник Н.А.// Материалы VII международной научно-практической конференции "Проблемы транспорта Дальнего Востока". — Владивосток, 2007.
6. Головин В.И. Морские перевозки грузов барже-буксирными составами (по материалам зарубежной печати). — М., 1974.
7. A changing concept /N.M.Howard // Fairplay Int.Shipp.Weekly.-1986.-298.-№ 5374.-p.42—43.
8. Pushing ahead on transatlantic waterways /Haig-Brown Alan //Ship and Boat Int., 2006, Sept.-Oct.-p.23.
9. Мытник Н. А. Описание методологии многофакторного парного сопоставления транспортных систем//Сборник научных трудов Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета: Вестник КнАГТУ, 2008.
10. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем — искусство и наука. — М.: Мир, 1978.
11. Мытник Н. А. Проектная концепция интегрированной транспортной системы составных судов//Материалы международной конференции SOPP-96. — Владивосток, 1996.
12. Куликов Н. В., Сазонов К. Е. Оценка возможности применения барже — буксирных составов при транзитном плавании по трассе Северного морского пути//Судостроение. — 2000. — № 3.
13. Вирченко В. Какой танкер необходим Украине?//Судоходство. — 1998. — № 4.
14. Азовцев А. И., Драчев В. Н., Огай С. А., Холоша В. И. Выбор транспортной схемы вывоза леса из бассейна реки Амур в порты Японии в условиях дефицита транспортных средств//Транспортное дело России. — 2004. — № 2.

Координаты авторов статьи (authors' addresses):
Мытник Н.А. — 8-4217-533552
Холоша В.И. — 8-4332-402100





Защитные покрытия мостовых сооружений



Юрий СИДОРОВ
Yury P. SIDOROV

Анатолий ЛУКЬЯНОВ
Anatoly M. LUKIANOV



Андрей АГАПОВ
Andrey G. AGAPOV

Сидоров Юрий Павлович — доктор технических наук, профессор кафедры «Инженерная экология» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).
Лукьянов Анатолий Михайлович — доктор технических наук, профессор кафедры «Строительная механика» МИИТа.
Агапов Андрей Геннадьевич — инженер.

Материально-технические и технологические особенности покраски и предохранения мостов от атмосферных рисков. Подходы к модельным системным решениям.

Ключевые слова: мосты, защитные покрытия, факторы среды, выбор технологий.

Protective Coating of Bridgeworks

Sidorov Yu. P. – D. Tech., professor of the chair in Engineering ecology of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

Lukianov An. M. – D. Tech., professor of the chair in Structural mechanics of MIIT.

Agapov A. G. – engineer.

Material, technical and process features of paint coating and preventing of bridges against atmospheric risks. Approach to model integrated solutions.

Key words: bridge, protective coating, environmental factors, choice of technology.

Любой ремонт металлических мостовых сооружений не только требует значительных денежных затрат, но и оказывает негативное влияние на окружающую среду, поскольку идущие работы оставляют большое количество отходов, трудно поддающихся утилизации и, как правило, попадающих в реки [1-3].

Срок службы российских защитных покрытий невысок, и через 7-10 лет пролетные строения приходится окрашивать заново. При этом опять происходит загрязнение окружающей среды.

Чтобы уменьшить негативное влияние характерной для ремонта пескоструйной очистки конструкций и сделать более безопасным выполнение покрасочных работ, в нижней части моста на всем его протяжении предлагается устанавливать экологический «шатер» из синтетического материала, в котором будут собираться отходы производства. Схема установки такого «шатра» показана на рис. 1.

Еще один момент — использование высококачественных окрасочных материалов (рис. 2).

Перспективными лакокрасочными покрытиями (ЛКП), предназначенными

для длительной противокоррозионной защиты мостов, являются современные материалы на основе эпоксидных и полиуретановых смол. За счет своих химических и физических свойств подобные материалы обеспечивают срок службы покрытия более 10 лет [4].

ЛКП по сравнению с металлическими покрытиями (например оцинковой) имеют ряд преимуществ: способы нанесения их проще, методы более универсальны, при этом не происходит изменения свойств покрываемого металла, что в ряде случаев очень важно. Цвета лакокрасочных покрытий, применяемых для окраски мостов, должны соответствовать международной цветовой картотеке [5].

Методика подбора лакокрасочного покрытия заключается в выборе того или иного материала (или набора материалов), отвечающего требованиям национальных и международных стандартов. Соответствие стандарту подтверждается в процессе натурных или ускоренных испытаний.

Однако надо заметить, что стандарт не всегда учитывает факторы воздействия агрессивной среды, характерные для железных дорог. К таким факторам можно отнести вибрацию окрашенного моста и изменение геометрии некоторых окрашенных деталей, происходящих в процессе ремонта.

Стандартом ISO установлены следующие сроки службы покрытия:

- короткий: минимум 5 лет;
- средний: от 5 до 15 лет;
- большой: дольше 15 лет.

Проверка покрытий на соответствие стандартам по долговечности производится специализированными научными центрами, например ЦНИИСом.

Основная задача при создании необходимых системных технологий состоит в разработке математической модели и ее программной реализации, которые позволили бы дополнить ресурсотрудоёмкие и затратные процессы эмпирического подбора ЛКМ.

Искомая математическая модель служит алгоритмом, с помощью которого происходит расчет процессов, протекающих в системе "атмосфера — покрытие — металл".

Суть модели заключается в том, что каждой характеристике окружающей среды и эксплуатационному свойству покрытия присваивается свой определенный численный параметр, который учитывается при моделировании эксплуатации покрытия (при необходимости он может в процессе моделирования изменяться).

Отметим, что для полной имитации воздействий окружающей среды следует учитывать изменение погоды — то есть создавать условия облачности (уменьшение интенсивности ультрафиолетового облучения) или ясного неба, имитировать осадки (увеличение влажности и наличие пленки воды на покрытии), учитывать сезонные колебания температуры, влияющие на тепловое расширение материала. Все эти факторы нужно видеть в комплексе, поскольку они оказывают перекрестное влияние друг на друга.

Дальнейшая систематизация данных была направлена на определение значений параметров влияния окружающей среды на защитное покрытие. Основным методом исследования факторов агрессивности коррозионной среды выбран метод аппроксимации функций.

Если рассматривать взаимодействие между лакокрасочным покрытием и коррозионной средой, то можно выделить две составляющие его устойчивости — связанную с взаимодействием непосредственно с коррозионной средой и связанную с взаимодействием покрытия и слоя металла, на который нанесено покрытие.

Процессы и факторы воздействия агрессивной коррозионной среды представлены на рис. 3.

Химические свойства защитных покрытий и физические свойства образуемых ими пленок в значительной мере замедляют разрушающее проникновение воздуха и влаги под слой покрытия. Однако негативные процессы могут происходить и в случае нарушения технологии нанесения лакокрасочных материалов.

Все факторы агрессивной среды так или иначе связаны между собой и изменение одного из них ведет к изменению другого. Схема таких взаимодействий стала основой для расчета



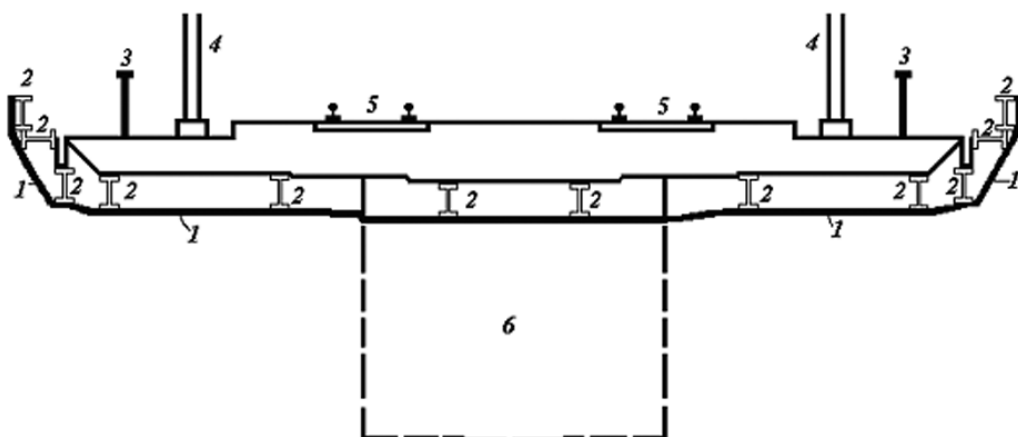


Рис. 1. Схема установки «шатра» на металлическом мосту:
 1 – занавес из синтетической ткани; 2 – удерживающее приспособление для «шатра»;
 3 – перила; 4 – опора контактной сети; 5 – рельсошпальная решетка; 6 – опора моста.

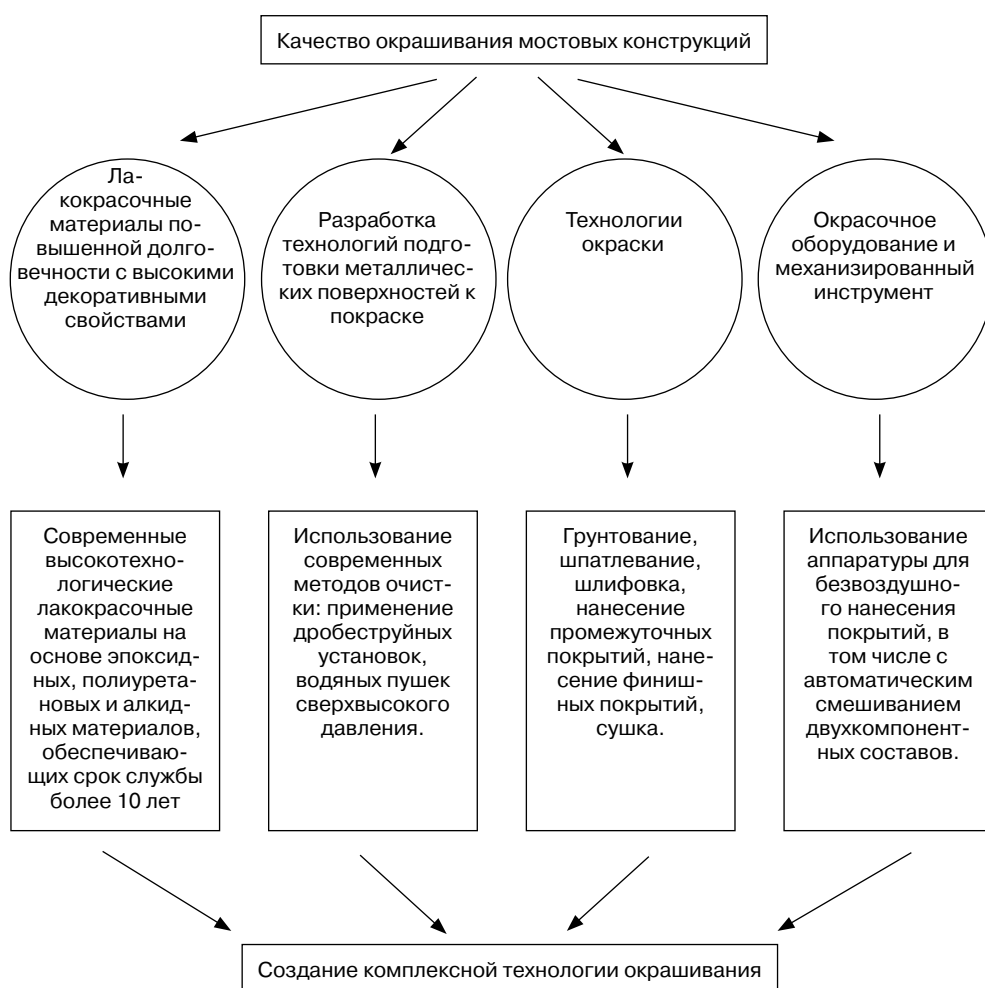


Рис. 2. Направления повышения качества окрашивания мостовых сооружений.



Рис. 3. Процессы и факторы воздействия агрессивной коррозионной среды.

суммарных коэффициентов в математической модели. Их два: коэффициент химического воздействия среды и коэффициент абразивного воздействия.

Определенные сочетания внешних и внутренних факторов приводят к возникновению характерных признаков коррозионных процессов [6], на основании которых классифицируют все многообразие коррозионных разрушений. В зависимости от особенностей и механизма процесса различают химическую, электрохимическую, биохимическую и некоторые другие виды коррозии. В этих процессах происходит окисление металлов. Загрязнение воздуха выбросами (SO_2 , HCl , NH_3 , H_2S и др.) многократно увеличивают скорость атмосферной коррозии.

На основе стандартов для заданных атмосферных условий могут быть подобраны те или иные виды наиболее надежных ЛКП. В процессе эксплуатации наилучшими показателями живучести обладают комбинированные системы защитных покрытий, включающие цинконаполненную грунтовку, эпоксидное промежуточное покрытие и полиуретановое внешнее покрытие, в то время как покрытия с мягкими алкидными составляющими показывают наименьший срок службы (рис. 4).

Применение эпоксидного грунта затормаживает развитие процессов разрушения всей системы покрытий, однако тенденция к быстрому разрушению алкидного слоя покрытия сохраняется (рис. 5).

Использование цинконаполненного эпоксидного грунта стабилизирует

систему, компенсируя скорость старения внешнего акрилового покрытия, являющегося самым слабым звеном всей защитной системы такого типа (рис. 6).

Системы унифицированных эпоксидных покрытий позволяют изменить характер динамики старения ЛКП. Внешнее покрытие значительно дольше остается неповрежденным, что, в свою очередь, обеспечивает больший срок службы всей системы. Также необходимо отметить, что при использовании такой системы к 12-му году эксплуатации происходит 50% разрушений покрытий (рис. 6). Это в отличие от алкидных систем, где порог 50% обычно бывает преодолен уже к 3-му году эксплуатации (рис. 7).

Внедрение в систему защитных покрытий внешнего полиуретанового слоя позволяет в значительной степени увеличить срок службы путем уменьшения скорости развития повреждений. Связано это прежде всего с тем, что полиуретан обладает значительной стойкостью к механическому воздействию, обладая при этом еще достаточной пластичностью, что защищает этот материал от появления трещин при перепадах температуры окружающей среды.

Поскольку полиуретановые материалы (рис. 8) при высыхании обладают гигроскопичными свойствами, с поверхности, куда они наносятся, удаляется влажность, которая участвует в реакциях отвердевания лакокрасочного материала.

Материалы с различной химической структурой имеют свои численные



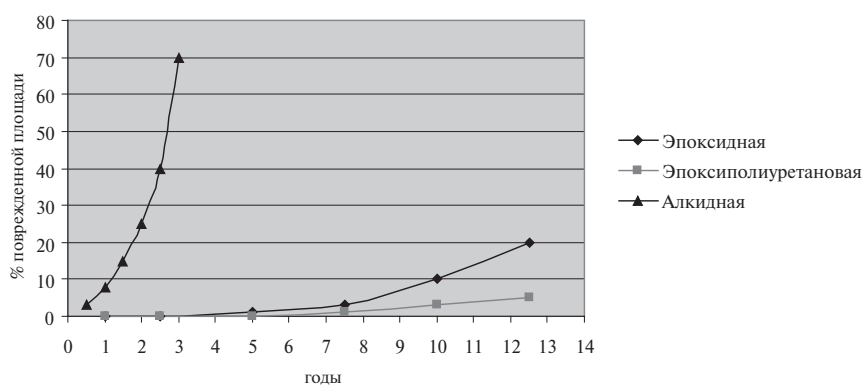


Рис. 4. Сроки службы различных лакокрасочных систем.

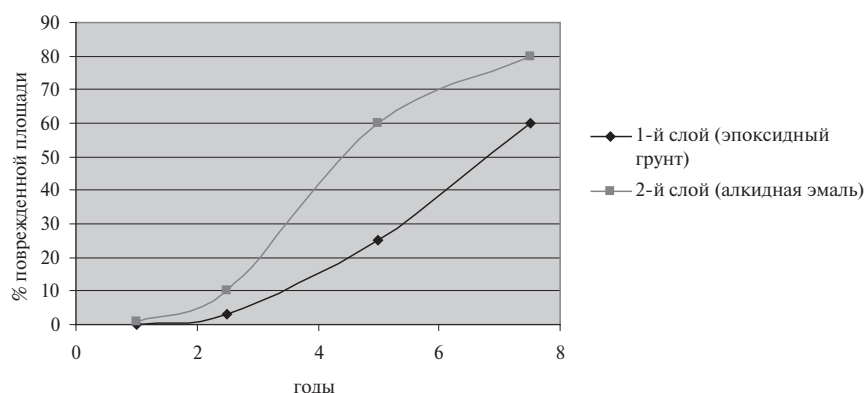


Рис. 5. Сроки службы системы покрытий с эпоксидным грунтом и алкидным внешним слоем.

значения учитываемых параметров. Чтобы представить степень различия этих параметров для существующих типов защитных покрытий, в таблице 1 приведены округленные значения эксплуатационных параметров, характерные для материалов на различной химической основе.

Любая модель требует обязательной апробации перед началом ее эксплуатации. Алгоритм модуля расчета срока службы ЛКМ представлен на рис. 9.

В процессе постановки эксперимента в программную реализацию математической модели были внесены исходные данные о структуре и составе лакокрасочного покрытия.

Математическая модель состоит из двух основных компонентов. Первый — это система характеристических оценок параметров внешней среды. А также параметров, влияющих на долговечность защитного покрытия — его толщины, межслоевая адгезия и адгезия к металлу. Второй компонент — это набор правил, по которым

происходит взаимодействие внешней среды.

Реализация такой математической модели представляет собой базу данных с системой управления, в которой содержатся параметры среды для различных климатических поясов и параметры различных видов покрытий с рассчитанными по этим параметрам эксплуатационными характеристиками. Эти данные получены на основе статистических исследований антикоррозионной защиты мостовых конструкций в климатических зонах России.

Система управления базой данных позволяет не только использовать уже готовые данные, но и вводить новые. Программный комплекс гибок — может использоваться как для подбора системы уже известных, внесенных в базу данных защитных покрытий, так и для проверки пригодности применения новых ЛКМ, не внесенных в базу.

С программной точки зрения процесс эмуляции состоит из циклов, в которых просчитывается влияние

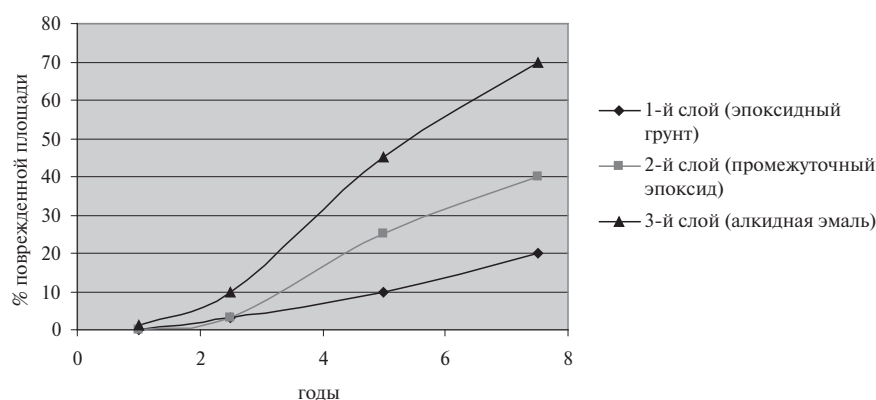


Рис. 6. Сроки службы системы покрытий с эпоксидным грунтом, эпоксидным промежуточным слоем и алкидным внешним слоем.

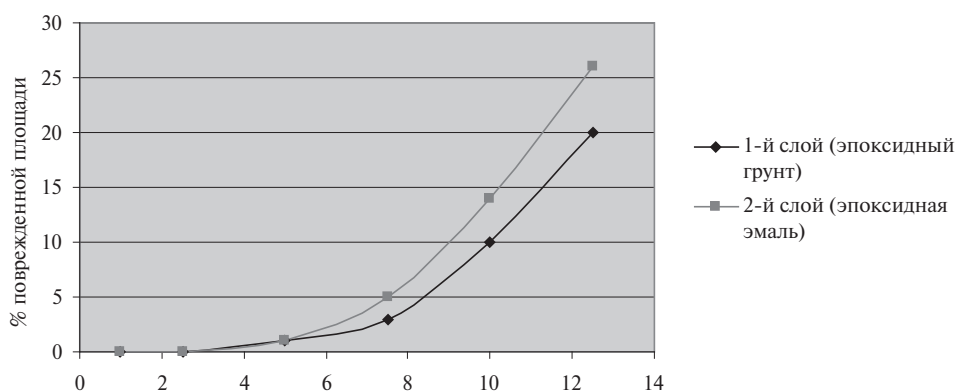


Рис. 7. Сроки службы полностью эпоксидной системы покрытий.

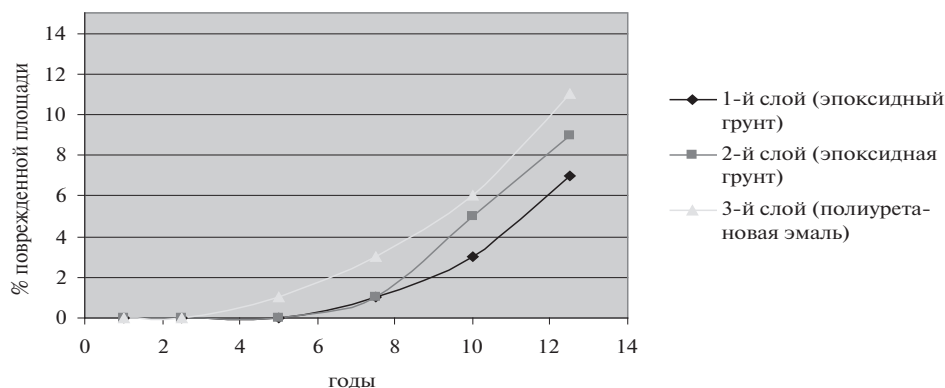


Рис. 8. Сроки службы системы покрытий с эпоксидным грунтом, эпоксидным промежуточным слоем и полиуретановой эмалью.

коррозионной и атмосферной среды на защитное покрытие. В циклах учитываются и ударные воздействия на состояние слоя покрытия.

Весь процесс эмуляции можно представить в виде чередования определенного заданного количества годовых циклов, внутри которых чередуются месячные циклы и каждый из них соответствует своим климатическим

условиям и времени года. Внутри месячных идет чередование суточных циклов. Если во время какого-то из них рассчитанные основные параметры приняли значение меньше допустимого, то это означает, что покрытие разрушено. В таком случае результатом расчетов будет время, в течение которого покрытие обеспечивает должную защиту.



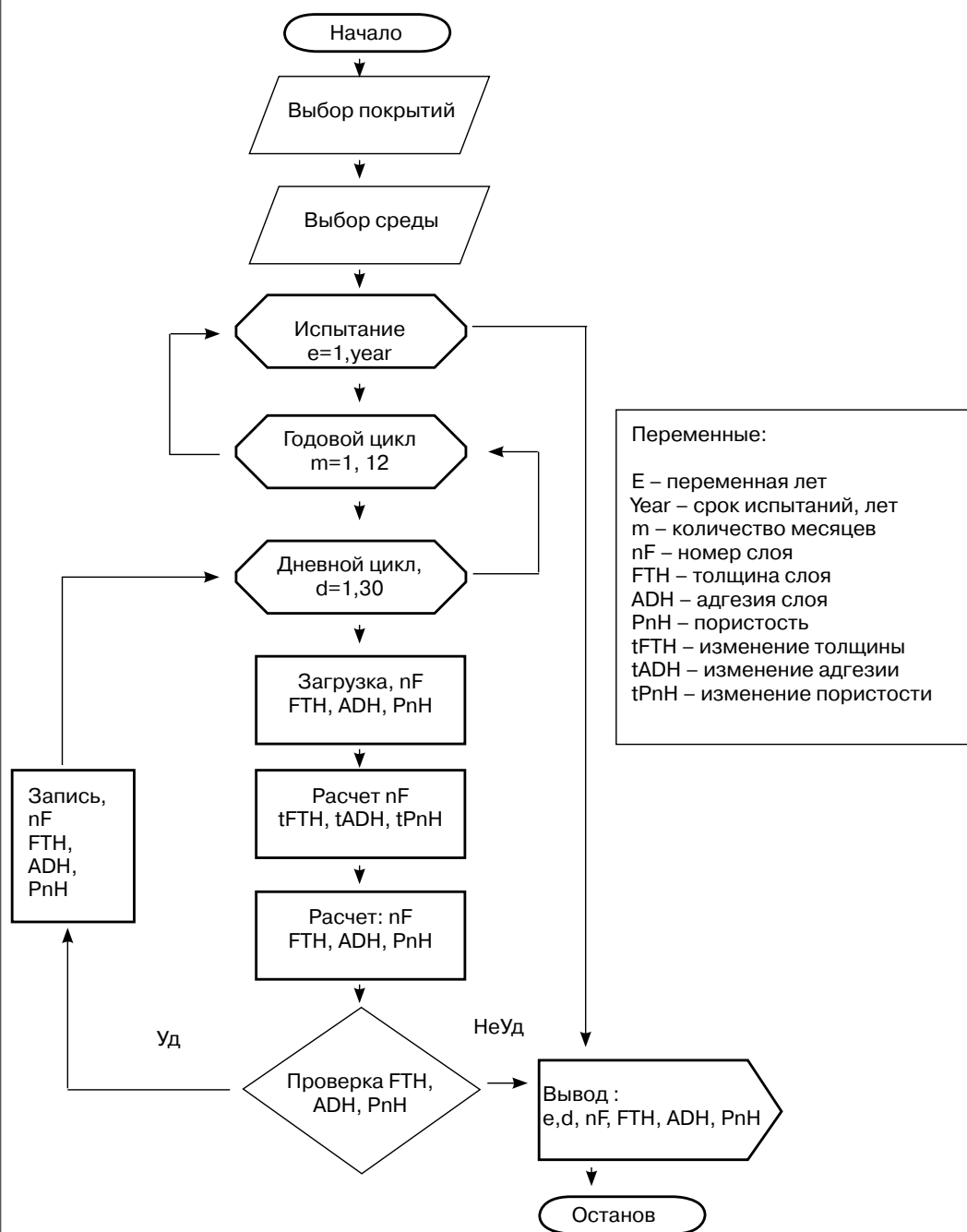


Рис. 9. Алгоритм расчета эмуляции воздействия агрессивной среды на покрытие.

Основные результаты работы демонстрируют не только технические решения, направленные на обеспечение экологичности окраски мостовых конструкций, но самое главное – рациональный и научно обоснованный выбор окрасочных материалов.

На основании проведенных исследований установлены и рекомендованы к внедрению новые отечественные системы мостовых покрытий, компоненты которых – цинковый порошок и полиуретановый лак. Полиуретановая система покрытий для противокоррозионной

Таблица 1

Значение коэффициентов, описывающих основные эксплуатационные характеристики защитных покрытий

Тип материала	Эксплуатационные характеристики	Среднее значение характеристики
Алкидные материалы	Воздухопроницаемость и влагопроницаемость	0,1
	Устойчивость к воздействию кислот, щелочей. Устойчивость к воздействию ультрафиолетового облучения. Устойчивость к истиранию	0,2
	Устойчивость к ударам (прочность)	0,1
	Адгезия к подложке	0,12
Эпоксидные материалы	Воздухопроницаемость	0,6
	Влагопроницаемость	0,5
	Устойчивость к воздействию кислот, щелочей	0,8
	Устойчивость к воздействию ультрафиолетового облучения	0,2
	Устойчивость к истиранию	0,55
	Устойчивость к ударам (прочность)	0,4
	Адгезия к подложке	0,6
Полиуретановые материалы	Воздухопроницаемость	0,6
	Влагопроницаемость и устойчивость к воздействию кислот, щелочей	0,7
	Устойчивость к воздействию ультрафиолетового облучения	0,9
	Устойчивость к истиранию	0,5
	Устойчивость к ударам (прочность)	0,7
	Адгезия к подложке	0,6

защиты мостов со сроком службы более 15 лет состоит из [7]:

- цинконаполненного грунта Цинотан;
- промежуточной полиуретановой эмали Политон-УР;
- светостойкой полиуретановой эмали Политон-УР (УФ).

Механизм коррозионной защиты таких систем тройной: протекторный, химический, барьерный. Это определяет их повышенную долговечность.

Достоинством названных эмалей является одноупаковочность, отверждение влагой воздуха. Быстро сохнут, до 40 минут при влажности более 50 %, наносятся стандартным лакокрасочным оборудованием. Возможно использование при отрицательных температурах.

Увеличение межремонтного срока за счет выполнения более качественной подготовки поверхности и применение системы покрытий с большим сроком службы, помимо получения общего экономического эффекта, позволяет сокра-

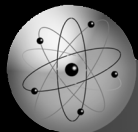
тить выбросы в окружающую среду и оптимизировать затраты на экологию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Круглов В.М., Матвеев В.К., Шевчук К.М. и др. О периодичности окраски мостов // Путь и путевое хозяйство. — 2004. — № 9.
2. Круглов В.М., Матвеев В.К., Шевчук К.М. Как продлить жизнь железнодорожных мостов? Необходимое средство — периодическая окраска // Евразийские вести. — 2004. — № 6.
3. Круглов В.М., Осипов В.О. Мостам — повышенное внимание // Железнодорожный транспорт. — 2006. — № 1.
4. Баснева Н.И. Лакокрасочные материалы, применяемые на железнодорожном транспорте // Промышленная окраска. — 2002. — № 2.
5. Дмитриев С.А., Баринев А.С., Волков А.С. и др. От «псевдосистемы» к четкой структуре // Безопасность окружающей среды. — 2006. — № 3.
6. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов. — М., 1976.
7. Инженерно-технический центр «Балтийские краски» // Мир дорог. — 2004. — № 2. ●

Координаты авторов статьи (authors' addresses):
 Сидоров Ю.П. — 8-499-9730975
 Лукьянов А.М. — 8-495-6842174
 Арапов А.Г. — andrei5551@mail.ru





Совершенствование характеристик контакта колеса и рельса



Александр РАЖКОВСКИЙ
Alexander A. RAZHKOVSKIY

Анна ПЕТРАКОВА
Anna G. PETRAKOVA



За счет управления характеристиками микрогеометрии и подбора свойств материалов можно повышать надежность и износостойкость пар трения.

Ключевые слова – колесо, рельс, твердость, пятно контакта, касательное напряжение.

Development of the Features of the Contact of the Wheel and the Rail

Razhkovskiy A.A. – Cand.Sc. (Tech.), associate professor of Omsk State University of Railway Engineering.
Petrakova A.G. – postgraduate student of the same University.

By controlling the features of microgeometry and selecting the material properties it becomes possible to improve the reliability and wearing capacity of friction pairs.

Key words: wheel, rail, rigidity, contact spot, shearing stress.

Ражковский Александр Алексеевич – кандидат технических наук, доцент Омского государственного университета путей сообщения.

Петракова Анна Геннадьевна – аспирант кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» того же университета.

Темпы износа колесных пар подвижного состава за последнее время существенно возросли, поскольку одной из основных тенденций сегодня является стремление значительно повысить скорость движения поездов и нагрузки на ось.

Повышение осевой нагрузки увеличивает объем поверхностных слоев металла, подвергнутых деформации, что приводит к росту температуры в зоне контакта колеса и рельса. По данным английских исследователей Спура и Ньюкомба, интенсивность изнашивания прямо пропорциональна нагрузке.

С целью снижения интенсивности изнашивания колесных пар до приемлемых значений предпринимаются меры технического и организационно-технологического характера (лубликация, улучшение конструкции пути и подвижного состава, геометрии профиля поверхности катания колес и рельсов, повышение твердости металла и т.д.).

Твердость металла является одним из наиболее существенных факторов, влияющих на износ колес подвижного состава. Внедрение за последнее десятилетие термической обработки рельсов и придание им твердости до 401 НВ, несом-

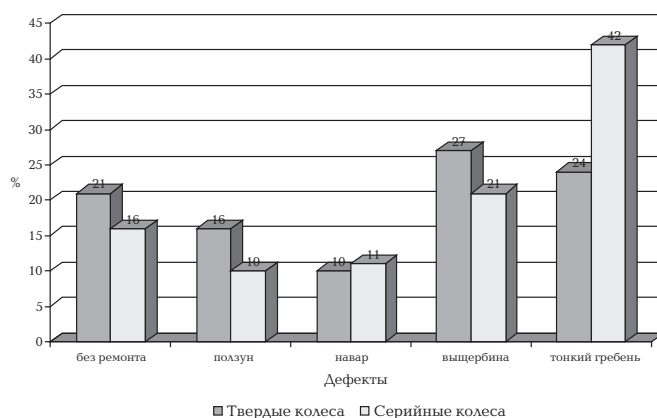


Рис. 1. Соотношение дефектов серийных колес и колес повышенной твердости по ВЧД Иланская за 2006 год.

ненно, сыграло свою роль в улучшении ситуации. И следующим этапом стало применение колес с повышенной до 363 НВ твердостью обода.

Однако в полном объеме проблемы это не решило. Так, в 1976-1979 годах по выщербинам браковалось лишь 1,6% колес грузовых вагонов [1], в 1999-м, по данным отделения вагонного хозяйства ВНИИЖТ, уже 20%, а в 2001 году — 30-35%. Причем в основном это выщербины, зарождающиеся на дефектах тормозного происхождения, хотя в последнее время стало появляться и много дефектов новых типов — главным образом из-за отсутствия макроконцентраторов напряжений [2]. В последующем динамика не улучшалась. Если в 2001 году в грузовых составах «стучало» одно колесо на 2-3 вагона, то в марте 2004 года «стучали» колеса уже на всех вагонах, и их стук сливался в сплошной грохот. И было бы неправильным объяснять это увеличением доли тормозных дефектов. Число тормозных дефектов, скорее всего, даже снизилось. Но как бы там ни было, сейчас уже трудно найти колесную пару, не поврежденную выщербинами.

Это подтверждают, в частности, статистические данные по ВЧД Иланская за 2006 год (рис. 1): все заметнее увеличение количества ползунов и выщербин.

Из соотношения видно неоднозначное влияние значения твердости на эксплуатацию колесных пар. И если причины уменьшения дефектов типа тонкий гребень объясняются увеличением твердости поверхности катания колеса, а также широким внедрением

лубрикации, то существенное увеличение образования выщербин и ползунов на колесах грузовых вагонов требует детального исследования.

Ввиду неоднозначного влияния твердости на интенсивность изнашивания в качестве простых критериев износостойкости материалов применяют комплексные показатели, учитывающие твердость, пластичность, усталостные характеристики, энергоемкость поверхностных слоев. Например, из теории усталостного разрушения поверхностного слоя при изнашивании следует [5]:

$$I \approx \frac{1}{HB^{\alpha} \epsilon_0^{\beta}},$$

где НВ — твердость, ϵ_0 — деформация при разрушении, α, β — показатели, связанные с рельефом и усталостными свойствами материалов.

Кардинальное решение вопроса может быть найдено только на базе фундаментальных научных знаний в области взаимодействия пары колесо-рельс. Необходимо проведение научно обоснованной модернизации колесных пар с одновременной разработкой мероприятий, обеспечивающих эффективную эксплуатацию и ремонт модернизированных узлов.

Разработка эффективных методов снижения степени износа зависит от наличия надежных методик исследования, оценки параметров контактного взаимодействия пары колесо — рельс с помощью численных методов.

Задача контакта качения двух упругих тел, имеющих одинаковые ха-



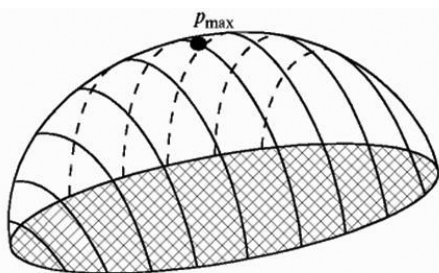


Рис. 2. Распределение нормальных напряжений на площадке контакта по Герцу.

рактические характеристики упругости, как это имеет место для колеса и рельса, может быть представлена раздельно в виде нормальной и тангенциальной задач. Цель первой состоит в определении размера и формы площадки контакта, а также распределения нормальных контактных напряжений. Результаты решения нормальной задачи используются для решения задачи тангенциальной, заключающейся в нахождении распределения касательных напряжений и момента в зонах сцепления и проскальзывания контактной площадки.

Механизм контактных напряжений в зоне колеса и рельса до настоящего времени, на наш взгляд, в полной мере не раскрыт. Трудность этой задачи заключается в характере самого контакта колеса и рельса, в невозможности выразить какой-либо функциональной

закономерностью возмущающее влияние сил взаимодействия между колесом и рельсом.

Герц дал первое надежное математическое решение нормальной задачи, но его теория допускает ряд условностей в определении контактных напряжений:

1. Контактирующие тела имеют одинаковые физические свойства по всем направлениям, а в зоне контакта имеет место упругая деформация и материал подчиняется закону пропорциональности.

2. В пределах контактной площадки действует только нормальная сила и приложена она в центре сечений криволинейных поверхностей.

Согласно теории Герца – Беляева, удельные давления по ширине площадки смятия распределяются по эллиптическому закону (рис. 2).

Однако при движении колеса по рельсу этот закон изменяется вследствие гистерезиса, нарушаются принятые каноны распределения удельного давления. Площадь эпюры давлений распространяется на зону нарастающих и зону исчезающих деформаций. Равнодействующая давлений по всей контактной площадке, равная внешней нагрузке, будет смещена за вертикальную ось симметрии колеса на некоторую величину в сторону движения.

Если в области контакта имеет место один радиус кривизны поверхности, можно использовать решение Герца. Если в области контакта имеются два или несколько радиусов кривизны, например r_{11} и r_{12} (рис. 3), решение Герца несправедливо, и для определения площадки контакта следует использовать негерцевское решение. Это особенно важно при разнообразных сочетаниях изношенных профилей колеса и рельса.

Наличие высоких нагрузок и разрушений в местах контакта не оправдывает предпосылку о наличии упругих деформаций по принятой теории Герца – Беляева и таким образом сводит расчет к весьма грубому приближению.

Обычно контактные напряжения на поверхности катания колеса грузового вагона находятся в пределах 1300–1700 МПа. Увеличение осевой нагрузки

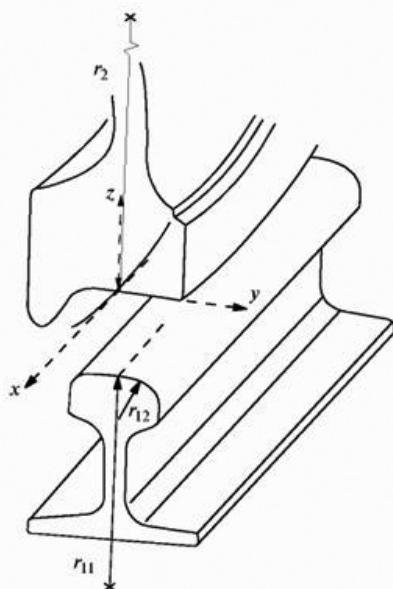


Рис. 3. Геометрия контакта колеса и рельса: x, y, z – оси системы координат; r_{11}, r_{12}, r_2 – характерные радиусы (r_2 – радиус профиля колеса).

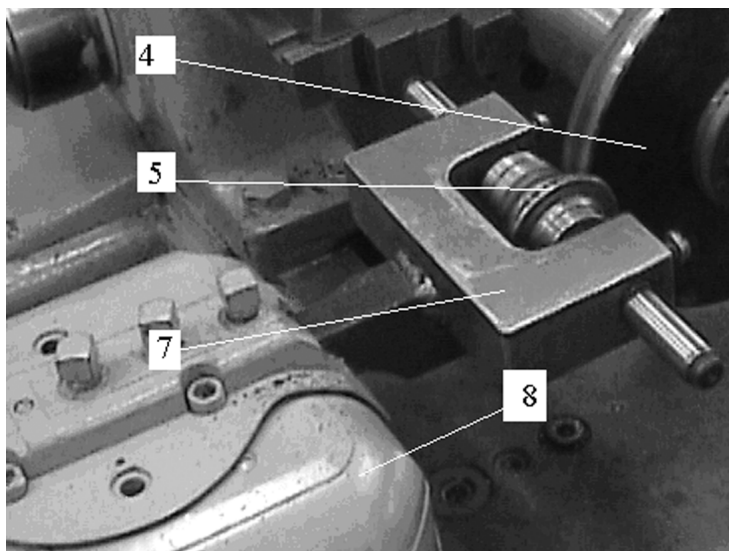


Рис. 4. Проведение испытаний на токарно-винторезном станке.

приводит к возрастанию контактных напряжений пропорционально степени $1/3$ от ее величины.

Величина и распределение контактных напряжений существенно зависят от профилей колеса и рельса и от того, какой имеет место контакт: одноточечный или двухточечный. При конформном профиле размер площадки контакта увеличивается, приводя к уменьшению уровня контактных напряжений по сравнению с неконформными профилями.

Таким образом, для оценки общего напряженного состояния в паре колесо – рельс достаточно решить задачу Герца для одноточечного контакта бандажа и рельса.

При построении модели “колесо – рельс” и проведении расчетов рассматривался тип рельса Р65 по ГОСТ 18267-82 и колесо цельнокатаное повышенной твердости ГОСТ 10791-2000, причем имелся в виду неизношенный профиль колеса и рельса.

Для определения контактных напряжений, как правило, пользуются приближенными формулами, выведенными на основе теории Герца – Беляева.

А профессор Б.С.Ковальский [7] рекомендует определять напряжения в зависимости от твердости поверхности катания по формуле:

$$\sigma_T = 100HB(1 - 0,001HB),$$

где HB – твердость поверхности колеса по Бринеллю.

Максимальная величина контактного напряжения на площадке соприкосновения может быть получена по формуле:

$$\sigma_{max} = 0,637 \frac{P_{max}}{a\vartheta},$$

где a, ϑ – соответственно ширина и длина контактной площадки, см.

Метод расчета на прочность рекомендует определять наибольшие напряжения в центре эллипса касания колеса и рельса по формуле:

$$\sigma_{max} = \frac{3P_{max}}{2\pi a\vartheta},$$

В отличие от нормальных максимальная величина касательных напряжений имеет наибольшую величину на некоторой глубине от поверхности. Из теории прочности известно, что наибольшие касательные напряжения находятся на глубине L_0 , то есть

$$L_0 = (0,2-0,5)\vartheta,$$

где ϑ – размер большой полуоси контактной площадки, см.

Г.К. Трубин [8] указывает, что касательные напряжения достигают наибольшей величины на глубине от поверхности $0,786 \vartheta$. Для определения τ_{max} рекомендуется формула:

$$\tau_{max} = 0,3P_{max},$$

где P_{max} – максимальные нагрузки в зоне контакта.



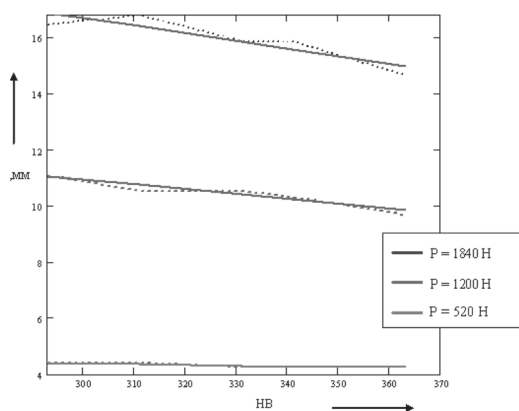


Рис. 5. График зависимости площади пятна контакта от твердости материала колеса.

Как известно, силовое контактирование упругих тел всегда связано с их сближением, обусловленным собственной деформацией взаимодействующих тел в области контакта, а также деформированием поверхностных слоев, характеризующихся наличием микро- и макровыступов.

Предполагаем, что одно из контактирующих тел находится в упругом, а второе — в упругопластическом состоянии, плоскости кривизны обоих тел совпадают, а их главные радиусы кривизны в зоне контакта постоянны. Равнодействующая контактной нагрузки направлена по общей нормали к поверхностям соприкасающихся тел в точке начального контакта, силы трения в расчет не принимаются.

Тогда расчет пятна контакта начинается с определения двух геометрических параметров A и B , зависящих от геометрии поверхностей тел (3, 8):

$$A = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{R_{11}} \pm \frac{1}{R_{12}} \right)$$

$$B = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{R_{21}} \pm \frac{1}{R_{22}} \right),$$

где R_{ij} — главные радиусы кривизны поверхностей в точке контакта.

Контур остаточной вмятины на поверхности очерчен замкнутой пространственной кривой, имеющей в плане эллиптическую форму с большой и малой полуосями. Геометрические параметры остаточной вмятины являются важными характеристиками

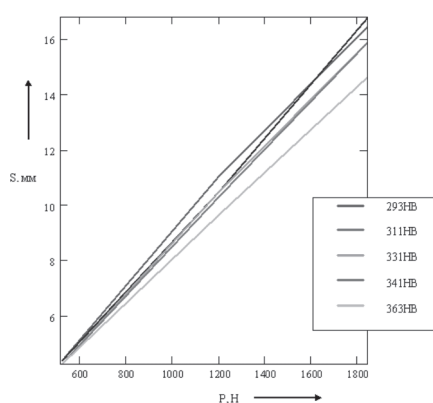


Рис. 6. График зависимости площади пятна контакта от нагрузки при различных значениях твердости материала колеса.

деформации материала в контакте. Размеры полуосей характеризуют также глубину пластически деформированной зоны.

Расчетные зависимости, необходимые для определения полуосей контура остаточной вмятины при нагружении, можно получить на основе изложенных выше результатов:

$$a = \sqrt{R_{11}(2h_a + \alpha_y) - h_a^2} \quad (9)$$

$$b = \sqrt{R_{21}(2h_b + \alpha_y) - h_b^2} \quad (10)$$

В тех случаях, когда $h_a = h_b = h$, формулы упрощаются и преобразуются к виду

$$a = \sqrt{\frac{\alpha + h}{2A} - h^2} \quad (11)$$

$$b = \sqrt{\frac{\alpha + h}{2B} - h^2} \quad (12)$$

где h_a и h_b — расстояния, отсчитанные вдоль линии действия контактной нагрузки, которые определяются следующим образом:

$$h_a = \frac{\pm 2R_{12}h - R_1\alpha_y - h^2}{2(\pm R_{12} + R_1 - h)} \quad (13)$$

$$h_b = \frac{\pm 2R_{22}h - R_{21}\alpha_y - h^2}{2(\pm R_{22} + R_{21} - h)} \quad (14)$$

Пусть мы имеем дело с реальной системой взаимодействия колесо — рельс, которую моделируют парой трения и представляют взаимодействием

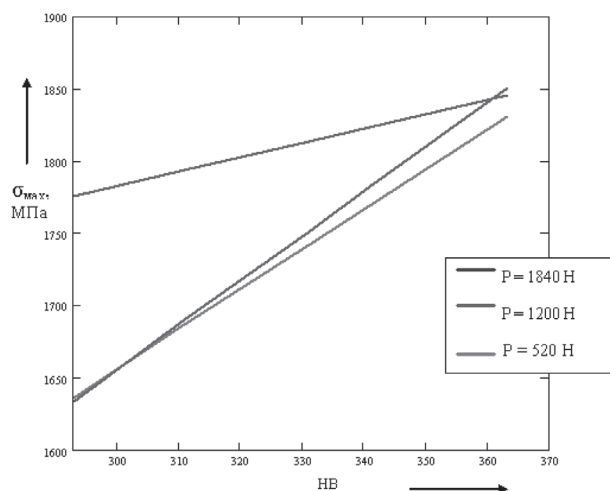


Рис. 7. График зависимости максимальных контактных напряжений от твердости материала колеса.

двух роликов, вращающихся с определенной угловой скоростью. Один из роликов моделирует поверхность катания колеса, другой — рельса.

Ролики для имитации колес изготавливались из заготовок, вырезанных из материала цельнокатаного колеса на расстоянии 5-10 мм от поверхности катания. Термическая обработка проводилась в соответствии со значением твердости цельнокатаного колеса, которая варьировалась от 293 HB до 363 HB согласно ГОСТ 10791-2004.

В качестве имитатора рельса использовался диск, изготовленный из рельса Р65. Закалка образцов-рельса проводилась при температуре $t_3 = 850^\circ\text{C}$ и выдержкой $T_v = 20$ мин, охлаждением в масло И40. Твердость по Бринеллю составила 363 HB, что является средним значением твердости рельса в соответствии с ГОСТ Р51685-2000.

Контроль значения твердости образцов осуществлялся твердомером ТШ-2М по методу Бринелля. Форма профилей рабочих поверхностей колеса и рельса на роликах уменьшена в три раза. Шероховатость, соответствующая стадии приработки колеса и рельса, принята $R_a = 1,25$ мкм. Рассчитаны нагрузки, действующие на колесо в процессе эксплуатации при прохождении прямых участков пути с различной загрузкой вагона от порожнего до груженого.

Для исследования влияния твердости материала колеса на площадь пятна

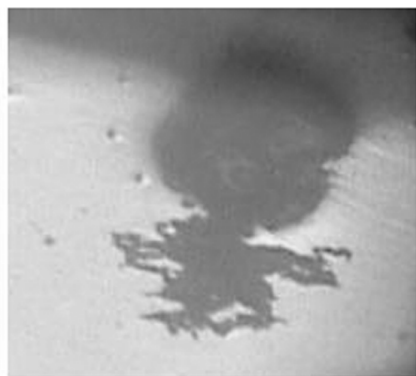
контакта был проведен эксперимент на базе токарно-винторезного станка (рис. 4). Ролик 4, имитирующий рельс, выполненный в виде диска, устанавливается в оправку 6 шпинделя станка. На его суппорт крепится приспособление 8 с расположенными внутри датчиками динамометра УДМ-600 и установленной вилкой 7, в центрах которой размещается ролик 5, имитирующий колесо. Датчики динамометра УДМ-600 предварительно тарируются. Взаимодействие роликов обеспечивается продольной подачей суппорта станка.

Ширина площадки фиксировалась по отпечатку тонко окрашенной поверхности образца, имитирующего колесо.

Точность такого способа определяется адгезионными свойствами и дисперсностью краски. Поэтому в ее состав входили индустриальное масло и каучуковая сажа, дисперсность которой не превышает 0,01 мкм. Для повышения точности отпечаток в каждом испытании измерялся на обеих контактирующих поверхностях при помощи микроскопа МИР-3 с ценой деления шкалы 0,0448 мм. Контакт осуществлялся в двух сечениях образца. Испытания повторялись 6-8 раз и усреднялись.

Для сравнительного анализа и оценки точности и достоверности эксперимента был проведен отдельный расчет [3]. Зная радиусы кривизны поверхностей образцов в точке контакта, сделаны расчеты полуосей контура остаточной вмятины при нагружении по формулам





а)



б)

Рис. 8. Наличие неметаллических включений в рельсовой (а) и колесной (б) сталях.

(9)-(14). Разница между расчетными и экспериментальными значениями не выходит за пределы $\pm 5\%$.

Кроме того, проведены расчеты, а также построен график зависимости площади пятна контакта от значения твердости материала колеса при различных нагрузках (рис. 5). Отдельные точки — значения площади пятна контакта, найденные в ходе эксперимента.

Площадь фактического контакта зависит от микро- и макрогеометрии поверхностей, волнистости, физико-механических свойств поверхностного слоя и от нагрузки. Как видно из графика, с увеличением твердости колеса площадь пятна контакта уменьшается, и соответственно начинает расти величина контактных напряжений, превосходя предел текучести колесной стали. С увеличением нагрузки на колесо этот процесс обостряется, что приводит к уменьшению износостойкости колесной пары повышенной твердости. К тому же при контактировании трущихся тел на относительно малой площади контакта отдельные участки оказываются чрезмерно перегруженными, что способствует образованию перегретых зон и нежелательным последствиям. Если перегрев достигает температуры рекристаллизации, то разрушение такого участка неизбежно.

Увеличение нагрузки сопровождается ростом размеров площади контакта (рис. 6), а значит, контактные напряжения уменьшаются, но происходит смена видов разрушения. Квазистационарное разрушение поверхностного слоя с частицами износа до 1 мкм сменяется квазипериодическим (усталостным)

разрушением подповерхностного слоя с частицами износа свыше 30 мкм. Дальнейшее увеличение нагрузки может привести к адгезионному взаимодействию кристаллических структур сопряженных материалов, расширению зоны пластического течения под поверхностью и схватыванию [6].

По размерам пятна контакта образца колеса и рельса, согласно формулам (2)-(3), были определены наибольшие напряжения в центре эллипса касания, построен график зависимости контактных напряжений от твердости материала колеса (рис. 7).

Резкое увеличение максимальных контактных напряжений происходит при малых и средних нагрузках. В процессе эксплуатации с повышением твердости поверхностных слоев вследствие наклепа происходит дальнейшее увеличение контактных напряжений, которые превышают предел контактной выносливости, в результате чего начинается выкрашивание материала. Необходимо отметить, что контактная выносливость колесной стали резко снижается также при наличии неметаллических включений. В работе Р.С.Николаева наглядно показано, что уже после небольшого срока службы при еще не закончившемся процессе приработки возникают разрушения из-за контактной усталости таких включений, которые в последующем приводят к макроразрушению — отколу металла от поверхности [4].

Для оценки качества колесной и рельсовой сталей проведен металлографический анализ. Были взяты образцы

сталей, поверхности которых хорошо отшлифованы и отполированы. С помощью микроскопа ММУ-3 и цифровой видеокамеры сделаны фотографии с увеличением в 85 раз, которые дают полное представление о наличии нематаллических включений как в колесной, так и в рельсовой сталях (рис. 8).

Паре трения колесо – рельс свойственно наличие обычного фрикционного процесса с деформацией, тепловым воздействием, разрушением, изменением свойств поверхности и отделением частиц поверхностного слоя, а также взаимодействие с воздухом, парами жидкости (воды и смазочных материалов), гидрозолями, твердыми аэрозольными частицами разной природы и материалами, заносимыми в зону трения. К тому же площадь истинного контактирования между твердыми телами в реальных условиях в сотню и более раз меньше ее номинальной площади. В эксплуатационных условиях дисперсные загрязнения заполняют пространство между выступами твердых тел, приобретают площадь, близкую к номинальной, и воспринимают значительную часть нормальных и касательных сил, передающихся через контакт колеса и рельса. В связи с этим малейшее изменение сил взаимодействия между частицами дисперсионного слоя в результате их суммирования способно привести к значительному ухудшению свойств слоя поверхностного загрязнения и сильно повлиять на результат фрикционного взаимодействия запыленных тел.

Из приведенных исследований видно, что характеристики контакта оказывают весьма существенное влияние на эксплуатационные свойства узлов трения. Управляя характеристиками микрогеометрии и подбирая свойства материалов, можно и нужно добиваться усиления рабочего ресурса взаимодействующих между собой колеса и рельса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мартынов Н. И., Долматов А. А., Кривошеев В. Н. / Отчет 560-В-81 «Повышение прочности и надежности колесных пар». — М.: ВНИИЖТ, 1981.
2. Захаров С. М., Шур Е. А. Контактные повреждения колес и рельсов и способы их снижения // Современные проблемы взаимодействия подвижного состава и пути. — М.: Интекст, 2003.
3. Ткаченко В. П. Кинематическое сопротивление движению рельсовых экипажей. — Луганск: Изд-во Восточно-Украинского госуниверситета, 1996.
4. Николаев Р. С. Причины поломок деталей подвижного состава и рельсов. — М.: Трансжелдориздат, 1954.
5. Крательский И. В., Добычин М. Н., Комбаров В. С. Основы расчетов на трение и износ. — М.: Машиностроение, 1977.
6. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) / А. В. Чичинадзе, Э. М. Берлинер, Э. Д. Браун и др.; Под общ. ред. А. В. Чичинадзе. — М.: Машиностроение, 2003.
7. Цикунов А. Е. О контактной прочности колеса и рельса // Труды БелИИЖТ. — Гомель, 1970.
8. Дрозд М. С., Матлин М. М., Сидякин Ю. И. Инженерные расчеты упругопластической контактной деформации. — М.: Машиностроение. 1986. ●

Координаты авторов статьи (authors's addresses):
 Ражковский А. А. — 8-3812-311811
 Петракова А. Г. — petra-anna@yandex.ru



ЭКСПРЕСС-ИНФОРМАЦИЯ

ЯРОСЛАВЦЫ ВЫБИРАЮТ ТРОЛЛЕЙБУСЫ ЛИАЗ



«Группа ГАЗ» поставит десять ликинских электромашин ЛИАЗ 5280 в Ярославль на общую сумму 31 млн рублей.

Троллейбус ЛИАЗ 5280 оснащен реостатно-контакторной системой управления, комплектуется задним мостом RABA. Унифицированная агрегатная база и кузов троллейбуса позволяют использовать при техническом обслуживании запасные части как троллейбусов, так и автобусов ЛИАЗ, что значительно снижает эксплуатационные расходы.

Пресс-служба «Группы ГАЗ»





Динамические качества рельсового экипажа: сравнительный анализ



Анатолий САВОСКИН
Anatoly N. SAVOSKIN

Андрей ВАСИЛЬЕВ
Andrey P. VASSILIEV



Савоскин Анатолий Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Электрическая тяга» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).

Васильев Андрей Павлович – аспирант МИИТа.

Проверка адекватности модели колебаний четырехосной секции электровоза.

Ключевые слова: модель колебаний, электровоз, устойчивость движения.

Dynamic Features of Rail Vehicle: Comparative Analysis

Savoskin A.N. – D.Sc.(Tech.), professor of the chair Electric traction of the Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

Vassiliev A.P. – postgraduate student of MIIT.

Model verification of hunting of tetraaxial element of electric locomotive.

Key words: oscillation model, electric locomotive, motional stability.

Основной парк грузовых электровозов России составляют двухсекционные восьмиосные электровозы постоянного тока ВЛ10, ВЛ10У, а также их аналоги на переменном токе ВЛ80, ВЛ80С, ВЛ80К, ВЛ80Т. Многочисленность эксплуатируемого до сих пор парка старых серий сохраняет актуальность вопросов, связанных с эксплуатацией локомотивов в переходных режимах и улучшением их динамических качеств (ПДК).

На кафедре «Электрическая тяга» МИИТа была разработана модель горизонтальных колебаний, позволяющая выполнять исследование свободного движения, оценку устойчивости и движения в кривой четырехосной секции электровоза [2, 3]. В данной статье рассматриваются вынужденные случайные горизонтальные колебания. Для решения этой задачи к правой части уравнений колебаний отнеса и влияния колесных пар в соответствии с [2] добавляются возмущения в виде горизонтальных неровностей левой η^I и правой η^II рельсовых нитей:

$$\begin{cases} m\ddot{y}_{\text{кп}} = F_{\text{бy}}^{\text{л}} + F_{\text{бy}}^{\text{п}} + F_{\text{py}}^{\text{п}} - F_{\text{py}}^{\text{л}} - \\ - 2\Pi \frac{i_0}{s} (y_{\text{кп}} - \eta^{\text{л}} - \eta^{\text{п}}) - F_{\text{Ryкp}}^{\text{л}} - F_{\text{Ryкp}}^{\text{п}}; \\ J_z \ddot{\varphi}_{\text{зкп}} = b(-F_{\text{бx}}^{\text{л}} + F_{\text{бx}}^{\text{п}}) + 2\Pi i_0 s \varphi_{\text{зкп}} - \\ - J_y \Gamma \frac{v}{r_0} (\dot{y}_{\text{кп}} - \dot{\eta}^{\text{л}} - \dot{\eta}^{\text{п}}) - \\ - s(F_{\text{Ryкp}}^{\text{л}} - F_{\text{Ryкp}}^{\text{п}}) - M_{\text{зкp}}^{\text{л}} - M_{\text{зкp}}^{\text{п}} \\ - \mu s(F_{\text{py}}^{\text{п}} - F_{\text{py}}^{\text{л}}), \end{cases} \quad (1)$$

где $\eta^{\text{л}}, \eta^{\text{п}}$ — реализации горизонтальных эквивалентных геометрических неровностей под колесной парой на левой и правой рельсовых нитях;

$F_{\text{бy}}^{\text{л}}, F_{\text{бy}}^{\text{п}}, F_{\text{бx}}^{\text{л}}, F_{\text{бx}}^{\text{п}}$ — силы, приложенные от тележки к колесной паре;

$F_{\text{py}}^{\text{л}}, F_{\text{py}}^{\text{п}}$ — силы, приложенные от левого и правого рельса к гребням соответствующих колес при отжатии левого или правого рельса;

$F_{\text{Ryкp}}^{\text{л}}, F_{\text{Ryкp}}^{\text{п}}, F_{\text{Ryкp}}^{\text{л}}, F_{\text{Ryкp}}^{\text{п}}$ — проекции равнодействующих суммарных значений сил крипа на оси y и x для левого и правого колеса, корректируемые по нелинейной теории К.Л. Джонсона [1, с. 37];

$M_{\text{зкp}}^{\text{л}}, M_{\text{зкp}}^{\text{п}}$ — моменты сил крипа для левого правого колеса относительно вертикальной оси z .

В выражениях для продольных и поперечных скоростей движения, входящих в силы крипа и моменты этих сил, также учтено влияние неровности:

$$v_x^{\text{л}} = \dot{x}_{\text{кп}} + \frac{v i_{\text{эф}}}{r_0} (y_{\text{кп}} - \eta^{\text{л}}) - s \dot{\varphi}_{\text{зкп}}, \quad (2)$$

$$v_x^{\text{п}} = \dot{x}_{\text{кп}} - \frac{v i_{\text{эф}}}{r_0} (y_{\text{кп}} - \eta^{\text{п}}) + s \dot{\varphi}_{\text{зкп}}, \quad (3)$$

$$v_y^{\text{л}} = \chi (\dot{y}_{\text{кп}} - \dot{\eta}^{\text{л}}) + v \varphi_{\text{зкп}}, \quad (4)$$

$$v_y^{\text{п}} = \chi (\dot{y}_{\text{кп}} - \dot{\eta}^{\text{п}}) + v \varphi_{\text{зкп}}, \quad (5)$$

$$v_{\omega}^{\text{л}} = \dot{\varphi}_{\text{зкп}} + \frac{v}{r_0} \left(i_0 - \frac{i_{\text{эф}}}{R i_0} (y_{\text{кп}} - \eta^{\text{л}}) \right), \quad (6)$$

$$v_{\omega}^{\text{п}} = \dot{\varphi}_{\text{зкп}} - \frac{v}{r_0} \left(i_0 + \frac{i_{\text{эф}}}{R i_0} (y_{\text{кп}} - \eta^{\text{п}}) \right), \quad (7)$$

где $\dot{x}_{\text{кп}}$ — скорость колебаний поперечного движения колесной пары;

$i_{\text{эф}} = 0,106$ — эффективная коничность профиля бандажа криволинейного очертания;

$\chi = 1,042$ — коэффициент увеличения скорости поперечного скольжения точки контакта за счет боковой качки колесной пары.

Значение остальных параметров приведено в [2, с. 38]

Аналогично записываются уравнения колебаний отбоя и виляния для второй, третьей и четвертой колесных пар с учетом транспортного запаздывания при прохождении неровности по отношению к первой колесной паре.

Реализации случайных горизонтальных неровностей $\eta^{\text{л}}$ и $\eta^{\text{п}}$ рельсовых нитей генерировались на ЭВМ по программе, разработанной на кафедре «Электрическая тяга» методом скользящего суммирования. Исходная функция спектральной плотности геометрической неровности пути в плане была принята в соответствии с [4, с. 9] в виде

$$G_{\eta}(\omega, v) = \frac{S_{\eta}^2}{2\sqrt{\pi}} \frac{1}{\alpha \cdot v} \left\{ \exp \left[-\frac{(\omega + \beta \cdot v)^2}{4\alpha^2 v^2} \right] + \exp \left[-\frac{(\omega - \beta \cdot v)^2}{4\alpha^2 v^2} \right] \right\}, \quad (8)$$

где S_{η}^2 — дисперсия эквивалентной геометрической неровности; ω — круговая частота; α и β — параметры.

Поскольку нелинейная система уравнений, описывающая горизонтальные колебания, по-разному реагирует на конкретное сочетание амплитуд и частот реализаций возмущений, то для оценки влияния этого эффекта на горизонтальные колебания четырехосной секции электровоза генерировались 64 реализации возмущений при различных значениях начального числа датчика случайных чисел. Каждая реализация возмущения генерировалась с шагом временной дискретизации $\Delta t = 0,001$ с и длительностью 32,762 с, что соответствует числу точек $32762 = 2^{15}$, которое необходимо для реализации алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ), требующего для своей работы 2^n точек.

Результаты исследования вынужденных случайных горизонтальных колебаний в виде спектральных плотностей отбоя первой по ходу движения колесной пары, полученных для каждой из 64 реализаций возмущений, при-



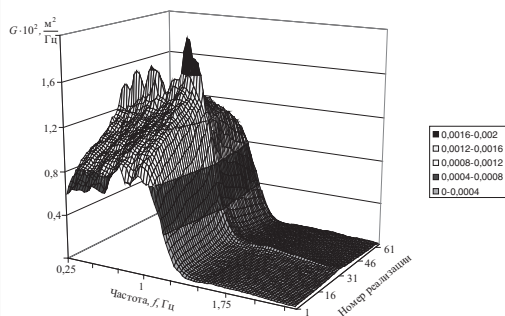


Рис. 1. Результаты исследования вынужденных случайных горизонтальных колебаний в виде спектральных плотностей отбоя первой по ходу движения колесной пары.

ведены на рис. 1 при $v = 100$ км/ч. Как можно заметить, различные реализации возмущений вызывают значительные изменения спектральной плотности в диапазоне частот от 0,25 до 1,25 Гц. Здесь 0,25 Гц — низшая частота исследуемого случайного процесса. Для обеспечения необходимой точности определения данной частоты длительность реализации необходимо определять по выражению

$$t_p = \frac{25}{\pi f_n} \quad (9)$$

Расчет по формуле (9) при $f_n = 0,25$ Гц дает длительность реализации $t_p = 31,83$ с. Однако, как было отмечено ранее, в расчете длительность реализации была увеличена до 32,762 с, что необходимо для алгоритма БПФ.

Наибольшая ордината спектральной плотности соответствует реализа-

ции №32 и эта реализация в дальнейшем использовалась для оценки максимальных значений ПДК.

Динамические качества оценивались по величинам: рамных сил; поперечных перемещений тележки относительно кузова; показателя плавности хода в кабине машиниста для горизонтальных колебаний.

ПДК, полученные по результатам математического моделирования движения секции электровоза ВЛ10У, сравнивались с результатами комплексных динамических испытаний электровоза ВЛ10У-001, которые проводились на полигоне Белореченская — Майкоп в 1978 году. Кроме того, производилась проверка указанных ПДК на соответствие значениям, указанным в нормах на динамические качества [5]. При этом максимальные значения рамных сил, поперечных перемещений тележки относительно кузова и горизонтальных ускорений в кабине машиниста определялись как средние значения абсолютных максимумов соответствующих случайных процессов [6, с. 65]. Коэффициент плавности хода рассчитывался по методике, изложенной в [7].

Значения ПДК, полученные при комплексных динамических испытаниях электровоза ВЛ10У-001 и при моделировании на скоростях 60, 90, 100 и 120 км/ч, сведены в таблицу 1. По этим данным для наглядности построены графики зависимостей ПДК от скорости движения как по результатам испытаний, так и по результатам моделирования.

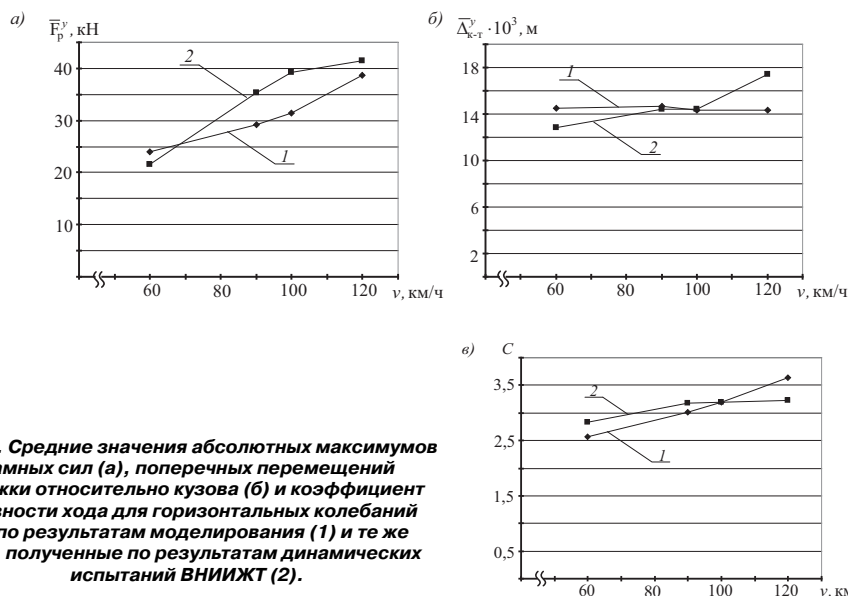


Рис. 2. Средние значения абсолютных максимумов рамных сил (а), поперечных перемещений тележки относительно кузова (б) и коэффициент плавности хода для горизонтальных колебаний (в) по результатам моделирования (1) и те же ПДК, полученные по результатам динамических испытаний ВНИИЖТ (2).

Анализ (рис. 2) показывает, что максимальное расхождение расчетных величин рамных сил, перемещений тележки относительно кузова и коэффициента плавности хода с результатами динамических испытаний не превышает 20%. Такая погрешность может быть обусловлена отличием в горизонтальных неровностях конкретного участка с моделируемым, а также индивидуальными особенностями испытуемого электровоза ВЛ10У-001, т.е. отклонением параметров рессорного подвешивания данного электровоза в большую или меньшую сторону, и является допустимой.

Помимо сравнения с результатами динамических испытаний выполнялась и проверка по нормативным критериям устойчивости пути против сдвига в плане и по устойчивости колеса против схода с рельсов. Показатель плавности хода сравнивался с нормативной величиной, приведенной в [5].

Проверка нормативных условий по устойчивости пути [5] осуществлена по величине рамной силы, допустимое значение которой определялось по известной формуле

$$[F_p] \leq 0,4(0,3)2П, \quad \text{т. е. для ВЛ10У } [F_p] \leq 100(75) \text{ кН.} \quad (10)$$

Значение в скобках приведено для пути с гравийным и песчаным балластом. Скорость движения на этом пути может быть ниже назначенной в ТЗ.

Исходя из условий безопасности движения по устойчивости колеса против схода с рельсов [6, с. 37], значение максимально допустимой рамной силы

$$[F_p] = [F_6] - \mu_{тр} П = 1,14П - \mu_{тр} П = 1,14 \cdot 125 - 0,2 \cdot 125 = 117,5 \text{ кН,} \quad (11)$$

Среднее значение абсолютных максимумов расчетной величины рамной силы не превышает 38,72 кН при движении со скоростью 120 км/ч, т.е. эти силы меньше допустимого значения, определяемого по формулам (10) и (11).

По результатам динамических испытаний, проведенных ВНИИЖТ, максимальное значение рамной силы не превышает 41,5 кН при движении со скоростью 120 км/ч. Эти величины также не превышают допустимого значения (10) и (11).

Максимальные расчетные величины рамной силы, полученные как по

результатам динамических испытаний, так и по результатам расчета, опять же не превышают допустимого значения рамной силы по устойчивости колеса против схода с рельсов, определяемого выражением (11).

Кроме того, проводилось сравнение показателя плавности хода в кабине машиниста для горизонтальных колебаний с нормативным его значением, приведенным в [5].

Максимальные значения показателя плавности хода при $v=120$ км/ч (рис. 2), полученного как по результатам математического моделирования ($C=3,64$), так и по результатам динамических испытаний ($C=3,22$), не превышают допустимого $C=3,75$.

По итогам проведенного сопоставления расчетных и экспериментальных данных можно сделать вывод о достаточной адекватности разработанной модели горизонтальных колебаний электровоза ВЛ10 реальному электровозу. Математическая модель позволяет исследовать показатели динамических качеств рельсового экипажа при вынужденных горизонтальных колебаниях и производить оценку колебательных процессов в механической части подвижного состава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фундаментальные проблемы динамики и прочности подвижного состава: Сб. науч. тр. Вып. 912. — М.: МИИТ, 1997. — 103 с.
2. Вестник МИИТа//Научно-технический журнал. — Вып. 17.: МИИТ, 2007.
3. Вестник МИИТа//Научно-технический журнал. — Вып. 18.: МИИТ, 2008.
4. Анатолий Савоськин, Виктор Кочергин, Александр Поляков. Вертикальные и горизонтальные возмущения на рельсовом полотне//Мир транспорта. — 2005. — № 4.
5. Нормы для расчета и оценки прочности несущих элементов, динамических качеств и воздействия на путь экипажной части локомотивов железных дорог МПС РФ колеи 1520 мм. — М., 1998. — 145 с.
6. Механическая часть тягового подвижного состава: Учебник для вузов ж.-д. трансп. / И.В. Бирюков, А.Н. Савоськин, Г.П. Бурчак и др.; Под ред. И.В. Бирюкова. — М.: Транспорт, 1992. — 440 с.
7. ОСТ 24.050.16-85 «Вагоны пассажирские. Методика определения плавности хода»
8. Электровозы ВЛ10 и ВЛ10У. Руководство по эксплуатации / Под ред. О.А. Кикнадзе. — М.: Транспорт, 1981. — 519 с.

Координаты авторов статьи (authors' addresses):
Савоськин А.Н. — 8-495-6842441
Васильев А.П. — 8-495-6842233
elmechtrans@mail.ru





Длиннобазные платформы для контрейлерных перевозок



Владимир КОБИЩАНОВ
Vladimir V. KOBISCHANOV

Дмитрий АНТИПИН
Dmitry Ya. ANTIPIN



Марина СУДАРЕВА
Marina V. SUDAREVA

Кобищанов Владимир Владимирович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Вагоны» Брянского государственного технического университета.
Антипин Дмитрий Яковлевич – кандидат технических наук, доцент той же кафедры.
Сударева Марина Владимировна – аспирант БГТУ.

Обоснование конструкции платформы для перевозки автопоездов европейского стандарта, туристических автобусов, другой колесной техники, а также штучных грузов размером 17×2,6×4 м.

Ключевые слова: вагон-платформа, ферменная конструкция, автопоезд, крупнотоннажные контейнеры.

Long-wheelbase Flat-wagon for Contrailer Conveyance

Kobishchanov V. V. – D.Sc. (Tech.), professor, head of the chair in carriages and cars of Bryansk State Technical University. **Antipin D. Ya.** – Cand.Sc. (Tech.), associate professor at the same chair.

Sudareva M. V. – postgraduate student.

Study on design of long-wheelbase flat-wagon to carry articulated truck of European standard, tourist buses, other wheeled vehicles, as well as piece goods with the dimensions 17x2,6x4 m.

Key words: flat-wagon, truss device, articulated truck, large-tonnage container.

Комбинированные автомобильно-железнодорожные перевозки являются одним из перспективных способов сухопутной транспортировки грузов. Контрейлерная перевозка сочетает оперативность и маневренность автомобильного транспорта с надежностью и безопасностью железнодорожного. Основное отличие от привычных автоперевозок заключается в том, что автопоезд передвигается на далекое расстояние не по шоссе, а по железной дороге со скоростью товарного поезда. По прибытии в пункт назначения железнодорожного состава автопоезд своим ходом доставляет груз до заказчика, что обеспечивает принцип доставки "от двери до двери". Такой вид перевозок в конечном счете позволяет добиваться оптимальной себестоимости транспортных услуг.

В европейских странах первые международные перевозки автопоездов с грузом на специализированных железнодорожных платформах состоялись более 30 лет назад. На регулярной основе они осуществляются транспорт-

ными компаниями более двух десятков лет. Во многих странах контрейлерные поезда уже стали частью логистических схем доставки грузов. Причем в ряде случаев контрейлерная технология является неотъемлемой частью маршрута из-за действующих ограничений экологического и иного характера, касающихся автомобильных перевозок.

В России на данный момент отсутствует подвижной состав, позволяющий осуществлять контрейлерные перевозки. Поэтому актуальным стало создание длиннобазной платформы для перевозки автопоездов стандарта Евро-4 и крупнотоннажных контейнеров. Грузоподъемность такой платформы в четырехосном исполнении определяется из условия транспортировки трех полностью загруженных двадцатифутовых контейнеров весом 72 тонны.

Достижение указанной грузоподъемности связано с необходимостью снижения тары вагона, что остается одной из важнейших задач вагоностроительной промышленности. В традиционных конструкциях платформ для перевозки крупнотоннажных контейнеров обвязки выполняются из массивных балок, высота поперечного сечения которых достигает 1 м. Применение подобных балок приводит к значительному увеличению массы тары вагона, что в свою очередь накладывает ограничения на массу перевозимых грузов в рамках фиксированных нормативами нагрузки на ось.

Группой наших специалистов спроектирована четырехосная платформа для перевозки автопоездов и крупнотоннажных контейнеров грузоподъемностью 72 т с нагрузкой от колесной пары на рельсы 23,5 т/ось. При этом предложено заменить массивные обвязки рамы платформы на ферменные конструкции, достоинством которых является относительно низкий вес при высокой жесткости. Рассмотрен ряд вариантов структурных схем конструкций рам с различным расположением ферм.

Основной недостаток конструкции с нижним расположением ферм — сложность обеспечения прочности, так как уровень напряжений зависит от высоты фермы, которая ограничена условием вписывания платформы

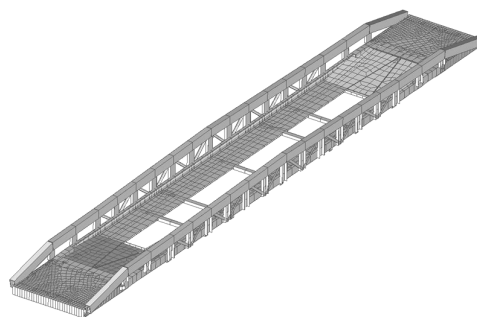


Рис. 1. Конечнорамная модель платформы.

в габарит по нижнему очертанию. Прочность конструкции с двумя фермами (верхней и нижней) достигается при относительно небольших размерах поперечных сечений элементов ферм, но она одновременно трудоемка и сложна в исполнении по сравнению с вариантом с одной фермой, и это тоже существенный недостаток. Анализ всех рассматривавшихся вариантов показал, что наиболее приемлемым следует считать вариант с верхним расположением фермы. Прочность такой конструкции обеспечивается за счет возможности варьирования высоты фермы при увеличении размеров поперечных сечений.

Принят вариант исполнения фермы переменной высоты для улучшения восприятия рамой вертикальной нагрузки. Выбор профилей элементов фермы осуществлялся методом перебора, при этом в качестве критерия принимался наименьший вес несущей системы платформы при обеспечении ее прочности. Оценка напряженно-деформированного состояния конструкций выполнялась с помощью пластинчато-стержневой схемы метода конечных элементов.

Особенностью предложенной конструкции платформы является понижение уровня пола в средней ее части, необходимое для вписывания вагона с установленным на нем автопоездом в габарит подвижного состава $T_{пр}$ по ГОСТ 9238-83. Угол наклона понижающихся плоскостей выбран исходя из возможности погрузки и выгрузки автопоездов и другой колесной техники своим ходом и обеспечения их сквозного проезда вдоль железнодорожного состава. При перевозке автопоезда передние колеса тягача опираются



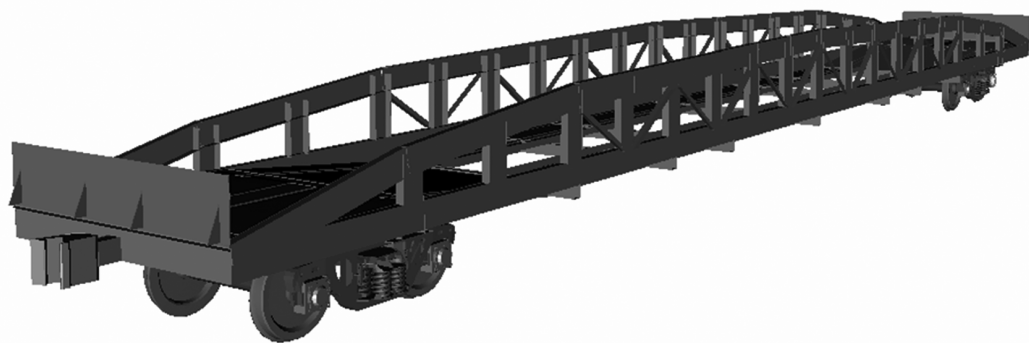


Рис. 2. Динамическая модель платформы.

на наклонный участок рамы. Длина плоской пониженной части пола выбрана с учетом того, что при установленном на платформе автопоезде максимально возможной длины концевая часть полуприцепа нависает над наклонной частью пола в пределах минимального расстояния от самой нижней точки кузова полуприцепа до плоскости пола. В средней части платформы отсутствует хребтовая балка и основными несущими элементами, воспринимающими продольные нагрузки, становятся боковые обвязки рамы.

Лист пола на длине базы вагона подкреплен продольными и поперечными балками. Платформа оборудована откидными фитингами, которые в нерабочем положении не препятствуют сквозному проезду колесной техники, а в рабочем дают возможность перевозки крупнотоннажных контейнеров в различных сочетаниях. На конструкцию платформы получено разрешение о выдаче патента на полезную модель № 2006139392/22(042943) от 7.11.2006 года.

Конечноэлементное моделирование рамы выполнялось на основе геометрической модели путем ее автоматического разбиения. Модель рамы платформы выполнена в виде пластинчато-стержневой схемы, в которой все балки конструкции моделируются стержневыми элементами с постоянными по длине размерами сечений, лист пола — пластинчатыми элементами (рис. 1). Схема состоит из 2567 элементов, соединенных в 2088 узлах, и имеет около 12530 степеней свободы.

Оценка прочности производилась по двум расчетным режимам, рекомендованным принятыми отраслевыми нормами [1]. В качестве вертикальной нагрузки от перевозимого веса рассматривались три варианта: автопоезд с полной массой 44 т, два сорокафутовых контейнера (62 т) и три двадцатифутовых контейнера (72 т). Силы, действующие от контейнеров, приложены к раме в местах их опирания на фитинги. Для определения сил, действующих от автопоезда на раму платформы, произведен расчет распределения его полной массы по осям. Точки приложения сил располагаются ориентировочно в местах опирания шин на лист пола. Результаты расчетов показали, что прочность конструкции обеспечена при каждом из вариантов загрузки.

Выполнялась оценка динамических показателей платформы на основе математического моделирования движения вагона по реальным неровностям пути с использованием программы моделирования динамики систем тел «Универсальный механизм» [2]. С помощью модуля ввода данных UM Input на базе исходных данных о геометрических, инерционных и силовых характеристиках элементов конструкции вагона идет формирование его расчетной схемы. Включением в процесс динамической модели программный комплекс обеспечивает автоматическую генерацию уравнений движения вагона. Моделирование движения вагона проводится с использованием модуля UM Simul, осуществляющего интегрирование полученных уравнений движения.

Динамическая модель платформы состоит из кузова вагона, соединенного с двумя моделями тележек (рис. 2). Динамическая модель тележки, разработанная в [3], применяется как готовая подсистема. В расчетной схеме кузов платформы представляется в виде абсолютно твердого тела, обладающего шестью степенями свободы с реальными инерционными и геометрическими характеристиками.

Расчетная схема автопоезда состоит из абсолютно твердых тел, моделирующих соответственно тягач и полуприцеп и связанных между собой шарниром с одной вращательной степенью свободы (седельное устройство). В схеме учитывается работа пневматических шин и подвешивание автопоезда как упруго-диссипативных элементов.

При моделировании для колес тележки принимается исходный стандартный конический профиль неизношенного колеса — ГОСТ 9036-88. Профиль рельса соответствует новому (неизношенному) рельсу типа Р65 (исполнение I) — ГОСТ 11018-87. Упруго-диссипативные характеристики верхнего строения пути ориентированы на рельсы типа Р65, уложенные на деревянные шпалы и щебеночный балласт, для летнего периода при хорошем состоянии пути.

В ходе моделирования рассматривались движение вагона по прямому участку пути со скоростью 120 км/ч, в кривом участке пути радиусом 500 м со скоростью 80 км/ч и прохождение стрелочного перевода 1/11 со скоростью 30 км/ч. Макрогеометрия кривого участка пути в плане определялась в соответствии с [4].

В результате проведенных исследований были зафиксированы изменения вертикальных и горизонтальных ускорений кузова, сил отжатия рельса в поперечном направлении и мощности сил трения на гребне и по кругу катания колеса. Сопоставление первых трех полученных динамических показателей с допустимыми нормативными величинами показывает, что динамические качества проектируемой платформы могут быть оценены как «хорошие».

Рис. 3 для примера иллюстрирует графики изменения мощности сил трения по гребню колеса на прямом

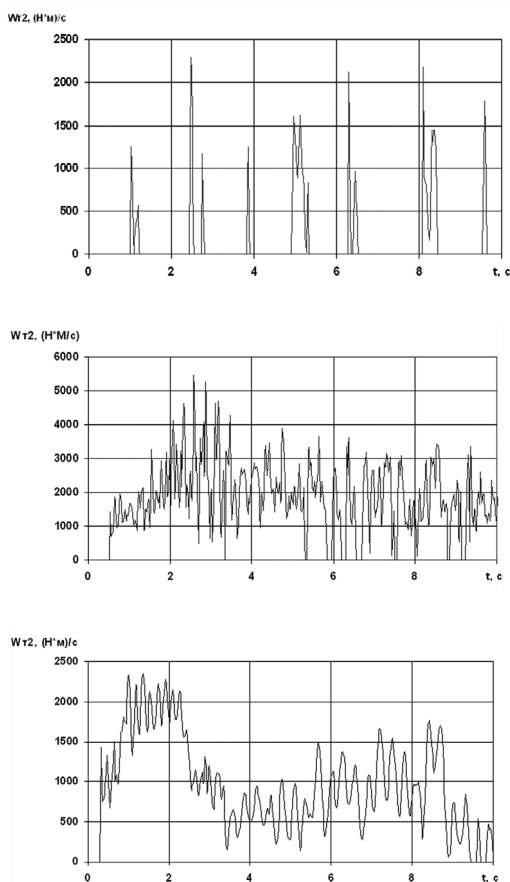


Рис. 3. Мощности сил трения по гребню колеса:
а – на прямом участке пути, $V=120$ км/ч;
б – в кривой $R=500$ м, $V=80$ км/ч;
в – противоположное прохождение стрелочного перевода 1/11, $V=30$ км/ч.

и кривом участках пути и на стрелочном переводе. Этот параметр определяет износ гребней колес и рельсов. Следует заметить, что на прямом участке пути прослеживается разрывность графиков мощности сил трения из-за периодичности касания гребня колеса с головкой рельса при влипании колесной пары. В кривом участке пути процесс на рассматриваемой временной реализации 10 с является непрерывным. При движении по стрелочному переводу наибольшие значения мощности сил трения характерны для первоначального момента взаимодействия колеса с острием.

Разработанная конструкция платформы может осуществлять перевозку автопоездов европейского стандарта, туристических автобусов, другой колесной техники, а также штучных грузов размером $17 \times 2,6 \times 4$ м без оформления





негабаритности; она имеет пониженную массу тары при повышенной грузоподъемности.

Экономическое обоснование целесообразности контрейлерной схемы сделано на примере перевозки автопоезда европейского стандарта массой 44 т на специализированной платформе. Выполнен расчет показателей сравнительной и абсолютной экономической эффективности контрейлерной перевозки на участке движения Брест — Москва протяженностью 1044 км. Расстояние определено с использованием справочника кратчайших расстояний от основных грузообразующих пунктов до пунктов перехода границы [5]. Сравнение осуществлялось с традиционной автомобильной перевозкой. Учитывая различный объем работ перевозчика по сравниваемым вариантам, для расчета использовался показатель удельных затрат на единицу транспортной работы — 1 ткм.

Для автоперевозчика удельные затраты на перевозку груза определялись на основе нормативного метода [6]. При расчете учитывались такие статьи расходов, как затраты на топливо, затраты на смазочные материалы, затраты на текущий ремонт, затраты на восстановление и износ шин, затраты на полное восстановление подвижного состава, затраты на приобретение таможенных документов, затраты на «квартирные», на заработную плату водителей. Определялись расходы на контрейлерную перевозку методом расходных ставок. Расчет удельных затрат выполнен путем

нахождения измерителей. Для вычисления суммы затрат значения измерителей умножались на соответствующую расходную ставку и суммировались.

Расчеты показали, что себестоимость одного тонно-километра для контрейлерной перевозки составляет около 50% от удельных затрат автоперевозчика на том же транспортном плече. Абсолютная экономическая эффективность контрейлерной перевозки подтверждена экономическим эффектом, рассчитанным на годовой объем перевозок железнодорожного транспорта по приведенным затратам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормы для расчета и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). — М.: ВНИИВ-ВНИИЖТ, 1983. <http://umlab.ru>.
2. Снижение силового взаимодействия подвижного состава и пути: моделирование, эксперименты, технические решения и технологии / Коссов В.С., Добрынин Л.К., Чаркин В.А. и др. // Visnic of the east Ukrainian national university named in memory of Vladimir Dal. — 2005. — № 8.
3. РД 32.68-96 «Расчетные неровности железнодорожного пути для использования при исследованиях и проектировании пассажирских и грузовых вагонов». — М.: ВНИИЖТ, 1997.
4. Справочник кратчайших расстояний от основных грузообразующих пунктов до пунктов перехода границы. — М.: АСМАП, 1994.
5. Домнина С.В. Особенности определения затрат при выполнении международных перевозок автомобильным транспортом (методические рекомендации). — М.: АСМАП, 1998. ●

Координаты авторов статьи (authors' addresses):
Кобищанов В.В. — wagon@tu-bryansk.ru
Антипин Д.Я. — adya24@rambler.ru
Сударева М.В. — 8-4832-560466



РЕЗЮМЕ

В статье брянских авторов подчеркивается острая актуальность разработки конструкций для контрейлерных перевозок. Без длиннобазных вагонов-платформ этот вид транспортировки грузов в комбинации с автопоездами, разумеется, невозможен. А значит — тормозится развитие современных перевозочных технологий и снижается конкурентоспособность российских транспортных компаний. Но при всей очевидности самой проблемы здесь бросается в глаза и по-

своему удивляет другое: почему только сейчас (в отличие от зарубежных коллег) у нас наконец повернулись лицом к заказам, сулящим такую большую экономическую выгоду автомобилистам и железнодорожникам?

Столь обобщенно формулируемый вопрос уместен как раз потому, что касается и всех остальных отстающих от нынешнего дня наших научных и технологических разработок в области транспорта. И об этом тоже пора говорить с должной тревогой и строгостью.



ЗАТРАТНАЯ ДОЛЯ 72

Транспортные расходы любят оптимум. Но зависят от ценовой и тарифной политики.

ПАРТНЕРСТВО 76

В стратегии сотрудничества каждая страна находит собственную выгоду.



СЕТЕВОЙ БИЗНЕС 80

Нанопрорыв трансформирует не только товарные ценности.

PART OF COSTS 72

Transport costs like optimum, but depend on pricing and tariff policy.



PARTNERSHIP 76

Every country finds its own interest in developing cooperation.

NETWORKED BUSINESS 80

Advance of nanotechnology transforms many other things besides commodities.

ЭКОНОМИКА





Оптимизация транспортной составляющей



АНТОН РЫШКОВ

Anton V. RYSHKOV

Степень влияния транспортной составляющей на конечную цену товара. Тарифные зависимости при оптимизации экономических затрат на грузоперевозки.

Ключевые слова: транспортная составляющая, тарифы, расчет цены.

Optimization of Transportation Constituent of Costs

Ryshkov A. V. –
Cand.Sc. (Econ.), deputy chief of
the Department of economic market
conditions and strategic development of
JSC Russian railways.

*The degree of the impact of transportation
constituent on final price of the article.
Rate dependencies and optimization of
economic shipping costs.*

Key words: transportation costs, rates,

Рышков Антон Владимирович –
кандидат экономических наук, заместитель
начальника Департамента экономической
конъюнктуры и стратегического развития
ОАО «РЖД».

Уровень транспортной составляющей в конечной цене перевозимой продукции — показатель, наиболее точно отражающий тарифную нагрузку транспорта на товаропроизводителя.

Оценка транспортной составляющей зависит от уровня тарифа на перевозимые товары и направления перевозки, а также от конечной средневзвешенной цены перевозимого товара в пункте потребления.

Расходы на транспортировку груза, как правило, включают не только участие какого-либо вида транспорта, но и такие элементы транспортного обслуживания, как:

- подготовка товаров к транспортировке на складе;
- упаковка и хранение грузов;
- погрузочно-разгрузочные работы;
- непосредственная транспортировка грузов посредством тех или иных видов перевозки;
- оплата таможенных пошлин, налогов и сборов;
- страхование грузов и т. д.

Обобщающим (результативным) показателем является уровень транспортной составляющей в цене продук-

ции (ТС, %), а основными факторами, влияющими на изменение резуль- тативного показателя, выступают:

- дальность перевозок (L, км);
- цена перевозимого товара (Ц, руб./т);
- тариф, взимаемый за перевозку (Т, руб./т).

Уровень транспортной состав- ляющей оценивается по трем видам сообщения: внутригосударственное, экспорт через припортовые станции и экспорт через погранпереходы. По каждому виду сообщения оценка может производиться в разрезе ук- рупненных номенклатурных групп грузов:

- уголь каменный,
- кокс каменноугольный,
- нефтяные,
- руды всякие,
- черные металлы,
- лесные,
- минерально-строительные,
- удобрения,
- хлебные.

Расчет уровня транспортной составляющей по видам сообщения в ряде случаев имеет специфические особенности. При этом оценка должна делаться исходя из средневзвешенно- го тарифа и средневзвешенной цены. «Взвешивать» оба этих показателя следует по ряду признаков:

- по времени, когда необходимо учесть изменение цены по меся- цам;
- по объему перевозок, чтобы учесть различный объем перевозки от ме- сяца к месяцу при прочих равных условиях;
- по корреспонденции перевозок, чтобы учесть зависимость цены и объемов перевозки одного и того же груза от корреспонденции пе- ревозок (страны Европы, страны АТР, порты Северо-Западного бассейна, порты Дальневосточ- ного бассейна и порты Южного бассейна);
- по дальности перевозки – здесь бе- рут во внимание только тариф.

При оценке уровня транспортной составляющей по видам сообщения – по всем грузам за ряд месяцев – следует использовать следующую формулу:

$$\overline{TC}_n^m = \frac{\overline{T}_n^m}{\overline{Ц}_n^m} \cdot 100, \quad (1)$$

где $\overline{TC}_n^m$ – средний уровень транс- портной составляющей по всем укруп- ненным группам грузов в n периоде по виду сообщения m, %;

$\overline{T}_n^m$ – средневзвешенный тариф в n периоде по виду сообщения m, руб./т;

$\overline{Ц}_n^m$ – средневзвешенная конечная цена по всем группам грузов по m виду сообщения в n периоде, руб./т;

m – вид сообщения или коррес- понденции перевозок: «э» – экспорт (назначением на сухопутные погран- переходы РФ – «эс», на припортовые станции РФ – «эп»), «в» – внутренние перевозки.

Для оценки тарифной нагрузки, которую несет российский товаропро- изводитель при транспортировке своей продукции внутри государства, приме- няется формула:

$$\overline{TC}_n^e = \frac{\overline{T}_n^e}{\overline{Ц}_n^e + \overline{T}_n^e} \cdot 100, \quad (2)$$

где $\overline{TC}_n^e$ – уровень транс- портной составляющей при перевозках во внутригосударственном сообщении в n периоде;

$\overline{T}_n^e$ – средневзвешенный тариф в n периоде во внутригосударственном сообщении;

$\overline{Ц}_n^e$ – средневзвешенная от- пускная цена перевозимого товара в n периоде (за период рассчитывается аналогично формуле (5), где $\overline{Ц}_i^m$ – от- пускная цена перевозимого товара в i-м месяце).

Для определения уровня транс- портной составляющей при перевозке основной номенклатуры грузов на экс- порт применяется формула:

$$\overline{TC}_n^e = \frac{\overline{T}_n^e}{\overline{Ц}_n^e} \cdot 100, \quad (3)$$

где $\overline{TC}_n^e$ – средний уровень транс- портной составляющей при перевозках на экспорт;





$\overline{T_n^p}$ — средневзвешенный тариф в периоде n ;

$\overline{C_n^p}$ — средняя экспортная цена (DAF, FOB) в n периоде.

При этом:

C_{FOB} — цена на условиях поставки "франко борт судна", включает в себя доставку до порта и погрузку на борт судна. Цена FOB является наиболее приемлемой для расчета уровня транспортной составляющей при перевозках в направлении *припортовых станций*.

C_{DAF} — цена на условиях поставки "товар поставлен на границу", включает в себя стоимость товара перед пунктом таможенного контроля на границе. То есть цена DAF имеет в виду цену поставщика и стоимость транспортировки до *погранперехода*.

Расчет уровня транспортной составляющей в номенклатурной группе груза, а также для отдельного груза внутри группы производится аналогично представленному в формуле (1).

В случае, если доля какого-то одного груза занимает долю более 65% в номенклатурной группе, целесообразно полученный уровень транспортной составляющей по грузу приравнять к уровню транспортной составляющей всей укрупненной номенклатурной группы перевозимых грузов.

Дальность перевозок принимается средней для каждого груза в номенклатурной группе грузов по видам сообщения, в том числе в экспортных перевозках по направлениям (на припортовые станции и пограничные переходы) за определенный период года.

Средневзвешенный тариф рассчитывается аналогично средневзвешенной цене.

Для определения уровня транспортной составляющей в конечной цене перевозимой продукции за определенный период года могут применяться два варианта расчета. Отличие заключается в выборе показателя тарифа. Например, при перевозках железнодорожным транспортом.

При **первом варианте** используется тариф, рассчитанный по сумме провозной платы, приходящейся на единицу объема при экспортных перевозках и уровне доходной ставки во внутригосударственных

перевозках. В данном случае фигурирует показатель начисленной провозной платы на сложившиеся конкретные условия перевозок по данной номенклатурной группе грузов и в данном виде сообщения.

При **втором варианте** используется тариф, рассчитанный на разные условия перевозок груза: при отправлении группой вагонов (3-5), в вагонах общего парка ОАО «РЖД», при статической нагрузке не ниже минимальной весовой нормы загрузки вагонов.

Этот вариант расчета дает возможность определить уровень транспортной составляющей при перевозках на единых условиях для грузов и видов сообщений (внутригосударственных и экспортных перевозок по направлениям).

Для расчетов и анализа принимается первый вариант, так как он отражает действительные условия перевозок. Тарифный показатель в данном случае учитывает класс груза, схему расчета провозной платы, род подвижного состава, принадлежность подвижного состава, имеющиеся тарифные льготы, повышающие коэффициенты на тарифные условия, маршрутизацию перевозок.

Второй вариант целесообразно использовать при оценке уровня транспортной составляющей для перспективных перевозок, где не определены их конкретные условия (используемый парк вагонов, уровень маршрутизации, статическая нагрузка и др.).

Для оценки уровня транспортной составляющей в конечной цене товаров необходима дифференциация этой цены по направлениям перевозки товаров с целью дальнейшего «взвешивания» в соответствии с объемами отправленных тонн по тем или иным направлениям.

Дифференциацию экспортной цены следует проводить по следующим группам.

Сухопутные погранпереходы:

- назначением на страны Азиатско-тихоокеанского региона (АТР);
- назначением на страны Европы.

Припортовые станции:

- назначением на порты Северо-Западного бассейна;
- назначением на порты Южного бассейна;
- назначением на порты Дальневосточного бассейна.

Средневзвешенная экспортная цена рассчитывается исходя из экспортной цены на груз в долларах США за тонну, объема отправленного груза на экспорт и среднего курса доллара США за рассматриваемый период.

Для расчета **средневзвешенной цены груза**, входящего в укрупненную группу грузов **за месяц**, следует использовать формулу:

$$\overline{C}_i^m = K_i \cdot \sum (\alpha_{ij} \cdot C_{ij}), \quad (4)$$

где $\overline{C}_i^m$ – средневзвешенная цена груза за месяц по виду сообщения m , руб./т; i – месяц; j – корреспонденция перевозок или признак отделения назначения РФ (сухопутные погранпереходы на страны АТР, припортовые станции на порты Северо-Западного бассейна и т.п.); K_i – среднемесячный курс доллара США, руб./доллар; α_{ij} – доля отправленных тонн по j корреспонденции, %; C_{ij} – экспортная цена груза за тонну в i месяце на j корреспонденции перевозок, \$/т.

Для расчета **средневзвешенной цены груза** (либо группы груза, либо всех перевезенных тонн) **за период** используется другая формула:

$$\overline{C}_n^m = \sum_{i=1}^n (\beta_i^m \cdot \overline{C}_i^m), \quad (5)$$

где $\overline{C}_n^m$ – средневзвешенная цена груза за n период по виду сообщения m , руб./т; β_i^m – доля отправленных тонн груза (группы груза или всех перевезенных тонн) в i месяце, %.

Для расчета уровня транспортной составляющей по укрупненным группам груза следует "взвешивать" среднюю их цену на объемы перевезенных тонн отдельных грузов внутри группы. За период (в т.ч. месяц) расчет аналогичен: в формуле (5) вместо β будет уже доля груза в группе – γ . Для расчета средневзвешенной цены по всем группам груза следует «взвешивать» цену по структуре перевезенных тонн по укрупненным группам (7).

$$\overline{C}_\gamma^m = \sum_{i=1}^n (\gamma_{i(n)}^m \cdot \overline{C}_{n(i)}^m), \quad (6)$$

где $\overline{C}_\gamma^m$ – средневзвешенная цена группы груза за период по виду сообщения m , руб./т;

$\gamma_{i(n)}^m$ – доля отправленных тонн груза в группе за период по виду сообщения m , %; i – месяц; n – период.

$$\overline{C}_\chi^m = \sum_{i=1}^n (\chi_{i(n)}^m \cdot \overline{C}_i^m), \quad (7)$$

где $\overline{C}_\chi^m$ – средневзвешенная цена группы груза за период по виду сообщения m , руб./т; $\chi_{i(n)}^m$ – доля отправленных тонн группы грузов в общем объеме отправленных тонн за период по виду сообщения m , %; i – месяц; n – период.

Значение транспортной составляющей целесообразно рассматривать с двух сторон: грузоотправителя и перевозчика.

Для **грузоотправителя** величина транспортной составляющей является элементом затрат в цепи ценообразования на продукцию в пункте потребления. Поэтому ее минимизация на конкретном маршруте или выбор наименьшей транспортной составляющей на нескольких альтернативных маршрутах перевозки грузов (*например, экспортные перевозки в европейские страны через морские порты Северо-Западного бассейна или через сухопутные погранпереходы*) приводит к изменению структуры грузопотоков на сети железных дорог.

С другой стороны, **перевозчик**, исходя из фактической загрузки сети и наличия ограничений пропускных и провозных способностей, может использовать транспортную составляющую в качестве инструмента оптимизации международных грузопотоков. Таким образом, введение тарифных спецставок на корреспонденции перевозок отдельных грузов или непроведение индексации тарифов на перевозки через порты/погранпереходы позволяют обеспечивать равномерную грузонапряженность сети железных дорог.



©Координаты автора статьи (author's address):
Рышков А.В. – ryshkow@rambler.ru



Потенциал стратегического партнерства



Андрей РАППОРТ

Andrey V. RAPPOPORT

Раппорт Андрей Валерьевич – кандидат исторических наук, доцент Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).

Перспективы развития транспортной системы Финляндии и России. Скандинавские суперпроекты. Идеи квазиконвейерного транспорта.

Ключевые слова: перспективное планирование, международная транспортная сеть.

The Potential of Strategic Partnership

Rapoport A.V. – Cand.Sc. (History), associate professor at Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

The prospects of development of transport system of Russia and Finland. Scandinavian superprojects. The ideas on quasi conveyor transportation.

Key words: advanced planning, international transport network.

Географическое положение России на двух материках обуславливает ее связующую роль в торговых взаимоотношениях Европы и Азии. По территории страны проходит самый выгодный для партнеров трансконтинентальный сухопутный мост. Формирование и развитие инфраструктуры международных транспортных коридоров в этой зоне должно способствовать росту внешнеторговых перевозок, в том числе и за счет заинтересованности зарубежных грузоотправителей и пассажирских компаний в создании совместных предприятий, обслуживающих такие коридоры. В условиях сложной внешнеполитической ситуации, а также для повышения конкурентоспособности на мировых транспортных рынках необходимо постоянное совершенствование маршрутной сети. Особое место в стратегическом поиске остается при этом за северо-западным направлением, где доминирующее положение в отношениях с Россией занимает толерантная, дружелюбная, готовая к расширению сотрудничества Финляндия.

Необходимо сразу же подчеркнуть, что железные дороги соседней Финляндии (VR Group) значительные

перспективы своего развития напрямую связывают с высоким потенциалом роста российского рынка. Например, объем пассажирских перевозок между двумя странами к концу 2007 года вырос более чем на 20% по сравнению с уровнем 2005-2006 годов.

Хельсинки для российского пассажира является одним из наиболее удачных вариантов начала поездки не только по скандинавскому региону. Из аэропорта столицы Суоми самолеты часто и недорого летают по многим популярным авиалиниям. У города есть паромное сообщение с соседними скандинавскими странами. Путешествие на пароме из одного балтийского города в другой запоминается своей необычностью и красотой окружающей природы. Тысячи островков по пути создают потрясающий пейзаж.

Станцией назначения всех поездов российско-финляндского сообщения тоже является Хельсинки. В Финляндии все поезда останавливаются также на станциях Вайниккала, Коуволла, Лахти, Тиккурила и Пасила. При этом время в пути из нашей северной столицы Петербурга до Хельсинки составляет около 5 часов.

VR Group не боится конкуренции, которая может усилиться благодаря свободному доступу к инфраструктуре дороги других операторов. Сейчас на финских железнодорожных линиях разрешено движение поездов Pendolino с максимальной скоростью 220 км/ч и пассажирских на локомотивной тяге со скоростью 160 км/ч, но новые линии (Direct Line), без переездов и идущие параллельно автомобильным дорогам, спроектированы и строятся в расчете на максимальную скорость 300 км/ч уже в ближайшей перспективе. Проект высокоскоростного сообщения Хельсинки – Санкт-Петербург ставит целью сокращение времени поездки с 5 до 3 часов. Это мероприятие, по предварительным расчетам, обеспечит утроение перевозок. Общая стоимость проекта организации высокоскоростного движения между городами составляет 44 млрд рублей; к финансированию работ привлекаются крупные частные компании.

Поезда "Сибелиус" финского и "Репин" российского формирования уходят

теперь в Петербурге с Финляндского вокзала вместо Ладужского и уже сократили время движения на 30-40 минут благодаря открытию Direct line.

Железные дороги соседних стран несколько лет обсуждали стратегию модернизации. В результате принято решение о создании совместного предприятия, которое приобретет подвижной состав для междугородных сообщений, а именно двухсистемные электропоезда для движения со скоростью 220 км/ч. Вагоны будут с принудительным наклонном кузова для гашения центробежной силы при прохождении кривых участков пути.

Главным требованием к моторвагонному подвижному составу станет соответствие европейским стандартам скорости, комфорта и безопасности. Участвовать в организации скоростного железнодорожного сообщения будет французская корпорация ALSTOM. Помимо закупки нового подвижного состава проект предполагает инвестиции в инфраструктуру железных дорог. Оценка потребительских предпочтений показывает, что в ближайшие несколько лет на направлении Петербург–Хельсинки возможен рост объема пассажиропотока в полтора-два раза. Такое увеличение может быть достигнуто в том числе и за счет переключения пассажиров на поезда скоростного сообщения с конкурирующих видов транспорта.

Доля железных дорог России в грузообороте VR приближается к 40 %. Стратегически это очень важный бизнес с хорошим потенциалом.

Стороны планируют также обсудить перспективы сотрудничества в области грузовых перевозок, в частности вопросы организации перевозок грузов по формируемому международному транспортному коридору "Север–Юг". Новый грузовой терминал открыт на железнодорожной станции Коуволла компанией VR Cargo – долготлетним партнером "Евросиб". Открытие терминала стало одним из этапов совместного формирования полного логистического сервиса компаний VR Cargo и "Евросиб СПб – Транспортные системы" по доставке бумаги и других грузов из Финляндии до дверей российских получателей в Москве и Санкт-Петербурге. Благода-





ря новому терминалу в 2006 году объемы транспортировки бумаги увеличились почти в два раза. Стоимость перевозок превысила 6 млн долларов США.

В стадии разработки находятся очень интересные проекты, в реализации которых участие принимают и отдельные регионы Российской Федерации. Так, делегация Пермского края на форуме в финском городе Каяани обсудила возможность объединения двух проектов строительства железных дорог: российского "Беломура" и финского "Баренц Линк". Предполагается создание крупного транспортного коридора от Скандинавии до Урала. Согласно плану дорога пройдет по территории Швеции, Норвегии, Финляндии, а также Мурманской области, Республики Карелия, Архангельской области, Республики Коми и Пермского края. Цель проекта — развитие транспортного железнодорожного сообщения стран-партнеров с выходом через новую сеть на Транссиб. В настоящее время проводятся всесторонние оценки проекта по расчетам оптимальных объемов привлекаемых грузов, а также необходимого уровня инвестиций для строительства. Уже известно, что Еврокомиссия поддерживает многие идеи этого начинания.

Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО) предлагает проект железнодорожного маршрута, который свяжет г. Лабытнанги и станцию Котка (Финляндия). Проект интересен тем, что предполагается строительство химического комбината, который будет производить метанол. В программе будут участвовать зарубежные инвесторы; проектная стоимость объекта — 99 млн евро.

Сотрудничество Финских железных дорог с Россией может резко возрасти в будущем, если будет реализован еще один смелый проект — возведение моста через Ботнический залив в районе крупного портового города Умео, расположенного в Северной Швеции. Этот сверхперспективный проект способен в значительной степени изменить структуру транспортных связей на Севере Европы — как между самими северными странами, так и тех потоков, которые идут с Северо-Запада России через Финляндию и Швецию в Данию и далее в Центральную Европу.

Северный Кваркен — самое узкое место Ботнического залива, его ширина здесь составляет 75 км, глубина 6-7 метров на востоке и до 29 метров на западе. Именно по льду Северного Кваркена знаменитый отряд генерала Барклая-де-Толли в ходе русско-шведской войны 1809 года перешел залив, захватил город Умео и принудил Швецию к капитуляции. Вместо 5 часов на пароме по мосту поезд пройдет за 1 час. С технической точки зрения, благодаря массе островов и небольшим глубинам, возведение моста не представляет особой сложности. Перспективен же проект потому, что в прямом железнодорожном сообщении между Финляндией и Швецией заинтересованы еще и перевозчики России и Норвегии.

Пока Финляндия, омываемая водами Балтики с юга и запада, представляет собой замкнутое железнодорожное пространство с выходом только в сторону России. Железные дороги Финляндии и Швеции не соединяются друг с другом: у них разная ширина колеи, а переустановку колесных пар власти этих государств, судя по всему, считают слишком дорогостоящим делом, поскольку пассажирское и грузовое движение на Крайнем Севере не является таким уж напряженным. Именно по этой причине был отложен проект железной дороги, проходящей через северную губернию Норботтен; препятствием для шведов являются пока и высокие цены на материалы и выполнение работ.

На остальной территории Швеции функционирует высокоэффективная система железнодорожных перевозок, позволяющая с комфортом путешествовать на современных поездах. Основные железнодорожные магистрали страны обслуживаются скоростным поездом Х2000, который развивает скорость до 200 км/ч. В комфортабельных вагонах каждое посадочное место оборудовано индивидуальной аудиосистемой, дающей возможность слушать радио и музыкальные каналы, имеется беспроводной доступ в Интернет. Шестнадцатикилометровый мост Эресундсбрун (открытие его состоялось 1 июля 2001 года) позволил пассажирским поездам осуществлять безостановочный проезд из континентальной Европы в Швецию. Мост, а также тоннель для автомобильного и железно-

дорожного транспорта соединили столицу Дании Копенгаген с Мальмё, третьим по величине городом Швеции. За счет моста осуществляется прямое железнодорожное сообщение и с другими городами страны, включая Стокгольм.

В грузовых перевозках коренное изменение транспортных связей с континентальной Европой произошло уже после сдачи в Южной Швеции в эксплуатацию мостового перехода через пролив Большой Бельт в апреле 1997 года. В финансировании проекта участвовала Германия. С этого периода стали ежедневно в каждом направлении пропускать по пять грузовых составов. В целом пять грузонапряженных направлений в Швеции соединены с тремя основными направлениями в Германии поездами, следующими с высокой частотой и максимально использующими грузоподъемность. Достигается это переадресовкой отправок в Росток для направления на север–юг и в Мальмё для направления юг–север. Главные пункты назначения в Германии (Рурская область, Мангейм, Нюрнберг) благодаря интеграции транспортных потоков в Росток могут быть обслужены дважды в течение суток. На сообщение Германии со Швецией приходится примерно половина всего грузопотока, выполняемого между странами Скандинавии и континентальной Европы.

Прямое железнодорожное сообщение допускает более гибкое расписание движения поездов. Отпадает нужда в стыковке его с временем отплытия парома; железная дорога может работать как *квазиконвейерный транспорт*. Такой подход уже реализован на направлении Копенгаген–Гамбург (станция Машен). На указанной станции теперь формируются поезда назначением на три региона – датские Ютландию и Зеландию, Швецию, Норвегию. В этой системе определенные ограничения по массе поездов в варианте следования по мосту через пролив Северного моря при эффективном использовании их грузоподъемности не имеют особого значения. В то же время неоспоримый положительный аспект в том, что отпадает необходимость в достаточно крупных расходах на эксплуатацию паромов. Для коммерческих предложений постоянная транспортная связь предоставляет железнодорожному

транспорту новые возможности с точки зрения предлагаемых им услуг за счет отказа от переформирования поездов в портах и сокращения времени перевозки. Обострившаяся конкуренция заставляет исключать любые расходные факторы, как только для этого появляется возможность.

В сообщении Финляндии с остальной Европой пока преобладают комбинированные сухопутно-морские перевозки. Доминирует линия Railship с оборотом 900 тыс. тонн. В нее входит паромная переправа Травемюнде–Ханко (800 км). В порту Ханко тележки европейской колеи заменяют на тележки более широкого стандарта. Важнейшим портом по переработке ролкеров является также Любек. По сравнению с этим действующим длительное время транспортным коридором другие имеющиеся возможности, например железнодорожный вариант с пересечением шведско-финской границы на станции Хапаранда или линия Турку–Стокгольм, отходят на второй план. Неконкурентоспособными оказались варианты связи Финляндии с Центральной Европой через железнодорожные сети Польши и России. Но у смешанных автомобильно-морских и железнодорожных перевозок с использованием современных судов с горизонтальной обработкой груза (ролкеров) недостатком является не только дополнительные затраты времени, но и высокие тарифы, снижение которых возможно после коренной рационализации всего механизма обслуживания в портах.

Таким образом, только мост через Северный Кваркен способен кардинально решить проблему создания экономически надежного скоростного железнодорожного сообщения между Финляндией и Центральной Европой. В этом месте транспортные потоки гораздо объемнее, поэтому вопрос о соединении железнодорожных путей Финляндии и Швеции является очень актуальным не только для скандинавских стран, но и для транспортных интересов Российской Федерации, ее долгосрочной экономической и политической стратегии.

Координаты автора статьи (author's address):
Раппопорт А.В. – raptik@inbox.ru





Нанотехнологии и сетевые бизнес-структуры



Наталья ЛОБАНОВА
Natalia S. LOBANOVA

Ольга ОРЛОВА
Olga A. ORLOVA



Лобанова Наталья Сергеевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика строительного производства» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).

Орлова Ольга Анатольевна – студентка Института экономики и финансов МИИТа.

**В условиях нанопрорыва
меняется экономическая
организация общества. Сетевые
формы отношений вкупе с новыми
технологиями и машинами
трансформируют товарные ценности.**

Ключевые слова: нанотехнологии,
сетевая экономика, инновационные
правила поведения.

Nanotechnology and Business Network Structure

Lobanova N. S. – Cand.Sc.
(Econ.), associate professor at the chair in
construction economics of Moscow State
University of Railway Engineering (MIIT).

Orlova O. A. – student of the Institute of
Economics and Finances of MIIT.

*See the advancing nanotechnology
the economic organization of the society is
also changing. Network forms of relations
together with new technology and technics
provoke the transformations within
commodities.*

Key words: nanotechnology, network
economics, innovative rules of conduct.

В последние годы мировое научное сообщество активно обсуждает новые возможности и перспективы, открывающиеся в связи со все более широким внедрением в производство нанотехнологий.

Понятие "нанотехнологии", подразумевающее собой построение новых объектов и материалов при помощи манипуляций с отдельными атомами, предложил японский ученый Норё Танигути в 1974 году. Но прошло более 12 лет, прежде чем эта идея начала воплощаться на практике, поскольку тут нужны были специальные технические средства, позволяющие работать с объектами размером в несколько десятых нанометра.

В 1982 году был создан первый растровый туннельный микроскоп, отмеченный через четыре года Нобелевской премией. Но само манипулирование атомами стало по-настоящему реальным только через четыре года после появления так называемого сканирующего электронного микроскопа с туннельным эффектом. Его возможности позволяли осуществлять перемещение отдельных атомов с помощью особых электромагнитных полей. Дальнейшей целью было создание работающего механизма при помощи нанотехнологий. И в восьмидесятых годах ученым,

которые укладывали атомы углерода в определенной последовательности, удалось собрать две шестеренки, сидевшие и свободно вращавшиеся на валах. Шестеренки имели размер порядка нескольких нанометров. С этого момента, собственно, и началось бурное развитие нанотехнологий. Уже спустя считанные годы появился первый наноэлектродвигатель. В нем использовалась способность некоторых длинных органических молекул передавать электрический ток почти без потерь. Мотор работал, когда на "обмотку", представляющую собой одну длинную молекулу, подавали напряжение, и ротор, состоящий из нескольких молекул, начинал вращаться.

Но массовое применение нанотехнологий в различных отраслях науки и техники было возможным только при наличии универсального инструмента для работы с атомами. Поиски привели к конструированию нанороботов размером в десятки нанометров, способных захватывать и перемещать отдельные атомы в нужные места, создавая тем самым структуры любой сложности с требуемыми свойствами.

Самые грандиозные перспективы открываются перед медициной — человечество сможет иметь лекарства от всех существующих болезней, не только вирусного и бактериального происхождения, но и генетического. Нанороботы в состоянии проникать в клетки организма и исправлять все повреждения на молекулярном уровне.

В строительстве самое простейшее применение нанотехнологии получают в системе контроля за возводимыми объектами. Особое оптическое волокно, оснащенное большим количеством датчиков, будет вмонтировано в различные строительные сооружения, что позволит осуществлять непрерывный мониторинг состояния конструкций. Уже сейчас эта технология находится в опытной эксплуатации на строительных объектах Ленинградского шоссе в Москве.

Нанотехнологии нашли достаточно широкое применение в обработке различных материалов (металлов и сплавов, стекла, пластика и др.). При нанесении нанопроductов (специальных составов, способных изменять молекулярную

структуру вещества) на поверхность происходит изменение его атомной структуры, в результате чего образуется защитный барьер. Поверхности, обработанные наносоставами, приобретают стойкость к истиранию, механическим и химическим воздействиям, длительное время сохраняют эффект полировки, свои первоначальные свойства и внешний вид.

В железнодорожной отрасли на основе нанотехнологий создано устройство плазменной обработки вагонных колес. Благодаря такой обработке на металлической поверхности образуется наноконструктивный упрочненный слой, вследствие чего ресурс колесной пары увеличивается в 1,5-2 раза. Другим примером является керамический наноцемент, или фосфатная керамика — порошкообразная смесь фосфата и оксида металла, при соединении с водой образующая пастообразный цементный раствор. Такой материал обладает особой прочностью и огнестойкостью, высоким сопротивлением химическому разложению и замерзанию. В отличие от традиционного бетона он отвердевает даже под водой. Наноцемент может использоваться в производстве высокопрочных шпал для скоростных железных дорог, железобетонных конструкций мостов и линий электропередач, тоннелей и подпорных стенок.

Развитие нанотехнологий позволит продолжить процесс миниатюризации материального мира, доведя его до атомарного уровня, что в свою очередь существенно снизит энерго- и материалозатраты.

Понимание важности открывающихся перспектив на уровне правительства Российской Федерации привело к созданию Совета по нанотехнологиям, основной целью которого является реализация интеллектуального, организационного и финансового потенциала страны в сфере инновационного развития, использования достижений мировой и отечественной науки. В повестке дня — создание nanoиндустрии, формирование рынка нанопроductии.

Очевидно, что продукция этого рынка уже скоро займет достойное место в жизни каждого человека. Естественно предположить, что по аналогии



с изменениями в материальном мире должны происходить "наноизменения" в организационной структуре, системе управления и системе экономических отношений. Новой основой таких отношений может стать экономика, основанная на "сетевом способе ведения дел".

Одним из самых серьезных, хотя и не самых заметных итогов XX века надо признать возможность ведения дел на базе прямых равноправных связей "всех со всеми". Подобный способ организации взаимодействия кратко можно назвать Сетью.

Сетевой способ позволяет строить деловые отношения гораздо проще и быстрее, нежели в системе опосредованных связей, не затрагивая социальный статус и обязательное участие бюрократических структур. Сеть дает личности стимул к повышению своей дееспособности, снимая многие социально-политические и экономические ограничения.

Сегодняшние сетевые взаимоотношения общедоступны и освобождены от пространственных и временных ограничений в основном благодаря достижениям в сфере интернет-технологий. Можно полагать, что первой из социальных форм, которая изменится под воздействием Сети, станет именно *экономическая организация общества*. Уже сами по себе интернет-технологии позволяют экономическим отношениям, а также процессу создания нематериальных благ принять электронную форму существования, особенность которой состоит в сетевом характере ее структуры, низкой себестоимости и в том, что события в ней происходят мгновенно.

Эти обстоятельства открывают новые экономические перспективы. Так, становится возможным «бизнес со скоростью мысли», а также производство, предельно рассредоточенное по внешним соисполнителям и потому гораздо более дешевое и гибкое, чем нынешнее. Интернет-технологии дают максимум свободы перемещения нематериальных активов по личному усмотрению, позволяя даже применять условные собственные деньги. В качестве яркого примера, когда человек по силе воздействия уравнивается с организационной структурой, можно привести появление интернет-доступа

к валютному рынку Forex, позволившее личности наравне с крупнейшими финансовыми компаниями торговать мировыми валютами, что еще вчера даже не представлялось возможным.

При сетевом способе ведения дел стираются различия между физическим и юридическим лицом. В то же время средства организации работы становятся настолько мощными, что на их основе могут быть созданы производства немыслимых на сегодня масштабов. К тому же немаловажно, что интернет-технологии позволяют производителю и потребителю продукции обходиться в их взаимоотношениях без участия посредников. Сетевая форма экономического поведения не дает перекупщикам навязывать свои условия остальным участникам рыночных отношений. В Сети посредник не является субъектом, без которого невозможна купля-продажа, здесь это то лицо, которому по каким-либо причинам производитель или потребитель передали вспомогательную функцию по решению задач их взаимодействия. К тому же широкое применение интернет-технологий сводит почти к нулю стоимость тиражирования всего, что может существовать в электронном виде. В Сети меняется характер конкуренции. Преобладающим становится соперничество творческих способностей, а не готовых товаров и услуг.

Направленность на развитие сетевых форм деятельности получает развитие и в других сферах экономики. Например, успехи геномной инженерии, делающие ее основой любого производства, связанного с созданием продукции биологического происхождения, также способствуют закреплению сетевых подходов к построению экономики. Геномная инженерия не нуждается в создании для себя статичных организационных конструкций, в ней преобладают переносимые в электронную форму интеллектуальные компоненты. Причем эта отрасль не только совершенствуется, но и создает абсолютно новые жизненно важные вещи — от продуктов питания и средств медицины до вырабатываемого из биомассы топлива, усиливая тем самым самодостаточность человека.

Еще более существенным для экономики должно стать внедрение и про-

мышленное применение микромеханических устройств и «наномашин», позволяющих манипулировать веществом на уровне отдельных атомов, которое ожидается к 2015 году. Такие механизмы смогут создавать любые предметы, причем делать они это будет качественно при минимальных финансовых затратах с малой долей участия человека в самом процессе или вовсе без него, снижая таким образом стоимость производства почти до нуля. Нанотехнологии трансформируют производство вещественных предметов точно так же, как интернет-технологии — создание нематериальных благ. При использовании нанотехнологий производственные мощности становятся настолько компактными, что их удобно размещать непосредственно там, где нужна выпускаемая ими продукция.

Вследствие столь революционных изменений возникают предпосылки для перестройки реального сектора экономики в соответствии с идеологией сетевых отношений, подразумевающей свободу выбора места, средств осуществления деятельности и вариантов достижения желаемого результата.

В силу того, что «наномшины» способны еще и собирать себе подобных, теоретически основной капитал сможет увеличиваться не на несколько процентов в год, а удваиваться едва ли не каждый час при наличии сырья и энергии. В результате основные затраты на материальное производство будут приходиться на проектирование товаров, а не на их изготовление. Выход на уровень управляемого вещества позволяет создавать материалы с любыми заданными свойствами.

Нанотехнологии со стороны материального производства укореняют сетевой способ ведения дел в экономике. Возникновение новых способов создания базовых видов продукции приводит к необходимости перемещать не предметы, а идеи, что изменяет роль транспорта и делает его почти неотличимым от сети Интернет. Все это, по мнению экспертов, говорит о том, что приблизительно к 2015-2020 годам на смену нынешней экономике придет сетевая экономика, превосходство которой подтверждает целый ряд ее фундаментальных свойств. В сетевой экономике ценными являются

оригинальность мышления и творческое видение дел, а ее продукция намного дешевле и совершеннее.

В условиях сетевой экономики исчезает зависимость человека от производителей товаров и услуг, так как, если потребуется, Сеть может всегда предложить равноценную замену.

Все активнее в свои права вступает основной закон Сети, по которому все соединяется со всем. Сеть — это не просто коллективное взаимодействие, которое через волокно и эфир связывают воедино быстро нарастающее число объектов живой и неживой природы. Узлом Сети может стать все, что способно обмениваться данными. Соединение такого рода изменяет принцип совершения действий и задает новые правила поведения, которые меняют коренным образом наши представления о глобальной экономике, конкуренции и политике отдельных государств. Основными из них являются следующие.

Правило обратной ценности: чем более распространен товар, тем больше его ценность, и при том чем более ценным становится товар, тем меньше его стоимость. В сетевой экономике цены на товары снижаются одновременно с ростом их качества. Поток копий товара увеличивает ценность каждой из них, потому что ценность товара определяется не столько его способностью удовлетворять какую-либо потребность, сколько способностью удовлетворять эту потребность у как можно большего числа узлов Сети. Дееспособность, а значит, и ценность Сети определяется прежде всего количеством имеющихся в ней связей. Поэтому в сетевой экономике главной задачей любого товара является способствование увеличению количества узлов в Сети.

Принципиальный момент: в сетевой экономике надо руководствоваться тем, что бесплатность — это конечная точка, к которой стремится любая цена, а прибыль возникает только при постоянном выдвигании на рынок новых товаров и услуг. Бесплатность притянет к себе внимание людей, которое в Сети будет оставаться единственной твердой валютой.

Правило замещения: во всех системах главным связующим звеном





становятся процессуальные (сетевые) структуры, в основе которых лежит энергоинформационный обмен. Они предельно дешевы, очень гибки и необычайно жизнеспособны при наличии необходимого многообразия связей. Поэтому все предметы и действия стремятся подчиниться сетевой логике. Для изолированных же систем в сетевой экономике просто нет места.

В сетевой экономике развитие обеспечивается не усилиями отдельных организаций, забирающих себе всю прибыль в случае успеха, а всеми участниками Сети. Разумеется, не все участники получают одинаковую прибыль, но значительная часть ее остается в Сети для общей пользы.

Правило преданности: сетевые ресурсы доступны всем, кто в нее входит, поэтому присутствие в Сети и ее стандарты становятся абсолютной ценностью. Здесь нет ни явно выраженных центров, ни четких границ. Если Сеть не будет процветать, это будет означать крах для всех.

Правило взрывного роста: в Сети даже совершенно незначительное увеличение числа узлов приводит к очень большому росту количества связей, поэтому в сетевой экономике все процессы развиваются с огромной скоростью и, по мнению исследователей, — по законам биологических (живых) систем.

Правило устойчивого неравновесия: в сетевой экономике из-за практически ежесекундной перестройки огром-

ного числа связей нельзя выделить оптимальный продукт, поэтому приходится постоянно перестраиваться и даже порой отказываться от того, что в данный момент успешно работает и приносит прибыль.

Система, замкнувшаяся на собственном успехе и равновесии, в Сети обречена. Условием ее жизнеспособности являются постоянные инновации.

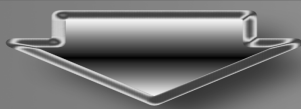
Правило антипродуктивности: в Сети нужно все время искать новые возможности развития. Главное — не продолжать хорошо выполнять прежнюю работу, а определить работу, которую следует делать дальше.

Таким образом, новая экономика будет отличаться от привычной нам: отношениями, построенными на прямых равноправных связях, малой потребностью в формальных организационных структурах, высокой скоростью совершения событий и предельно рассредоточенным, гибким производством — и к этому надо немедленно готовиться.

ИСТОЧНИКИ

1. <http://www.nanovek.ru>.
2. <http://www.konkord.ru>.
3. Давыдов А.В., О некоторых социально-политических последствиях становления сетевой структуры общества/ Сеть как основная функция грядущей экономической организации общества// Совет Федерации Федерального собрания. Аналитическое управление. Аналитический сборник № 17. (173), специальный выпуск. — М., 2002.
4. www.nano-alife.ru.

Координаты авторов статьи (authors' addresses):
Лобанова Н.С. — 8-495-6842221
Орлова О.А. — o_olk@mail.ru



ЭКСПРЕСС-ИНФОРМАЦИЯ

ГАЗОВЫЙ ЛОКОМОТИВ СЕБЯ УЖЕ ПОКАЗАЛ

На международной транспортной выставке в Берлине была представлена российская новинка — самый мощный в мире магистральный газотурбовоз «ГТ1-001».

Газотурбинная система сделана на нем по аналогии с двигателями военных самолетов, локомотив имеет запас хода (без дозаправки) в 750 км. В созда-

нии модели участвовали специалисты из Коломны, Самары, Екатеринбурга.

Использоваться «ГТ1-001» будут преимущественно в районах Крайнего Севера и Сибири, богатой запасами природного газа. В ближайшие годы построят 100 таких машин.

(По материалам «МК»)



МЕТРОПОЛИТЕН 86

Алгоритмы управления движением. Расчеты на борту.

АВИАКОМПАНИЯ 90

Результаты имитационного моделирования структур и процессов.



ГОРОДСКАЯ СЕТЬ 94

Пассажирский транспорт ищет экономные маршруты.

ИНТЕРНЕТ 100

Версия для профессионалов.

КОНТРОЛЬ КООРДИНАТ 104

Исследования показывают: интервалы между поездами не могут быть меньше 20 секунд.

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ



SUBWAY 86

Algorithms of traffic control. Calculations on board.

AIRLINE 90

Results of simulation of structures and processes.

URBAN PUBLIC TRANSPORT NETWORK 94

Passenger public transport is searching for economical routes.

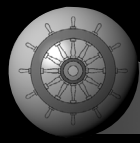


INTERNET 100

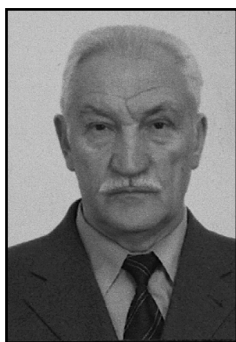
Version for professionals.

CONTROL OF COORDINATES 104

Researches demonstrate that the intervals between the trains can't be less than 20 seconds.



Упреждающие модели при автоведении метропоездов



Евгений ЕРОФЕЕВ

Evgeniy V. EROFEEV

Алгоритм управления и результаты исследования системы автоведения поездов метрополитена с расчётом параметров на борту в реальном времени на основе упреждающего моделирования движения.

Ключевые слова: метрополитен, автоведение, упреждающее моделирование.

Anticipatory Models for Automatic Driving of Underground Trains

Erofeev E. V. – D.Sc.(Tech.), professor of the chair in Control and informatics for technical systems of the Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

Algorithm of control and results of a study on the system of automatic driving of the trains of Underground as well as the computation of parameters on board of the train in real-time regime on the basis of look-ahead programming modeling of the traffic.

Key words: underground, metro, automatic driving, anticipatory modeling.

Ерофеев Евгений Васильевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Управление и информатика в технических процессах» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).

Современные комплексные системы управления движением поездов состоят из системы безопасности движения, системы автоведения поездов (САВП), системы диспетчерского управления.

САВП автоматизирует процесс ведения поезда, выбирая режимы управления для обеспечения графика движения. Основной эффект от внедрения таких систем – повышение точности выполнения графика, что предполагает довести пропускную способность участка до расчётного проектного значения. Основным модулем САВП, предназначенным для сохранения заданного времени хода по перегону, является регулятор времени хода (РВХ). Известны регуляторы с предварительным расчётом программ движения поезда [1] и с выбором управления в процессе движения поезда [2]. До сего дня на метрополитенах использовались САВП с предварительным расчётом программ движения. Преимуществом побочных систем автоведения является простота алгоритмов управления, недостатком – отсутствие адаптации к фактическим условиям движения.

Управление времен хода по перегону производится на метрополитене

выбором момента выключения тяговых двигателей и перехода на выбег (холостой ход). Определяет этот момент регулятор времени хода САВП по предварительно рассчитанным программным зависимостям параметра управления Y_n от времени хода по перегону T_x , хранящимся в базе данных системы. В качестве программных зависимостей $Y_n(T_x)$, применяемых в системах автоведения поездов, для определения момента отключения тяговых двигателей используются различные параметры движения: путь или время, пройденные поездом с включенными тяговыми двигателями; скорость поезда в момент перехода на выбег; средняя скорость поезда; время движения поезда от контрольной точки [1]. Недостатком САВП с предварительным расчетом программных зависимостей $Y_n(T_x)$ является то, что они рассчитываются на основе «домашнего» моделирования для средних значений наличия пассажиров в поезде, напряжения на токоприёмнике и не учитывают фактических значений параметров поезда и возмущений, возникших в процессе движения. Это приводит к увеличению ошибки управления временем хода на перегоне. Кроме того, для организации эксплуатации САВП требуется проводить в депо предварительное моделирование движения поездов для расчёта зависимостей $Y_n(T_x)$.

Уровень современных бортовых ЭВМ и накопленный опыт развития систем автоведения поездов позволяют создавать системы с выбором управления в реальном времени на основе моделирования движения непосредственно на борту. Переход от САВП с предварительным расчётом программ управления на их определение в реальном времени заметно повышает точность выполнения графика движения за счет учета текущих параметров движения поезда. Плюс к тому моделирование движения поезда в реальном времени упрощает подготовку базы данных для системы, поскольку снимает необходимость предварительного расчета программ управления.

Алгоритм управления в системе автоведения поездов метрополитена основан на периодическом упреждающем моделировании движения от текущего положения поезда до конца перегона

[2]. Начиная с начала движения поезда в режиме тяги периодически с тактом 0,1 с, делая предположение, что поезд переходит на режим выбега, производится заданное моделирование. Начальные фазовые координаты поезда принимаются равными текущим его координатам S, V, T :

$$S_i = S; T_i = T; V_i = V. \quad (1)$$

Здесь S_i — координата поезда в начале шага интегрирования;

T_i — время хода поезда в начале шага интегрирования;

V_i — скорость поезда в начале шага интегрирования.

Моделирование производится бортовой ЭВМ системы автоведения путём решения уравнения движения поезда методом Эйлера в режиме выбега. Скорость поезда в модели в конце шага интегрирования рассчитывается по следующей формуле:

$$V_i = V_{i-1} - K(W_0 + W)T_{II}, \quad (2)$$

где W_0 — удельное основное сопротивление движению поезда;

W — приведенное сопротивление движению поезда от уклона пути и кривых;

T_{II} — шаг интегрирования по времени;

K — коэффициент размерности.

Основное удельное сопротивление движению поезда в режиме выбега, зависящее от скорости, массы поезда, числа и типа вагонов, определяется по расчетным формулам [3].

Пройденный путь вычисляется по формуле:

$$S_{i+1} = S_i + T_{II}(V_i + V_{i+1})/2. \quad (3)$$

Время движения поезда на модели в режиме выбега до начала прицельного торможения равно

$$T_{\epsilon}^M = NT_{II}, \quad (4)$$

где N — число шагов интегрирования от начала моделирования до начала прицельного торможения.

Моделирование прицельного торможения на станции до остановки поезда производится по закону равнозамедленного движения с заданным замедлением, равным a . Движение поезда в режиме прицельного торможения на модели определяется по формуле:

$$T_m^M = V_m / a, \quad (5)$$



где V_m — скорость поезда в начале торможения.

Скорость начала торможения $V_m = V_i$, если $V_i \geq \sqrt{2aS_{oc}}$, (6)

где S_{oc} — оставшийся путь до конца перегона.

После моделирования процесса прицельного торможения решается вопрос о переходе в координате S с режима тяги на выбег. Если

$$(T + T_e^M + T_m^M) \leq T_{xz}, \quad (7)$$

то производится выключение тяговых двигателей ($T_{нч}$ — заданное время хода по перегону). Если условие (7) не выполняется, то на следующем такте продолжается движение в режиме тяги.

В связи с тем, что фактическая масса поезда M и основное сопротивление движению поезда W_0 могут отличаться от расчетных значений, принятых в модели, фактическая траектория движения $V(S)$ будет отклоняться от полученной на модели.

Алгоритмом предусмотрено повторное включение тяговых двигателей с целью компенсации отклонений от графика движения. Для этого после перехода поезда на режим выбега на каждом такте работы системы автоведения продолжается процесс моделирования движения поезда по описанному алгоритму с новых начальных условий, равных текущим фазовым координатам.

Если при движении поезда в режиме выбега

$$(T + T_e^M + T_m^M - T_{нч}) \geq T_{xz}, \quad (8)$$

где T_{xz} — зона нечувствительности регулятора времени хода, то производится дополнительное включение тяговых двигателей. Далее продолжается моделирование движения поезда с целью определения момента выключения тяговых двигателей. То есть данный алгоритм управления системы автоведения является адаптивным к условиям движения на перегоне.

Проведенные исследования показали, что при зоне нечувствительности, равной 5 с, если не было на перегоне непредусмотренных подтормаживаний, дополнительных включений тяговых двигателей, как правило, не бывает.

На перегонах с двумя включениями тяговых двигателей система автоведения первое выключение и второе

включение производит в заданных координатах пути, хранящихся в базе данных и полученных на основе оптимальных по расходу электроэнергии тяговых расчетов [4]. Управление временем хода производится выбором второго выключения тяговых двигателей по вышеизложенному алгоритму с упреждающим моделированием движения. Предлагаемый алгоритм регулятора времени хода будет универсальным для перегонов с одним и двумя включениями тяговых двигателей.

На точность управления временем хода в данной САВП оказывают влияние два фактора: фактическое отличие массы поезда от среднего значения (заданного в модели) и отличие действительного значения основного сопротивления движению поезда на выбеге от расчетного. Основное влияние оказывают вариации загрузки вагона поезда пассажирами от 0 до 20 т. При исследовании влияния изменения массы поезда на точность выполнения заданного времени хода на различных перегонах установлено, что ошибка управления при описанном алгоритме САВП не превышает 1,5 с. При суммарном неблагоприятном изменении массы поезда в два раза и основного сопротивления движению поезда на 20% относительно расчетного значения ошибка управления достигает 3 с.

На рис. 1 представлены результаты моделирования движения поезда метрополитена с системой автоведения при различных нагрузках вагона пассажирами. Это перегон с двумя включениями тяговых двигателей. В координате $S_{вык1}$ производится первое выключение, в координате $S_{вык2}$ — второе включение.

Перспективным является подвижной состав с регулятором скорости. В системах автоведения поездов с таким регулятором траектория движения поезда состоит из следующих стадий: разгон до заданного уровня скорости $V_{уз}$, выбег, прицельное торможение до точки остановки поезда на станции.

Управление временем хода поезда может производиться изменением уровня скорости $V_{уз}$ и координатой отключения регулятора скорости с переходом на выбег. Так как на метрополитенах времена хода по гра-

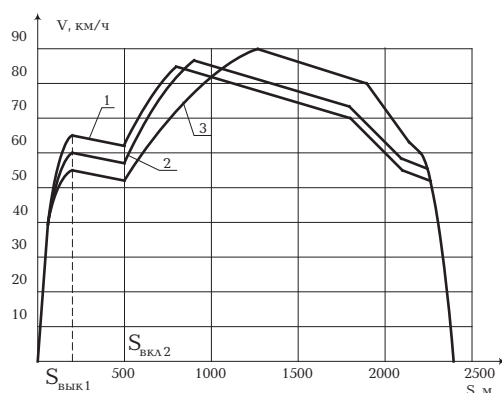


Рис. 1. Траектория движения поезда:
1 – нагрузка вагона 2 т;
2 – нагрузка вагона 9 т;
3 – нагрузка вагона 20 т.

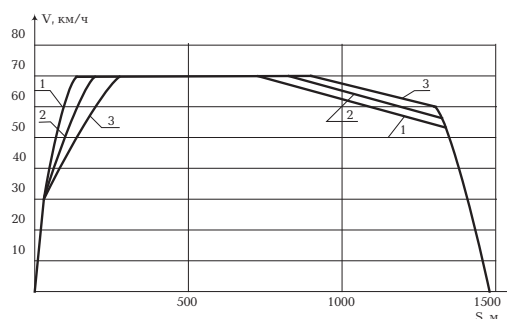


Рис. 2. Траектория движения поезда с регулятором скорости:
1 – нагрузка вагона 2 т;
2 – нагрузка вагона 9 т;
3 – нагрузка вагона 20 т.

фику движения поездов задаются с небольшим ресурсом относительно минимального времени хода (5-10 с), то целесообразно уровень скорости, задаваемой регулятору скорости, принимать постоянным и равным на некоторую величину ΔV ниже допустимой $V_{уз} = V_{\phi} - \Delta V$. При этом управление временем хода по перегону будет осуществляться выбором координаты отключения регулятора скорости и перехода на выбег. Следовательно, изложенный выше алгоритм управления временем хода САВП с упреждающим моделированием, основанный на определении момента перехода на выбег, пригоден для двухконтурных систем автоведения поездов метрополитена с регулятором скорости. Проведенные исследования показали, что ошибка управления временем хода САВП с регулятором скорости не превышает 2 с.

На рис. 2 представлены траектории движения поезда в процессе автоведения с регулятором скорости и регулятором времени хода с упреждающим моделированием на борту.

С помощью имитационного моделирования было проведено исследование влияния на точность управления временем хода по перегону разной нагрузки поезда пассажирами относительно среднего значения и проанализировано влияние вариаций основного сопротивления движению поезда относительно расчетной величины. Для

повышения качества управления движением поезда предложено использовать в модели регулятора времени хода САВП две величины загрузки состава: для часов «пик» и «непик».

Анализ рассмотренных особенностей алгоритма управления временем хода системы автоведения поездов метрополитена с упреждающим моделированием на борту позволяет констатировать:

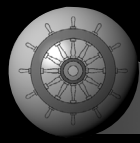
- алгоритм является универсальным для поездов с позиционным управлением и с регулятором скорости;
- ошибка управления временем хода на перегоне не превышает 3 с при изменениях загрузки поезда и основного сопротивления движению относительно средних значений, используемых в модели регулятора времени хода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Микропроцессорные системы автоведения электроподвижного состава / Л.А. Баранов, Я.М. Головичер, Е.В. Ерофеев, В.М. Максимов. — М.: Транспорт, 1990.
2. Ерофеев Е.В., Зотов Д.А. Адаптивный алгоритм систем автоведения поездов метрополитена // Вестник МИИТа. Вып. 9. — М., 2003.
3. Радченко В.Д. Сопротивление движению вагонов метрополитена. — М.: Трансжелдориздат, 1957.
4. Ерофеев Е.В. Оптимизация программ систем автоведения // Труды МИИТа. Вып. 661. — М., 1980.

Координаты автора статьи (author's address):
Ерофеев Е.В. — 8-495-6842247





Имитационная модель «Авиакомпания»



Василий ЖУКОВ

Vassily E. ZHUKOV

Процесс управления авиатранспортным предприятием в заданных детерминированных условиях. Электронные средства и вычислительные алгоритмы.

Ключевые слова: имитационное моделирование, технологии управления.

Simulation Model «Air Company»

Zhukov V.E. – associate professor of the chair in management of Saint Petersburg State University of civil aviation.

Management process within air carrier company in specified determined state. Electronic instrumentation and computation algorithms.

Key words: simulation modeling, management technology.

Жуков Василий Егорович – доцент кафедры менеджмента Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации.

Имитационное моделирование в управлении может восприниматься как своеобразный "тренажер", позволяющий руководителю любого уровня прогнозировать деятельность организации при наличии различных контролируемых и неконтролируемых факторов внешней и внутренней среды. Оперативность и простота метода позволяют варьировать огромное количество ситуаций при множестве комбинаций начальных условий.

Имитационная модель "Авиакомпания" предназначена для отработки управленческих решений в заданных детерминированных условиях. Применение ее возможно при организации учебных занятий, а в случае конкретизации содержания модели — для расчета стоимости рейсов, оптимальной расстановки воздушных судов по тем или иным линиям. Программной оболочкой здесь является MS Excel.

Модель представляет собой объединение нескольких электронных таблиц с вычислительной алгоритмизацией. Алгоритм вычислений, реализованных в данной имитационной аналитической модели, отражает (включает) функциональные зависимости производственных

функций, где основными ресурсами являются труд (L) и капитал (K). Если обозначить объем выпускаемой продукции через Y , то производственную функцию можно записать как $Y=f(K,L)$.

Описываемым экономическим объектом в данном случае выступает авиакомпания, то есть объект по производству авиатранспортной услуги. Тем не менее экономико-тематическое моделирование выделяет и нечто общее, присущее всем экономическим объектам. Этим общим является процесс преобразования первичных ресурсов (производственных факторов) в конечные результаты процесса. Поэтому исходным понятием в описании экономического объекта становится «технологический способ», который представляется обычно как вектор v затрат-выпуска, включающий в себя перечисление объемов затрачиваемых ресурсов (вектор x) и сведения о результатах их преобразования в конечные продукты или другие характеристики типа прибыли, рентабельности и т. п. (вектор y): $v = (x, y)$.

Совокупность векторов — технологических способов, которые могут служить описанием реального производственного процесса, называется технологическим множеством V данного объекта. Для определенности мы будем полагать, что размерность вектора затрат x равна N , а вектора выпуска y — соответственно M . Таким образом, технологический способ v является вектором размерности $(M + N)$.

Технологический способ v называется эффективным, если он принадлежит технологическому множеству V и не существует другого вектора v , который был бы предпочтительнее v .

Приведенное определение означает, что эффективными считаются те способы, которые не могут быть улучшены ни по одной затратной компоненте, ни по одной позиции выпускаемой продукции без того, чтобы не перестать быть допустимыми. Множество всех технологически эффективных способов обозначим через V^* . Оно выступает подмножеством технологического множества V или совпадает с ним.

По существу, задача планирования хозяйственной деятельности авиакомпания

может быть интерпретирована как задача выбора эффективного технологического способа, наилучшим образом соответствующего некоторым внешним условиям. При решении такой задачи достаточно существенным оказывается представление о самом характере технологического множества V , а также его эффективного подмножества V^* .

С помощью понятия эффективного технологического множества производственную функцию (ПФ) можно определить как отображение

$$Y=f(x),$$

где $v = (x; y) \in V^*$, $v = (x, y) \in V$.

Указанное отображение, вообще говоря, является многозначным, то есть множество $f(x)$ содержит более чем одну точку. Однако для целого ряда реалистичных ситуаций производственные функции оказываются однозначными. В наиболее простом случае производственная функция есть скалярная функция N аргументов $y = f(x_1, \dots, x_n)$.

Здесь величина y имеет, как правило, стоимостный характер, выражая объем производимой продукции в денежном выражении.

Методом реализации модели авиакомпании служит имитация технологического процесса по перевозке пассажиров. Производственная функция представляет собой очень полезный аппарат плановых расчетов, и поэтому в настоящее время развит статистический подход к построению производственных функций для конкретных хозяйственных единиц. При этом обычно используется некоторый стандартный набор алгебраических выражений, параметры которых находятся при помощи методов математической статистики. Такой подход означает, по сути, оценку производственной функции на основе неявного предположения о том, что наблюдаемые производственные процессы являются эффективными.

Наиболее простая модель оптимального поведения производителя в условиях совершенной конкуренции имеет следующий вид. Авиакомпания производит один продукт (перевозка) в количестве q физических единиц. Если p — экзогенно заданная цена этого продукта и фирма реализует свой выпуск





полностью, то она получает валовой доход (выручку) в размере $R(y) = py$. В процессе создания этого количества продукта фирма несет производственные издержки в размере $C(y)$. При этом естественно считать, что $C(y) > 0$ — издержки возрастают с увеличением объема производства. Кроме того, обычно полагают, что $C''(y) > 0$. Это означает, что дополнительные (маргинальные) издержки на производство каждой дополнительной единицы продукции возрастают по мере увеличения объема производства.

Производственные издержки состоят из нескольких составных частей:

- 1) материальные затраты C_m ;
- 2) расходы на оплату труда C_L ;
- 3) расходы, связанные с использованием, ремонтом машин и оборудования, амортизация, так называемая оплата "услуг капитала" C_k ;
- 4) дополнительные расходы C_n , связанные с расширением производства.

Совокупные производственные издержки $C_m + C_L + C_k + C_n$, где, как уже было отмечено, $C = C(y)$.

Однако эта зависимость от объема выпуска (y) для разных видов издержек различна. В том числе имеют место:

а) постоянные расходы (включая косвенные) C_o , которые практически не зависят от y ; в представленной модели — оплата труда, единый социальный налог, амортизационные отчисления, проценты за кредит, лизинговые проценты;

б) пропорциональные объему выпуска (прямые, линейные) затраты C_1 , куда входят материальные затраты C_m , оплата за аэродромное обслуживание, коммерческое обслуживание, предоставление услуг бортового питания, техническое обслуживание, часть эксплуатационных расходов, затраты на содержание действующего парка воздушных судов $C_1 = ay$, где a — обобщенный показатель затрат указанных видов в расчете на одно изделие;

в) «сверхпропорциональные» (нелинейные) затраты C_2 , в составе которых выступают приобретение новых воздушных судов в кредит, часть эксплуатационных расходов, величина которых не поддается уточнению в учебной модели; для математического описания

этого вида затрат обычно используется степенная зависимость

$$C_2 = by^h \quad (h > 1).$$

Таким образом, для представления совокупных издержек можно использовать модель:

$$C_y = C_o + C_1 + C_2 = C_o + ay + by^h.$$

Прибыль выражается величиной

$$\Pi(y) = R(y) - C(y).$$

Точки безубыточности y_e^1 и y_e^2 определяются из условия равенства прибыли нулю, а максимальное ее значение достигается в точке $\check{y}$, которая удовлетворяет уравнению

$$\Pi'(\check{y}) = 0 \text{ или } R'(\check{y}) - C'(\check{y}) = 0.$$

Представленная модель, имитирующая производственную деятельность авиакомпании, допускает два режима оценки прибыли — без учета рыночных условий и с учетом ситуации на рынке авиаперевозок. Вариант модели без учета рыночной ситуации описывается уравнением с линейной функцией издержек, которая определяет цену таким образом, чтобы прибыль составляла определенный процент (долю $0 < \gamma < 1$) от валового дохода, то есть

$$\Pi = py - (C_o + ay) = \gamma py.$$

Отсюда имеем

$$p = C_o + \frac{ay}{(1-\gamma)y} = \frac{a}{1-\gamma} + \frac{C_o}{y}.$$

Валовой доход

$$R = \frac{ay}{1-\gamma} y + C_o$$

и производство оказывается безубыточным с самых малых своих объемов.

Управление ценой продукции, а в данной модели стоимостью авиаперевозки, возможно только при наличии монополистического рынка. В условиях олигополистического рынка, коим является рынок авиаперевозок, повышение стоимости перевозки ограничено изменением спроса на услугу. Следовательно, авиаперевозка имеет вид нормального товара, при котором выполняется условие

$$\frac{\delta D_j}{\delta p_j} < 0.$$

В модели авиакомпании заложена линейная функция спроса $D_j(p_j) = a_o - a_1 p_j$, где $a_o > 0$, $a_1 > 0$ — статистически оцениваемые параметры.

Регулирование величины спроса на авиационную перевозку в зависимости от ее стоимости реализовано в модели введением коэффициента эластичности спроса, который для линейной функции может быть представлен формулой

$$E_{Dpj} = - \frac{a_j \hat{p}}{\bar{D}}.$$

Задача пользователя модели — рассчитать производственную программу работы авиакомпания, при этом критерием оценки эффективности принятых решений остается получение прибыли по каждой из воздушных линий.

Имитационная модель состоит из активных модулей, алгоритмически связанных между собой.

Первый модуль содержит исходную информацию: L — протяженность воздушной трассы и D — спрос на перевозку по этой трассе. В модуле руководитель принимает решение, результатом которого будет выбор воздушного судна, способного беспосадочно преодолеть расстояние L . Выбор предполагает использование вложенной в модель базы знаний по типам пассажирских воздушных судов.

Второй модуль непосредственно связан с базой знаний и первым модулем и представляет собой блок обработки детерминированных данных с бесконечным числом итераций. Результатом обработки вводной в виде типа воздушного судна станет предоставление релевантных данных о принятом решении во все модули модели.

Третий модуль — оценка условий. На основе информации из модулей один и два проверяется адекватность принятого решения, то есть проверяется соответствие технических характеристик воздушных судов и параметров воздушной линии обеспечению спроса.

Четвертый и пятый модули — это расчет издержек на выполнение производственной программы C_y . Для алгоритмизации процесса используются данные из второго модуля и детерминированные показатели в виде стоимостных данных о затратах на обслуживание и коммерческую эксплуатацию воздушных судов (прямые издержки C_1). Постоянные издержки C_0 рассчитываются на основании стоимостных данных воздушных судов. Особого внимания заслуживает

алгоритм расчета расходов на оплату труда. Величина нелинейных издержек C_2 определяется в случае принятия руководителем решения о покупке техники в кредит или оформления договора лизинга воздушных судов. В модели эти решения детерминируются введением согласительных знаков.

Шестой модуль представляет собой сводную таблицу, в которой представлены данные по расчету производственных показателей работы авиакомпании, первым из которых по значимости является эксплуатационный пассажирооборот (W). Расходная ставка

$$S_c = \frac{C_y}{W}$$

служит основой для ценовой (тарифной) политики. Выручку авиакомпании можно представить в виде

$$R = WS_y.$$

Руководитель вносит в активные ячейки таблицы эмпирические значения стоимости перевозки и получает величину доходной ставки

$$S_r = \frac{R}{W}.$$

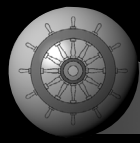
Если $S_r - S_c > 0$, то линия рентабельна. Если нет, то руководитель может принять решения, связанные либо с сокращением издержек, либо увеличением стоимости авиаперевозки.

Модель переводится в режим, когда специальный модуль отслеживает зависимость спроса на авиаперевозку от изменения ее стоимости. Коэффициент корреляции величин составляет 0,83, что соответствует показателям, подтвержденным эмпирически.

В имитационный период изменяются показатели спроса на авиаперевозку по всем линиям, величина эксплуатационных расходов и стоимость долговых обязательств. Руководитель должен принимать решения в условиях изменяющихся фондовых объемов. Модель демонстрирует прохождение авиакомпании двух точек безубыточности, а также имитирует процесс управления долгосрочными долговыми обязательствами.

Координаты автора статьи (author's address):
Жуков В.Е. — vasiszhukov@yandex.ru





Альтернативы сети: город и пассажиры



Ляна ИСИК

Lyana V. ISIK

Стратегия укороченных маршрутов – решение проблемы оптимизации системы городского пассажирского транспорта.

Ключевые слова:
городской транспорт, маршруты, оптимизационная модель, стратегия укороченных маршрутов.

Option of Nets: the City and the Passengers

Isik L. V. – postgraduate student of Donskoy State Technical University (Rostov-on-Don).

Strategy of shorten routes as a solution of the problem of optimization of the system of urban public passenger transport.

Key words: urban public transport, routes, model of optimization, strategy of shorten itineraries.

Исик Ляна Владимировна – аспирант Донского государственного технического университета (г. Ростов-на-Дону).

Социально-экономическое развитие городов во многом зависит от функционирования их систем жизнеобеспечения, представляющих собой особую группу отраслей, которые формируют все необходимые предпосылки для эффективной работы хозяйственного комплекса и благоприятных условий жизни населения.

Одной из ведущих систем жизнеобеспечения является городской пассажирский транспорт (ГПТ). Во многом именно он – гарант сохранения социальной, экономической и политической стабильности в любом городе или мегаполисе.

Развитие города и общественного транспорта взаимообусловлено. Районирование территорий, количество населения в них, расположение мест приложения труда определяют объемы и направления пассажиропотоков, нагрузку на местный транспорт. Развитие транспорта в свою очередь улучшает условия расселения в новых жилых районах, делает доступными и удобными для людей новые места приложения труда и объектов культурно-бытового назначения [1].

Основополагающая роль транспорта заключается в экономии времени

населения, затрачиваемого на преодоление расстояния между пространственно разобщенными элементами города. Транспорт, экономя время и силы человека, дает возможность значительно увеличить радиус осуществления контактов, необходимых ему для деловой, производственной, научной и культурной деятельности. Социальный эффект от развития ГПТ проявляется в улучшении доступности учреждений медицины, образования, культуры, торговли, что способствует удовлетворению спроса населения на различные услуги.

Исходя из сказанного, очевидно, что одной из главных проблем, требующих первоочередного решения для оптимизации городских пассажирских перевозок, становится определение конфигурации маршрутной сети, выбор типа транспортных средств и частоты их движения на маршруте. Причем эффективность функционирования городского пассажирского транспорта может быть существенно повышена за счет использования стратегии маршрутизации и планирования, учитывающей динамику изменения спроса. Данная стратегия предусматривает прежде всего обслуживание по укороченным маршрутам и зональным системам.

Стратегия укороченных маршрутов базируется в том числе и на совмещении двух вариантов обслуживания, когда укороченный маршрут полностью перекрывается более длинным полным маршрутом. К тому же существенно, что укороченный охватывает наиболее загруженную часть коридора.

Применение гибкой стратегии позволяет скорректировать распределение подвижного состава по маршрутам путем уменьшения числа требуемых транспортных средств. Эффективность работы увеличивается за счет повышения коэффициента наполнения и снижения постоянных и эксплуатационных расходов. При этом увеличивается время ожидания для пассажиров, обслуживаемых только полным маршрутом — *доля фиксированных поездок*, в то время как уровень обслуживания остальных пассажиров — *доля альтернативных поездок* — не изменяется. Использование транспортных средств различной вместимости вместо фиксированного

размера парка обеспечивает дополнительные преимущества.

Стремление к повышению эффективности работы городского пассажирского транспорта за счет достижения определенной провозной возможности направления при минимальных затратах оператора привело к увеличению размера автобуса и, главным образом, к существенному сокращению доли затрат на персонал в эксплуатационных расходах. Такой подход не учитывает интересы пассажиров, для которых более выгодно использование меньших автобусов, способных обеспечить ту же самую провозную способность маршрута при меньших интервалах движения. Кроме того, использование меньших автобусов позволяет достичь более высоких значений средней эксплуатационной скорости, что выгодно как пассажирам, так и операторам, а также снизить капитальные и эксплуатационные затраты на единицу подвижного состава.

Анализ накопленного опыта показывает, что минимизация затрат (пользователей и оператора) или максимизация сетевой эффективности (интересы пассажиров и другие преимущества за вычетом не покрываемых тарифами и внешними капиталовложениями затрат оператора) требуют применения меньшего, чем в настоящее время, размера автобуса.

В предлагаемой модели рассматривается конфигурация участка сети с двумя маршрутами — укороченным и полным — и до разворота в обоих концах коридора. Размер транспортного средства является переменным для обоих маршрутов.

Для данной провозной способности использование укороченного маршрута, переменный размер транспортного средства в пиковой точке нагрузки уменьшают затраты оператора, но в то же время повышают удельные затраты времени на ожидания из-за ограничений, налагаемых на долю фиксированных поездок. При этом, когда для каждого периода работы в точках максимальных нагрузок обеспечивается минимально допустимая по условиям спроса провозная способность направления, оператор минимизирует свои затраты. Однако оптимальный для пасса-



жиров режим эксплуатации достигается при меньших значениях вместимости автобуса и больших значениях частоты движения по всему направлению в течение всего времени работы.

Для оптимального решения задачи нужно либо максимизировать сетевую эффективность, т.е. разность между преимуществами пассажиров и затратами оператора, не покрываемыми тарифами (эластичный спрос), либо минимизировать общие (пользователей и оператора) затраты (постоянный спрос). Такой подход позволяет осуществить оптимизацию на практике, поскольку им предусматривается мультипериодная модель, в которой конечные остановочные пункты, частота и вместимость автобуса для обоих маршрутов (полного и укороченного), а также средний тариф (в случае эластичного спроса) остаются переменными входными параметрами.

Рассматриваются два варианта движения автобусов — случайное (распределение Пуассона) и регулярное. Движение происходит в смешанном транспортном потоке в условиях риска возникновения заторовых ситуаций. Все это требует координации графиков. Поэтому частота движения для укороченного маршрута принимается кратной частоте полного маршрута, а коэффициент координации графиков и относительное смещение являются переменными входными параметрами. Моделирование поведения пассажиров позволяет проследить динамику изменения пассажиропотоков на полном и укороченном маршрутах и получить значения среднего времени ожидания для обоих случаев. Частота движения и, в случае регулярного движения автобусов, коэффициент координации графиков, а также относительное смещение дифференцируются в зависимости от периода работы; таким образом, укороченный маршрут используется только в течение определенных промежутков времени, в то время как исходные значения других параметров остаются постоянными на протяжении всего времени работы.

Решение задачи оптимизации в рамках мультипериодной модели стало объективной необходимостью, поскольку наличие параметров, функционально

зависимых от периода работы, не позволяет разбить задачу на монопериодные подзадачи.

Такие переменные, как частота, относительное смещение (в случае регулярного движения автобусов) и тариф, по сути своей — непрерывные. Совокупность возможных значений вместимости автобуса определяется характеристиками имеющегося в эксплуатации подвижного состава.

Пассажиры системы общественного транспорта постоянно сталкиваются с проблемой выбора маршрута. Как правило, нужного пункта назначения можно достичь, используя несколько на первый взгляд аналогичных маршрутов. Выбор пассажира зависит от множества факторов — тут и время поездки, время подхода к остановочным пунктам, и число пересадок, регулярность, тариф и так далее.

Традиционный подход в планировании работы транспорта при распределении поездок основывается на предположении, что выбор пассажиров обуславливается только частотой движения автобусов на маршруте и величиной среднего времени ожидания, при этом чаще всего не учитывается разница во времени поездки и считается, что интервалы между моментами прибытия автобусов различных маршрутов имеют равномерное распределение. Однако фактически последнее описывается отрицательным экспоненциальным распределением. Это показывают экспериментальные данные, полученные на реальной маршрутной сети.

Предлагаемая модель выбора маршрута рассматривает в совокупности время поездки и интервалы движения. Кроме того, интервалы движения на различных маршрутах считаются несогласованными, что является более реалистичным с поведенческой и операционной точек зрения.

Для анализа различных вариантов можно классифицировать условия функционирования системы городского пассажирского транспорта по уровню информационного обеспечения пассажиров и возможности сохранять расчетные значения графиков движения. Именно на эти факторы оказывает влия-

яние логистическая система управления общественным транспортом. Поэтому при моделировании включаются следующие варианты информационного обеспечения:

- **Вариант А** (хорошая информированность): пассажиры знают время поездки, интервалы движения и время прибытия транспортных средств по всем маршрутам.

- **Вариант В** (недостаточная информированность): пассажиры знают время поездки и интервалы движения, но не знают время прибытия транспортных средств.

По уровню контроля за работой подвижного состава на линии и координации между операторами моделируются:

- **Вариант С** (отсутствие координации времени прибытия): интервал между временем прибытия транспортных средств на любом маршруте постоянен. Моменты прибытия на различных маршрутах считаются независимыми, и время прибытия транспортных средств, таким образом, на любом маршруте равномерно распределено в пределах интервала между последовательными моментами их прибытия на любом другом маршруте.

- **Вариант D** (согласованное время прибытия): интервал между моментами прибытия транспортных средств на любом маршруте является постоянным. Моменты прибытия считаются полностью согласованными.

Предполагается, что пассажиры стремятся минимизировать средние обобщенные затраты, складывающиеся из стоимостной оценки затрат времени на поездку и тарифа. Средние обобщенные затраты учитывают стоимостное выражение общего времени достижения пункта назначения, которое складывается из времени поездки, времени подхода, времени на пересадки и плату за проезд.

Основная задача данной модели — вычисление времени ожидания и распределения поездок для совокупности параллельных маршрутов L от начального узла.

Для рассматриваемого маршрута максимально приемлемое время поездки складывается из суммы времени

поездки и интервала для маршрута. Это необходимо в силу того, что для пассажира наиболее важно минимизировать затраты при выборе маршрута, даже если его время ожидания составит целый интервал, так как любой другой маршрут имеет время поездки, которое превышает сумму интервала и время поездки для данного маршрута. То есть приемлемыми являются только те маршруты, время поездки на которых меньше максимального.

С учетом того, что моменты прибытия транспорта являются несогласованными (вариант С), пассажиры владеют расписанием (вариант А) и распределены равномерно, а также того, что пассажиры стремятся минимизировать средние обобщенные затраты, простой вероятностный анализ позволяет получить следующие основные выражения вероятностей выбора маршрута (среди k параллельных маршрутов) и расчетного времени ожидания.

Вероятность p выбора маршрута u определяется следующим образом:

$$p_u = \int_0^{t_u} \frac{1}{t_u} \prod_{i=1, i \neq u}^k \left(1 - \min \left\{ 1, \max \left\{ \frac{x + r_u - r_i}{t_i}, 0 \right\} \right\} \right) dx. \quad (1)$$

А среднее время ожидания w выражается формулой:

$$w = \sum_{u=1}^k \int_0^{t_u} \frac{1}{t_u} \prod_{i=1, i \neq u}^k \left(1 - \min \left\{ 1, \max \left\{ \frac{x + r_u - r_i}{t_i}, 0 \right\} \right\} \right) dx, \quad (2)$$

где p_u — вероятность выбора маршрута u ;

r — время поездки, мин;

t — интервал движения, мин;

k — количество параллельных маршрутов.

Без проведения упрощений точные вычисления возможны при $k=2$, т. е. когда выбор осуществляется между двумя маршрутами. В этом заключается основная идея подхода, который основан на последовательной цепочке итераций сравнения и выбора между рассматриваемым и эквивалентным маршрутом, представляющим кластер (группу) ранее выбранных маршрутов. Один маршрут сравнивается одновременно с группой уже принятых маршрутов. Если маршрут соответствует заданным характеристикам, он включается в группу приемлемых маршрутов, не соответствует — отклоняется.



Время ожидания и распределение поездок рассчитываются методом итераций, когда на каждом шаге отдельный маршрут сравнивается с группой уже принятых маршрутов, формирующих действующий кластер, который и составляет эквивалентный маршрут.

При использовании метода последовательных приближений необходимо выполнять ряд основных условий (эквивалентный маршрут обозначен как m , рассматриваемый маршрут — u):

Условие 1: маршруты анализируются в восходящем порядке по времени поездки (начиная с самого скоростного).

Условие 2: рассматриваемый маршрут принимается только в том случае, если его время поездки меньше, чем сумма интервала и времени поездки для эквивалентного маршрута m , составленного из всех маршрутов с более коротким временем поездки, то есть $r_u < r_m + t_m$.

Условие 3: доли принятых маршрутов при добавлении нового сокращаются (коэффициент сокращения $1 - P_u$, где P_u — доля добавленного маршрута).

Для эквивалентного маршрута m назначается время поездки r_m , равное среднему времени поездки, и интервал t_m , равный удвоенному среднему времени ожидания w для группы уже принятых маршрутов, в соответствии со следующими выражениями:

$$r_m = (1 - p_u)r'_m + p_u r_u; \quad (3)$$

$$t_m = 2w, \quad (4)$$

где r_m — среднее время поездки, мин;

r'_m — время поездки для эквивалентного маршрута в предыдущей итерации, мин.

В случае, если существует более двух маршрутов, критерий выбора, введенный в условие 2, становится жестче по сравнению с используемым в выражениях (1) и (2). В дальнейшем условия выбора будут такими же жесткими для каждого рассмотренного и принятого маршрута. Это означает, что в случае, если существует несколько маршрутов с малым временем поездки, вероятность выбора маршрута с большим временем поездки очень мала. По сравнению с использованием постоянного критерия выбора в выра-

жениях (1), (2) данный подход является более реалистичным.

Процедура сокращения долей, введенная в условие 3, — упрощение первоначальной математической модели. Алгоритм данного метода представлен на рис. 1 [2].

Если существует два или более маршрута с равным временем поездки и интервалом, то на этапах 1-7 для них могут быть получены разные доли поездок. Однако на этапе 8 доля поездок заменяется их средним арифметическим для группы маршрутов с равными временем поездки и интервалами.

Выражения на этапе 6 — формулы (1) и (2), адаптированные для случая двух маршрутов: m и u .

Описанный метод основан на варианте С — моменты прибытия транспортных средств не согласованы. Однако первоначально было определено несколько возможных вариантов — два поведенческих (A и B) и два операционных (C и D).

Необходимо отметить отличительные особенности применения модели для случаев различной информированности пассажиров (A и B):

— когда пассажир знает время прибытия транспортных средств (вариант A), он может выбирать не только между различными маршрутами на остановочном пункте, но и, кроме того, между различными остановочными пунктами;

— когда пассажир не знает время прибытия транспортного средства (вариант B), значение времени поездки может измениться после выбора приемлемых маршрутов. В результате на шаге 5 (вариант B) $\wedge r \equiv r_u - r_m = 0$, то есть значение времени в пути игнорируется при распределении поездок, но не при принятии маршрутов.

Данный метод исходит из предположения о несогласованных интервалах движения на различных маршрутах, что очевидно для большинства ситуаций. Но в некоторых ситуациях на определенных участках сети маршруты могут быть заведомо согласованными — вариант D . Тогда метод может применяться и для моделирования подобных ситуаций. Для этого в алгоритм моделирования следует ввести предварительный и заключительный этапы.

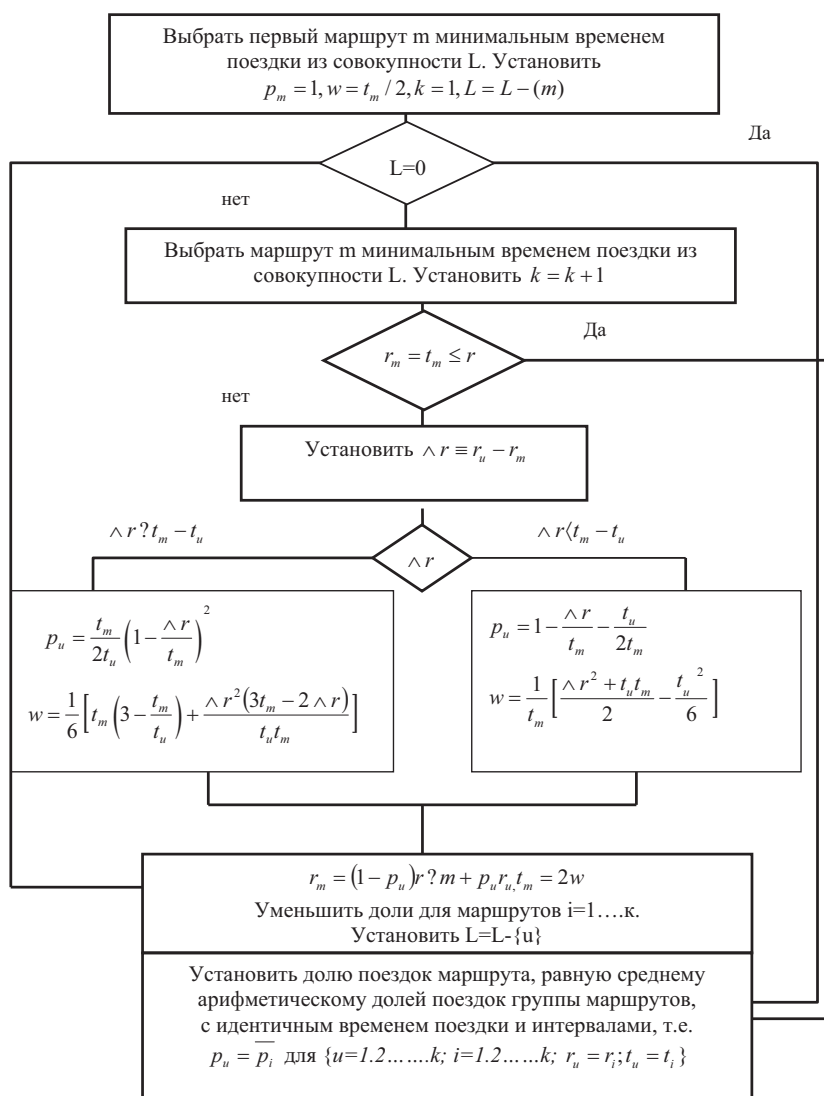


Рис. 1. Алгоритм моделирования процесса выбора маршрута.

На предварительном этапе необходимо каждую группу согласованных маршрутов свести к одиночному эквивалентному маршруту с частотой, равной сумме частот маршрутов в группе. Далее модель работает по описанному алгоритму.

На заключительном этапе доля для каждого маршрута в группе берется пропорционально частоте. Однако эта процедура позволяет получить корректные результаты только в случае идентичности частот маршрутов.

С учетом незначительных изменений структура модели может быть расширена для моделирования работы двух неперекрывающихся маршрутов, каждый из которых об-

служивает определенную часть направления.

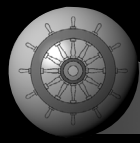
Перспективные варианты развития предложенной модели включают ряд направлений и среди них оптимизацию работы разветвленных коридоров, сети автобусных маршрутов с общей конечной остановкой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гудков В.А., Миротин Л.Б. Технология, организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками. — М.: Транспорт, 1997.
2. Миротин Л.Б., Шабанов А.В. Специфика логистического подхода в организации и управлении общественным пассажирским транспортом. — М: Транспорт, 2003.

Координаты автора статьи (author's address):
Исик Л.В. — 8-908-1779513 lyana-isik@yandex.ru





Голосовой трафик в сетях Этернет



Александр БОЙКОВ

Alexander D. BOYKOV

Предложения по передаче трафика, чувствительного к задержкам, по сетям Ethernet уровня города. Сравнительный анализ эксплуатируемых решений, опытных разработок и исследований.

Ключевые слова: сеть, функция, услуга, трафик, качество, синхронизация.

Voice traffic in Ethernet Networks

Boykov A.D. – postgraduate student of the chair of software of ACS of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

Proposals concerning transmission of traffic, susceptible to delays, by the Ethernet networks at the city level. Comparative analysis of the applied solutions, development works and researches.

Key words: network, function, traffic, quality, synchronization.

Бойков Александр Дмитриевич – аспирант кафедры «Математическое обеспечение автоматизированных систем управления» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).

Чтобы использовать классический Ethernet для глобальных сетей, его надо снабдить пятью базовыми функциями: масштабируемостью; защитой; качеством услуг (Quality of Service, QoS) на базе соглашения о сервисе; управлением услугами; поддержкой передачи трафика, чувствительного к задержкам.

Для первых четырех функций уже существуют решения, предложенные различными производителями. Что касается пятой функции, то нам неизвестны примеры развертывания сетей с пропуском трафика, чувствительного к задержкам, нет точного технического описания существующих технологий. С другой стороны, в данный момент технология ATM позволяет передавать именно такой тип трафика (спецификация Circuit Emulation Service/CES). Эта технология внедрена у большинства операторов связи и доказала свою состоятельность.

Сервис по обеспечению эмуляции трафика, сокращенно СЭТ, является обозначением англоязычной версии CES. Аббревиатура в русской транскрипции введена автором впервые в данной статье.

Функция СЭТ упаковывает и воспроизводит данные клиента на уровне

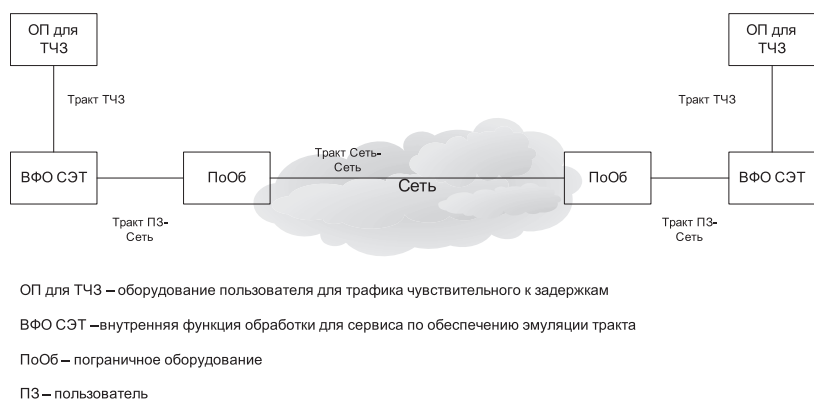


Рис. 1. Общая схема СЭТ поверх сети с коммутацией пакетов.

международных рекомендаций для трафика, чувствительного к задержкам (ТЧЗ). Общая схема СЭТ поверх сети с коммутацией пакетов представлена на рис. 1. Идея такого сервиса заключается во внутренней функции обработки — ВФО (Inter Working Functions, IWF), расположенной на обоих окончаниях СЭТ. Аббревиатура ВФО используется автором опять же впервые как аналог англоязычной IWF.

ПЕРЕДАЧА ТЧЗ ПОВЕРХ СЕТИ METRO ETHERNET

Эмуляция тракта ТЧЗ в данном случае является технологией, позволяющей сервис-провайдерам предлагать услуги трафика клиенту. В спецификации MEF описано два сервиса.

Базовый сервис T-Line — это соединение типа точка-точка, передача данных с постоянной скоростью, схожей с традиционной выделенной линией трафика ИКМ (рис. 2).

Сервис линии импульсно-кодовой манипуляции (ИКМ) — точка-многоточка. Провайдер передает на пользова-

ние один или оба окончания вторичной сети.

В обоих сервисах СЭТ проходит через сеть Metro Ethernet, применяя виртуальные соединения Ethernet типа точка-точка (Ethernet Virtual Connection — EVC). Определение виртуального соединения Ethernet описано в спецификации MEF 10.1, которая заменила устаревшие спецификации MEF 1, MEF 5 и MEF 10.

Виртуальное соединение Ethernet — это фундаментальный аспект в предоставлении сервисов, это связь двух и более трактов пользователь-сеть, ТПС (User Network Interface, UNI) и одновременно физическая точка разделения ответственности между провайдером сервиса и подписчиком. Оборудование пользователя для ТЧЗ и сеть Metro Ethernet обмениваются фреймами сервиса (Service Frames) через ТПС. Технология ATM для передачи данных использует фреймы длиной 53 байта. И здесь появляется вопрос о надежности ТЧЗ при такой длине фрейма. Неясно, сможет ли

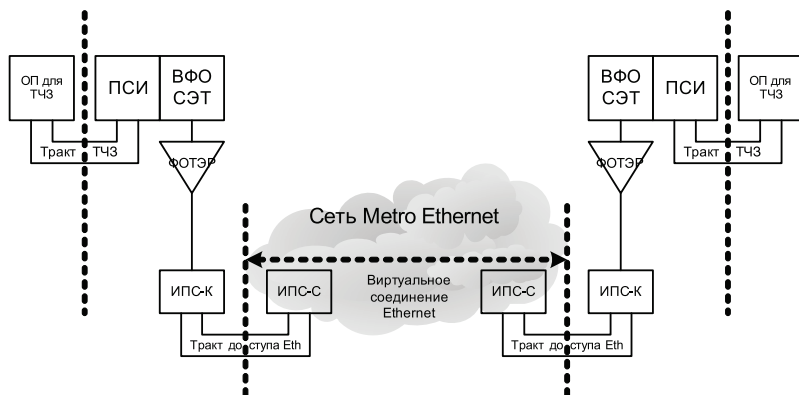


Рис. 2. Сервис линии ИКМ поверх сети Metro Ethernet.





Рис. 3. Модель сервисов Ethernet.

сеть передать трафик, чувствительный к задержкам, с необходимым качеством на приемной стороне или нет.

Спецификация MEF 10.1 не содержит предположений о деталях сети MEN. Она может состоять как из одного коммутатора, так и совокупности сетей, основанных на различных технологиях. При большом количестве коммутаторов сеть, понятно, будет в достаточной степени нагружена. Если нагрузка окажется предельной, то, возможно, показатель задержки пакетов в сети превысит пороговое значение и качество ТЧЗ на приемном конце станет неудовлетворительным. Зависимость величины нагрузки от времени влияет и на такой важный показатель качества, как вариация задержки фреймов.

Каждое виртуальное соединение должно содержать свой уникальный идентификатор (ID) в пределах всей сети, а каждый ТПС в пределах одного виртуального соединения Ethernet должен иметь уникальный номер. Фрейм сервиса может содержать IEEE 802.1Q Tag. Данный стандарт предполагает использование специального идентификатора для приоритизации трафика. В сети ATM есть несколько уровней для

различного вида трафика.

Предполагается, что модель сервисов Ethernet строится на модели, которая показана на рис. 3.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ И ИНТЕРФЕЙСЫ

Процесс формирования фрейма Ethernet из клиентского сигнала ИКМ описан в спецификации MEF8. Цель документа — обеспечить адресацию транспортируемых линий связи, переносящих цифровой сигнал по сети Metro Ethernet.

Функциональные компоненты и интерфейсы процесса формирования фрейма представлены на рис. 4.

Процессор сервиса ИКМ или ПСИ (TDM Service Processor, TSP) — это компонент, который обрабатывает интерфейс с тем, чтобы на своем выходе получить сервис, который будет подвергаться эмуляции поверх сети Metro Ethernet, и наоборот. Например, ПСИ может обрабатывать заголовки фреймов или мультиплексировать несколько клиентских ИКМ сервисов в один. Интерфейс к ПСИ может быть:

— интерфейс сервиса ИКМ (тракт, отданный клиенту);

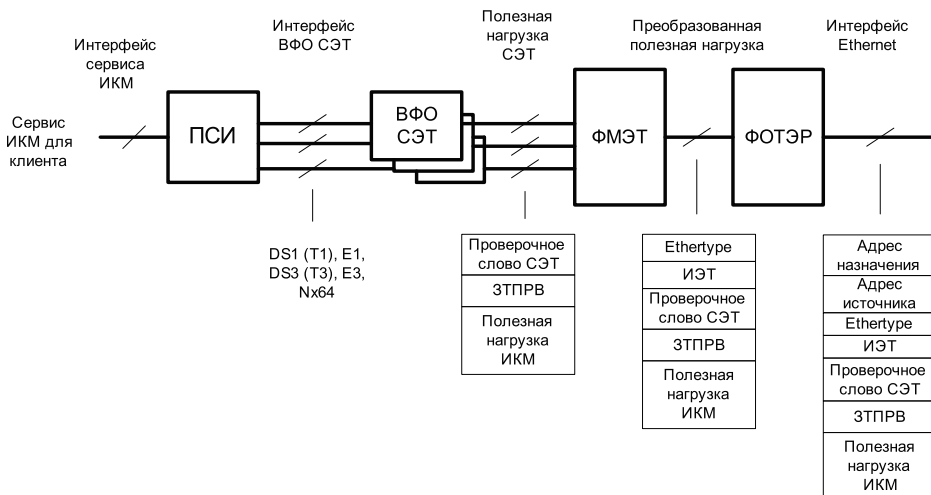


Рис. 4. Функциональные компоненты и интерфейсы.

— ВФО СЭТ интерфейс (т.е. DS1, E1, DS3, E3, or N x 64 kbit/s).

В терминах диаграммы на рис. 4 ВФО управляет процессом эмулирования сервиса, который присутствует на интерфейсе трафика ИКМ СЭТ. Соответственно ВФО СЭТ отвечает за все функции, необходимые для процесса эмулирования сервиса. В их число входят:

- инкапсуляция и декапсуляция;
- форматирование и извлечение полезной нагрузки;
- синхронизация;
- перенос сигнализации и аварий ИКМ;
- мониторинг производительности ИКМ тракта.

ВФО СЭТ является функцией адаптации трафика, влияющей на его качество.

Функция де/мультиплексирования эмулированного тракта ИКМ, или ФМЭТ (Emulated Circuit De/Multiplexing Function, ECDX) — оперирующая в пакетном домене сети Metro Ethernet.

Функция окончания тракта Ethernet, или ФОТЭР (Flow Termination Function, EFTF) — в данном контексте берет адаптированную полезную нагрузку с ФМЭТ, добавляя:

- MAC адрес назначения и источника;
- VLAN Tag (если это необходимо) и ассоциирует Tag ID с информацией о приоритете клиента;
- вставку бит для достижения минимального размера фрейма Ethernet;
- порядок следования фреймов, ПСФ (frame check sequence — FCS).

СИНХРОНИЗАЦИЯ ДЛЯ ИКМ ТРАФИКА

Одной из задач ВФО является сохранение синхронизации на уровне, определенном в стандартах. Результат может быть получен с участием оборудования пользователя методом внешней синхронизации или из ИКМ сигнала с помощью метода линейной синхронизации.

Когда ИКМ тракт передается через СЭТ, то он пакетизируется в модуле ВФО СЭТ и восстанавливается в ИКМ-сигнал на приемной стороне. Сигнализация ИКМ тракта перестает существовать, когда сигнал пакетизируется.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УРОВНИ И ИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ

Уровень сервиса Ethernet состоит из стандартного заголовка Ethernet MAC второго уровня, добавляемого ФОТЭР.

Назначение адреса источника Ethernet — дело локальной методики. Это позволяет нескольким ВФО распределить один подуровень MAC Ethernet или каждой ВФО управлять собственным подуровнем MAC.

С тех пор как функция адаптации ВФО передается напрямую на уровень Ethernet без каких-либо промежуточных протоколов, особое значение "Ethertype" должно быть добавлено в заголовок ВФО для того, чтобы идентифицировать протокол для принимающего устройства (фрейм Ethernet, несущий функцию адаптации ВФО).

Заголовок функции адаптации состоит при этом из трех компонентов:

1. Идентификатор эмулированного тракта (Emulated Circuit Identifier) — определяет, что несет в себе тракт, прошедший эмуляцию.

2. Контрольное слово СЭТ (CESoETH control word) — обеспечивает упорядочивание пакетов и сигнализацию об ошибках. Контрольное слово добавляется модулем ВФО СЭТ.

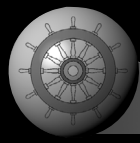
3. Заголовок транспортного протокола реального времени (Optional RTP header) означает, что синхронизация и упорядочивание пакетов могут быть обеспечены [RFC 3550]. Но в каком-то случае по умолчанию этот заголовок не используется.

ПРИМЕНЕНИЕ НА ТРАНСПОРТЕ

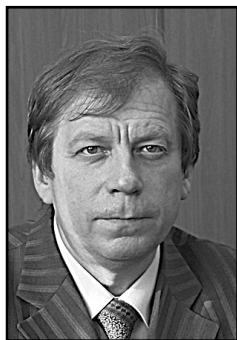
Предполагаемое использование технологии Ethernet снизит затраты на развертывание и обслуживание транспортных сетей. На железнодорожном транспорте основной тип передаваемых данных — это трафик типа ТЧЗ. Если с учетом снятия некоторых вопросов удастся передавать ТЧЗ на должном качественном уровне, сократятся не только операционные расходы, но и станет более доступным и удобным метод сетевого управления логистическими комплексами. Последнее сегодня особенно актуально, учитывая стратегию развития отрасли.

Координаты автора статьи (author's address):
Бойков А.Д. — 8-926-5896069,
alexander_boykov@list.ru





Методика расчета интервальных допусков



Петр БЕСТЕМЬЯНОВ
Petr F.BESTEMIYANOV

Андрей РОМАНЧИКОВ
Andrey M.ROMANCHIKOV



Бестемьянов Петр Филимонович — доктор технических наук, профессор, директор Института систем управления, телекоммуникаций и электрификации Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).

Романчиков Андрей Михайлович — аспирант кафедры «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте» МИИТа.

Оценка безопасного интервала времени между поездами при координатном регулировании движения.

Ключевые слова: интервальное регулирование, координатная система, динамика поезда, алгоритмы управления.

Technique of Computation of Interval Allowance

Bestemiyarov P.F. – D. Sc. (Tech.), professor, director of the Institute for Automatics and Telemechanics of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

Romanchikov A.M. – postgraduate student of the chair "Automatics and telemechanics of railways" of MIIT.

Assessment of safe time interval between trains while using coordinate traffic control.

Key words: interval control, coordinate system, dynamics of train, algorithms of control.

Координатный принцип интервального регулирования (ИР) ориентирует регулирование движения поезда на «хвост» впередиидущего состава, в отличие от систем автоблокировки, в которых регулирование имеет ориентиром границу блок-участка [1]. Реализация координатной системы ИР помогает увеличить пропускную способность железнодорожных линий и линий метрополитена за счёт сокращения межпоездных интервалов [1, 2]. Так, минимально возможный межпоездной интервал при использовании систем автоблокировки не может быть меньше 5-6 минут [2], а при управлении по «хвосту» впередиидущего поезда его минимальное значение составляет 25,3 с при скорости движения поезда метрополитена 62,3 км/ч [3].

Чтобы обеспечить эффективность координатной системы ИР, нужно разработать такие алгоритмы и ограничения на их применение, которые исключают столкновение попутно следующих поездов и тем самым гарантируют безопасность движения. Для этого необходимо определить минимально возможное сближение

попутно следующих поездов (интервал времени между ними — временной интервал между «головой» сзадиидущего поезда и «хвостом» впередиидущего).

Исходя из этого возникает потребность в количественной оценке влияния на безопасность движения динамических характеристик не только поезда, но и тягового двигателя, пневматического тормоза, крана управления пневматическим тормозом, контроллера машиниста.

С учётом перечисленных факторов движение поезда при координатном регулировании описывается системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{d\Phi}{dt} = f(\Phi, V, \delta) \\ \frac{dV}{dt} = f(\Phi, V, \delta) \\ \frac{dS}{dt} = V \\ \frac{d\delta}{dt} = \tau_{uz}(u(t) - a_\phi) \\ \frac{dR_p}{dt} = \frac{R(t) - R_p}{\tau_c} \\ \frac{dp_c}{dt} = \frac{P_0 - p_c}{\tau(p_c)} \end{cases}$$

Здесь Φ — магнитный поток в тяговом двигателе, Вб; V — скорость поезда, м/с; σ — управляющее воздействие; S — координата поезда, м; τ_{uz} — постоянная времени управляющего органа, с; a_ϕ — текущее ускорение поезда, м/с²; $u(t)$ — закон управления движением поезда для случаев передачи с впередиидущего поезда информации о координате, координате и скорости, а также координате, скорости и ускорении [4]; $R(t)$ — функция изменения сопротивления пусковых резисторов от времени; R_p — омическое сопротивление пускового реостата, Ом; τ_c — постоянная времени изменения сопротивления пусковых

резисторов, с; P_0 — уставка давления в тормозном цилиндре, соответствующая положению крана машиниста; p_c — давление в тормозном цилиндре, кг/см²; $\tau(p_c)$ — постоянная времени как функция, зависящая от давления в тормозном цилиндре, с.

Используя разработанную математическую модель, можно оценить минимально допустимый интервал времени между поездами и допустимое по условиям безопасности время опроса параметров впередиидущего поезда при заданной относительной ошибке по координате Δ_{SF} и скорости Δ_{VF} , которые учитывают неполноту информации о параметрах движения впередиидущего поезда [4]. Относительная ошибка по координате Δ_{SF} является критерием безопасности движения, поскольку она показывает, на какое время поезд опережает заданную законом управления траекторию движения или отстает от неё из-за неполноты информации о параметрах движения впередиидущего поезда. Критическим значением относительной ошибки по координате будет такое, которое приводит к столкновению попутно следующих поездов. Относительная ошибка по скорости Δ_{VF} выступает показателем качества управления, поскольку при больших ее значениях поезд вынужден постоянно разгоняться или тормозить, что приводит к значительной нагрузке на тяговые двигатели и систему торможения и создает дискомфорт пассажирам.

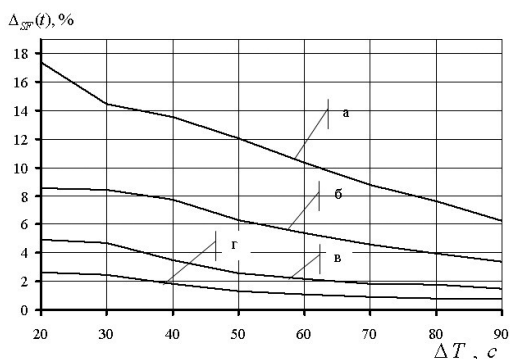


Рис. 1. Зависимость относительной ошибки по координате от интервала времени между поездами (а) — $t_s = 10$ с; (б) — $t_s = 5$ с; (в) — $t_s = 2$ с; (г) — $t_s = 1$ с.



Интервалы времени между поездами, как показывает моделирование, не могут быть меньше 20 с, ибо в противном случае [5] динамические переходные процессы приводят к столкновению между поездами и система теряет устойчивость. С учетом условий безопасности необходимо рассматривать наихудший вариант [6], поэтому под значением относительной ошибки по координате Δ_{SF} и скорости Δ_{VF} будем понимать максимальное значение ошибки, полученное при заданных значениях интервала времени между поездами и времени опроса координаты впередиидущего поезда.

Используя данные моделирования для закона управления, при котором на сзадиидущий поезд передается координата впередиидущего, были построены зависимости относительных ошибок по координате Δ_{SF} (рис. 1) и скорости Δ_{VF} (рис. 2) от времени опроса координаты впередиидущего поезда t_s при интервалах времени между поездами ΔT , изменяющихся от 20 до 90 секунд с шагом 10 с.

Из рис. 1 видно, что значения относительной ошибки по координате Δ_{SF} уменьшаются при увеличении интервала времени между поездами ΔT . Значение относительных ошибок также зависит от времени опроса координаты впередиидущего поезда t_s . С уменьшением t_s уменьшается и ошибка.

Из полученных зависимостей можно определить минимальный интервал времени между поездами и допустимое время опроса координаты впередиидущего поезда, исходя из заданной относительной ошибки управления по координате. Скажем, при $\Delta_{SF} = 2\%$ допустимый интервал времени между поездами должен быть больше 37 с при $t_s = 1$ с, а при $t_s = 2$ с соответственно больше 65 с. Для $\Delta_{SF} = 4\%$ допустимый интервал времени между поездами предполагает больше 20 с при $t_s = 1$ с, а при $t_s = 2$ с соответственно больше 36 с, при $t_s = 5$ с — больше 80 с.

Зависимости для относительной ошибки по скорости (рис. 2) носят тот же характер, что и для Δ_{SF} , т.е. значение ошибки уменьшается с увеличе-

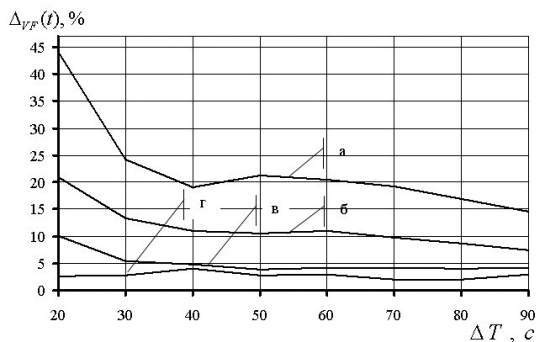


Рис. 2. Зависимость относительной ошибки по скорости от интервала времени между поездами (а) — $t_s = 10$ с; (б) — $t_s = 5$ с; (в) — $t_s = 2$ с; (г) — $t_s = 1$ с.

нием ΔT и уменьшением t_s . Поскольку относительная ошибка по координате является критерием безопасности движения, то, следовательно, допустимое значение относительной ошибки по скорости выбирается опять же из допустимого интервала времени между поездами. Тогда для $\Delta T = 37$ с при $t_s = 1$ с значение относительной ошибки по скорости не более 4,7%, а для $\Delta T = 80$ с при $t_s = 5$ с — не более 9,1%.

Предложенная методика позволяет контролировать допустимый по условиям безопасности интервал времени между поездами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лисенков В.М. Теория автоматических систем интервального регулирования. — М.: Транспорт, 1987.
2. Макарович А.М., Дьяков Ю.В. Использование и развитие пропускной способности железных дорог. — М.: Транспорт, 1981.
3. Баранов А.А. Потенциальная оценка интервала попутного следования поездов и управление движением // Вестник МИИТа. Вып. 17. — М., 2007.
4. Бестемьянов П.Ф., Романчиков А.М. Контроль движения при координатном регулировании // Мир транспорта. — 2008. — № 1.
5. Романчиков А.М. Влияние неполноты информации на безопасность движения поездов при координатном способе регулирования. // Труды VIII научно-практической конференции. Часть 1. — М.: МИИТ, 2007.
6. Лисенков В.М. Статистическая теория безопасности движения поездов: Учебник для вузов. — М.: ВИНТИ РАН, 1999.

Координаты авторов (authors' addresses):

Бестемьянов П.Ф. — 8-495-6842982
ilemsmiit@yandex.ru
Романчиков А.М. — 8-495-6842419
ilemsmiit@yandex.ru

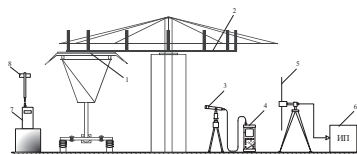


ЭКОЛОГИЯ 108

Надо ли валить всю вину на транспорт?

РИСКИ ТОКОСЪЕМА 112

Дуга на проводе – комплекс проблем.



ОПОЛЗНИ 120

Защита дорожных инженерных сооружений.

ЭКСПЕРТИЗА 124

Надежность конструкций дает шанс сохранить безопасность.

ОХРАНА ТРУДА 128

Кабинное укрытие: способы снять угрозы.

РЕСУРСЫ ЧС 134

- Противопожарная профилактика.
- Модель для экстремальной ситуации.

ENVIRONMENT PROTECTION 108

Is it correct to lump the blame only on transport?

RISKS OF ELECTRIC POWER COLLECTION 112

Arc on the lead means a set of problems.

LANDSLIDE 120

Protection of railway engineering structures.

ASSESSMENT 124

Reliability of constructions gives a chance to maintain safety.



JOB SAFETY 128

Cabin protection: techniques to remove threats.

RESOURCES FOR EMERGENCIES 134

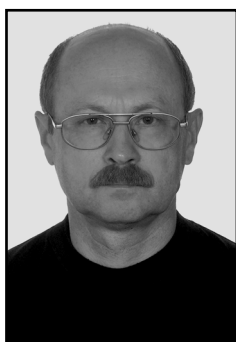
- Fire prevention.
- Model for extreme cases.

БЕЗОПАСНОСТЬ





Виноват не только автомобиль



Алексей КУЛЬЧИЦКИЙ

Alexey R. KULCHICKIY

К выбросу в атмосферу населенных пунктов вредных веществ причастен не только транспорт. Кто в действительности виноват и что надо делать.

Ключевые слова: автомобиль, экологическая безопасность, источники загрязнения, новая стратегия.

Not only the Car is to be blamed

Kulchickiy A.R. – D.Sc. (Tech.),
professor at the chair in heat engines
and power installations of Vladimir state
university.

*Not only is the transport guilty for
emission of hazardous substances into
the atmosphere of human settlements.
Who is really in fault and what must be
done.*

Key words: car, ecological safety,
environmental safety, sources of
pollution, new environmental strategy.

Кульчицкий Алексей Рэмович — доктор технических наук, профессор кафедры «Тепловые двигатели и энергоустановки» Владимирского государственного университета, заслуженный машиностроитель РФ.

Требования к содержанию вредных веществ в отработавших газах транспортных средств ужесточаются каждые 3-4 года. Их трудно выполнить, ибо нужны существенные финансовые вложения как на доводку двигателей (источника вредных веществ), так и на модернизацию транспортного производства. Но загрязнение атмосферы в городах не снижается, что особенно заметно в мегаполисах. Налицо неэффективность затрат. Нет ли ошибки в определении целевых приоритетов при поиске решения экологических проблем?

В настоящее время названные требования определяются гигиеническими нормативами ГН 2.1.6.1338 — 03 «Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест». По этому документу наличие в атмосфере целого ряда веществ не считается вредным для окружающей среды (в первую очередь — для человека), если их содержание на высоте 1,5-3,5 м от поверхности земли (иначе говоря, приземная концентрация) не превосходит некоторого значения — предельно допустимой концентрации (ПДК).

Согласно ГОСТ 17.2.3.02-78 «Атмосфера. Правила установления допустимых

выбросов вредных веществ промышленными предприятиями», нормы на предельно допустимые выбросы (ПДВ) устанавливаются для каждого стационарного источника загрязнения атмосферы. Ограничительным условием является то, что выбросы от единичного источника в совокупности с другими источниками населенного пункта не создадут приземную концентрацию вредных веществ (ВВ), превышающую их ПДК. При этом следует учитывать немалое число разных факторов: перспективу развития предприятия, физико-географические и климатические условия местности, расположение производственных объектов и т.д. Для совокупности мелких источников (дымовые и вентиляционные трубы, аэрационные фонари, вентиляционные шахты и т.п.) определяют суммарные ПДВ.

Особенности процессов и процедур здесь таковы, что для стационарных источников при установлении норм на выброс, во-первых, принимается во внимание множество факторов, влияющих на величину приземной концентрации ВВ. А во-вторых, при пересмотре требований возможны не только их ужесточение, но и ослабление — главное, чтобы не были превышены ПДК веществ в воздухе населенных мест. В отношении транспортных средств ситуация иная: при каждом пересмотре требования только ужесточают, причем нормы предусматриваются только в масштабах всей страны (как минимум); при этом не берутся в расчет ни географические, ни климатические, ни ландшафтные, ни популяционные, ни социальные аспекты.

С 2000 года в России приняты (правда, с отставанием от других стран по срокам введения соответствующих норм) европейские стандарты на выброс ВВ с ОГ двигателей автомобильного транспорта и внедорожных самоходных машин (к последним относят сельскохозяйственную, лесную, строительную, коммунальную и прочую технику), а также речного и железнодорожного транспорта. Так, если с 1 января 2008 года в Европе действуют нормы уровней Евро-5 (на автомобилях) и этапа 3 (для внедорожных машин), то в России — лишь нормы Евро-3 и этапа 2.

Если же сопоставить численное значение норм, то для отечественной

техники они слабее приблизительно в 1,5-2,5 раза для автомобилей обычного типа и в 1,25-1,75 раза для внедорожников (диапазоны обусловлены различной степенью ужесточения по разным компонентам нормирования). На первый взгляд, не такие уж и большие поправки, но следует учесть, что при введении европейских норм произошло почти двухкратное ужесточение относительно норм, действовавших до этого в России (одновременно стоит вспомнить, что было с нашей промышленностью в период 1992-1999 гг.).

Современные экологические требования к транспорту в Европе, США и Японии очень жесткие (даже на фоне возможностей их промышленности). Однако и насыщенность транспортом (на 1000 жителей) в этих регионах мира в 2,5-3,5 раза выше, чем России. Поэтому понятны причины установления таких норм на выброс ВВ. Непонятно другое: почему в российских условиях эти нормы должны быть аналогичными?

Основным аргументом в пользу введения в стране именно европейских норм считается обеспокоенность якобы неизбежным (в противном случае) отставанием в техническом прогрессе. Но не менее значимы и призывы к защите окружающей среды. Однако, во-первых, технический уровень определяется не только экологическим уровнем транспортных средств; есть и другие показатели, например надежность, экономичность, безопасность, комфортабельность, себестоимость. А во-вторых, содержание ВВ в атмосфере зависит не только от их выброса, но и от их поглощения и рассеивания.

Поступление ВВ в воздух пропорционально концентрации этих веществ в отработавших газах и зависит от режима работы двигателя, то есть характера движения транспорта. Последний обуславливается, в частности, особенностями транспортных магистралей (качества покрытия, дорожными разметкой и знаками, степенью уклонов и спусков), плотностью автомобильных потоков, стилем вождения (тут уже характер человека, а не конструкции ТС).

Факторы, способствующие понижению концентрации ВВ в воздухе, тоже различны: поглощение зелеными на-



саждениями, разбавление воздушными массами (на что благоприятно влияет учет географических, климатических и ландшафтных особенностей района при его застройке, в том числе — ориентация магистралей с учетом «розы ветров»), очищение от твердых частиц за счет повышенной влажности воздуха (это зависит от количества и площади искусственных и естественных водоемов). Большую роль играет кооперация различных видов транспорта, преимущественное использование вместо автомобильного транспорта других ТС с учетом массы перевозимого груза и расстояния, на которое рассчитана доставка, — учет своего рода эффективных ниш транспорта [1]. Показательно, к примеру, как Европа заполнена грузовым автотранспортом. В то же время Россия имеет большие возможности по использованию железнодорожного и речного транспорта; при изменении пропорций в их пользу выброс ВВ в населенных пунктах наверняка бы сократился.

Соотношение перечисленных факторов для регионов и городских или сельских поселений разное: разве можно сравнить, например, плотность потоков транспорта в мегаполисах и глубинке? Для первых даже если все ТС будут выполнять нормы Евро-5, то все равно ПДК веществ в воздухе будет превышено, а для глубинки и ТС выпуска первой половины XX века (так называемые раритеты) не опасны. Соответственно, необоснованные (с санитарно-гигиенической точки зрения) призывы к беспредельному ужесточению требований к выбросу ВВ транспортными средствами — это экологический экстремизм. А точнее — конкурентная борьба за рынки сбыта. Основным преимуществом российской техники всегда была низкая цена. Но теперь ее нельзя выпускать, если она не может выполнить европейские экологические требования (то есть не может выполнять нормы, которые направлены на облегчение тяжелой жизни европейцев). Либо же ее цена должна приближаться к иностранным аналогам и лишаться своего преимущества.

Следует заметить, что перечисленные факторы касаются только одного аспекта экологических проблем — загрязнения воздуха. Но повышается

и концентрация вредных веществ в почве территорий, прилегающих к дорогам; ВВ (особенно оксиды серы) приводят к ускоренному разрушению различных архитектурных конструкций; существует и тепловое загрязнение (температура выбрасываемых в воздух отработавших газов колеблется от 120-150 до 600-900°C, а трение колес об асфальт может повысить температуру покрытия до 70°C); не дает о себе забывать шумовое загрязнение окружающей среды; интенсивно развивается электромагнитное загрязнение.

Одним из факторов, предопределившим ухудшение экологической обстановки в городах, явилось повышение плотности застройки. Местные администрации как ранее, так и сейчас основное внимание уделяют увеличению объемов строительства многоэтажных объектов, включая всяческие надстройки и вставки. Понятно — это дешевле, чем возведение новых сооружений за городом, поскольку все коммуникации уже под руками: и тепловые сети, и водопровод, и канализация, и электросети, да и новые дороги не надо строить. Но увеличение плотности населения приводит, естественно, к росту числа ТС в городах (но это уже проблемы не строителей), что требует развития всей транспортной инфраструктуры: дорог, стоянок, гаражей, заправочных станций, пунктов технического ремонта и т. д. Кроме того, строительство объектов сопровождается уничтожением зеленых насаждений (парков, бульварных деревьев, газонов) и сокращением количества водоемов (строители это не компенсируют).

Таким образом, чтобы не допустить превышения ПДК в атмосфере населенных пунктов, необходимо учитывать множество факторов, и транспорт — это одно из звеньев, причем далеко не всегда ключевое. Центр тяжести в решении экологических проблем должен быть перенесен на комплексные градостроительные планы. В этих планах нельзя оставлять места «муравейному строительству», отличительной чертой которого и даже самоцелью становится максимальное уплотнение застройки и увеличение этажности строений. Лучшая альтернатива тут — малоэтажное строительство в пригородах, расширение сети дорог, увеличение

площади зеленых насаждений и количества водоемов, создание пешеходных зон и т.п. Иначе говоря, приоритетом должна стать не «экономическая целесообразность», а «целесообразность удобного проживания».

И здесь обращает на себя внимание такой факт: есть нормы на выброс ВВ, есть ПДК веществ в воздухе населенных мест, есть ПДВ от стационарных предприятий, но нет нормы на плотность населения — количества квадратных метров земли на одного постоянно проживающего жителя. Именно земли, а не жилой площади: одна ситуация при трех- и пятиэтажных домах и совершенно другая при десяти-, пятнадцати-, двадцати- и прочих мегажетных строениях (даже если в них площади квартир будут в 3-5 раз больше). Новая норма плотности должна учитывать и площадь, занимаемую строением, и прилегающими территориями (в том числе газоны, водоемы, дороги, стоянки, детские площадки и т.д., и т.п.). Причем все это должно оцениваться не в масштабах всей страны (иначе получим что-то вроде средней температуры больных по больнице) и даже не для населенного пункта в целом, а как минимум — для каждого микрорайона города или поселка.

В настоящее время сложилась ситуация, при которой стремление достичь глобальных целей за счет улучшения экологических характеристик только транспортных средств неэффективно: затраты большие, а результата почти нет. В то же время **изменение градостроительной политики позволит** (также при больших

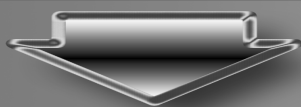
затратах, конечно) **решить проблему загрязнения атмосферы с гарантией**. Пока же, к сожалению, основные силы уходят на достижение ложной экологической цели — уменьшить содержание вредных веществ в отработавших газах отдельно взятого транспортного средства. Все это напоминает человека, который очень пристально смотрит себе под ноги (как бы не споткнуться о камешек, не попасть в ямку, не утонуть в луже), но не обращает внимания — куда ведет дорога.

Эта статья фактически продолжает тему, поднятую в одном из предыдущих номеров журнала «Мир транспорта» [2], и в отношении которой высказывались замечания о нарушении прав граждан в части предлагаемой авторами меры введения транспортных экологических зон, куда должен быть запрещен въезд транспорту с несоответствующим экологическим уровнем. Но эта мера давно применяется за рубежом, поскольку стала объективной необходимостью. Так что не стоит бояться выходить за рамки узаконенного настоящего. Без инноваций не появятся ни более совершенные законы (нормы) для будущей жизни, ни стратегически верные решения по поводу экологической безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киселев И.П. Перспективы высоких скоростей // Мир транспорта — 2007. — № 3.
2. Кульчицкий А.Р., Эфрос В.В. Зональное регулирование транспортных потоков // Мир транспорта. — 2007. — № 3.

Координаты автора статьи (author's address):
Кульчицкий А.Р. — ark6975@mail.ru



ЭКСПРЕСС-ИНФОРМАЦИЯ

САМЫЕ АВТОМОБИЛЬНЫЕ ГОРОДА СТРАНЫ

Проведенное аналитическим агентством «Автостат» исследование показало, что больше всего автомашин на каждую тысячу населения во Владивостоке (566), Красноярске (384), Сургуте (377).

С начала 2008 года автомобильный парк России насчитывает свыше 30 млн легковых автомобилей. Кроме названных уже лидеров в десятку их конкурентов

входят: Тюмень, Краснодар, Калининград, Москва, Нижневартовск, Пенза, Калуга. Из них лишь в двух последних городах на тысячу жителей приходится чуть менее 300 машин. Остальные наиболее крупные поселения имеют средний показатель 200-250 транспортных средств. Самые слабооснащенные региональные центры — Волгоград (181), Пермь (185), Челябинск (188).

(По материалам «КП»)





Комплексные экологические угрозы при токосъёме на ТС



Олег СИДОРОВ
Oleg A.SIDOROV

Виктор СЫЧЕНКО
Victor G.SYCHENKO



Ксения ДУДАРЕВА
Ksenia S.DUDAREVA

Сидоров Олег Алексеевич — доктор технических наук, профессор Омского государственного университета путей сообщения.

Сыченко Виктор Григорьевич — кандидат технических наук, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта (Украина).
Дударева Ксения Сергеевна — аспирант ОмГУПС.

Экспериментальные исследования звукового давления и электромагнитного излучения, генерируемых токоприемником электроподвижного состава.

Ключевые слова: электрический транспорт, токосъём, экологическая безопасность.

Combined Environmental Threats associated with Current Collection by Transport Facilities

Sidorov O.A. – D.Sc. (Tech.), professor of Omsk State University of Railway Engineering (OmskGUPS).

Sychenko V.G. – Cand.Sc. (Tech.), Dnepropetrovsk national university of railways (Ukraine).

Dudareva K.S. – postgraduate student of OmskGUPS.

Experimental research of acoustic pressure and electromagnetic emission generated by current receiver of electric rolling-stock.

Key words: electric transport, current collection, ecological (environmental) safety.

Действующая сейчас «экологическая программа железнодорожного транспорта Российской Федерации» предусматривает проведение опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ и реализацию мероприятий по охране атмосферного воздуха, водных ресурсов, использованию и обезвреживанию отходов, ликвидации экологических последствий аварийных ситуаций, производственно-экологическому контролю и нормативно-техническому обеспечению управления природоохранной деятельностью. К новым направлениям программы следует

В подготовке статьи также принимала участие Б.В.Мусаткина, старший преподаватель кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология» ОмГУПС.

The article was written with collaboration of Bella V.Musatkina, master lecturer of the chair of safety and security of human activities and of environment of OmskGUPS.

отнести мероприятия по исключению бактериального загрязнения железнодорожных путей и прилегающих территорий, повышению экологической безопасности при перевозке опасных грузов и эффективности штрафных платежей за выбросы вредных веществ передвижными источниками, а также обеспечение безопасных уровней электромагнитного воздействия на окружающую среду.

Одним из передвижных источников негативного влияния являются устройства токосъёма на подвижном составе, в том числе скользящий электрический контакт между токоприемником и контактным проводом. На рис. 1 представлены виды воздействия на окружающую среду, формирующиеся в процессе токосъёма [1].

Степень вредного влияния указанных источников далеко не равнозначна, интенсивность каждого из них зависит от многих параметров: скорости движения, токовой нагрузки, состояния токоприемника и его контактных пластин, контактного провода, погодных и других внешних условий.

Затраты на обеспечение экологической безопасности токосъёма имеют статус обязательных. Альтернативой им могут быть только значительно большие расходы сил и средств, обусловленные штрафными санкциями за несоблюдение требований санитарных и экологических норм, а также потери, связанные с утратой трудоспособности и здоровья людей.

Концепция и критерии экологического нормирования окружающей среды в РФ и Украине разработаны сегодня для отдельных видов воздействий. Существующие нормативно-правовые акты не учитывают весь комплекс негативно влияющих экологических факторов на экосистему и биосферу в целом. Реальная оценка загрязнения водных объектов, атмосферного воздуха, почвы и размеры платежей за допустимые и сверхнормативные выбросы и отходы отражаются в экологических паспортах и формах отчетности 2-ТП (воздух), 2-ТП (вода), 2-ТП (отходы). Для таких техногенных факторов, как шум, вибрация, инфракрасное, световое и ультрафиолетовое излучение, электромагнитные помехи, в настоящее время не разработаны предельно допустимые уровни воздействия и предельно допустимые нагрузки на окружающую среду.

В лаборатории «Контактные сети и линии электропередачи» Омского государственного университета путей сообщения изучаются различные виды воздействия устройств токосъёма на окружающую среду. Для этого подготовлена и реализована комплексная методика экспериментальных исследований, целью которой является оценка экологических параметров токоприемников. Методика основана на использовании лабораторной установки для изучения токосъёма в условиях, максимально приближенных к реальным — при скорости в скользящем контакте до 70 м/с (250 км/ч); ско-

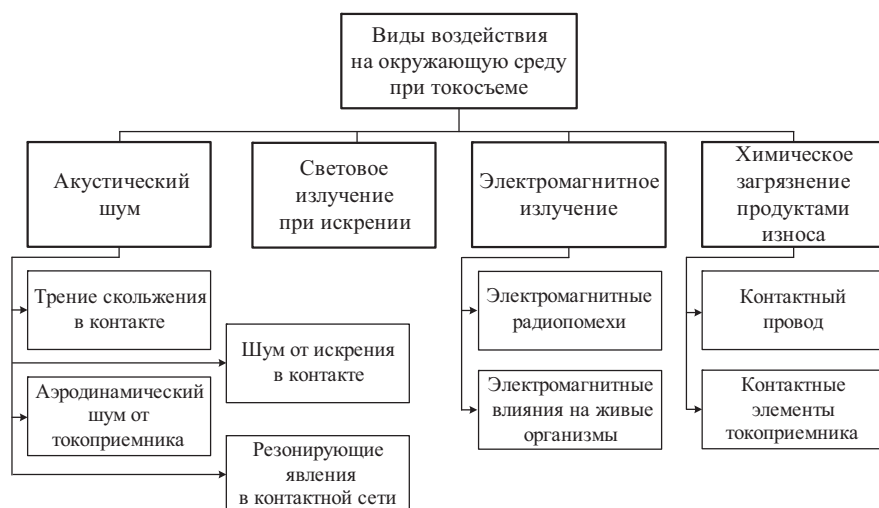


Рис. 1. Воздействие токосъёма электрического транспорта на окружающую среду.



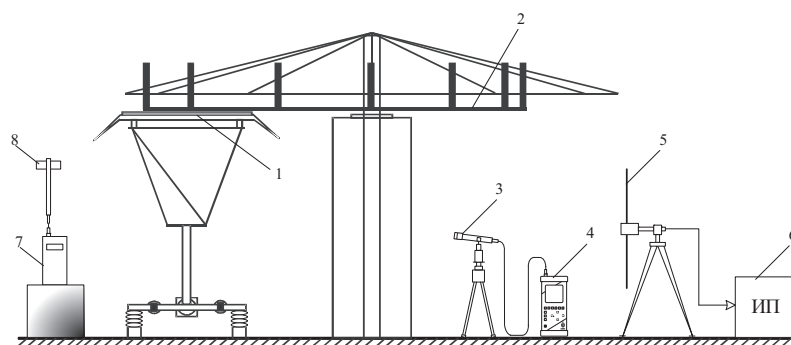


Рис. 2. Схема лабораторной установки:
 1 – токоприемник; 2 – имитатор контактного провода; 3 – микрофон; 4 – цифровой анализатор звука;
 5 – антенна для измерения радиопомех; 6 – измеритель помех; 7 – измеритель напряженности полей;
 8 – антенный преобразователь.

рости воздушного потока, нагнетаемого в зону контакта, до 100 м/с (360 км/ч); нагрузочном токе до 2000 А. При этом имитируются стрелы провеса и зигзаги контактного провода, колебания экипажа, ударные взаимодействия в системе токоприемник – контактная сеть.

Наличие универсального экспериментального комплекса позволяет выполнять исследования уровней шума, радиопомех, электромагнитных полей, генерируемых токоприемником; вести оценку интенсивности и характера выноса продуктов износа токосъемных элементов из зоны скользящего контакта; проводить анализ оптических параметров искрения и дугообразования. Схема лабораторной установки приведена на рис. 2.

Акустический шум, генерируемый токоприемником, особенно при высоких скоростях движения является практически единственным фактором, который пока невозможно блокировать распространенными в мире методами пассивной защиты. Дело в том, что верхнее расположение токоприемника исключает эффективное применение защитных стенок, экранов и поглотителей шума, устанавливаемых на крыше подвижного состава и вблизи пути. Размещение таких элементов на токоприемнике нецелесообразно из-за неизбежного увеличения приведенной массы его подвижных частей.

В университете разработана методика оценки уровня шума от трения скольжения в контакте для скоростных токоприемников при использовании контактных вставок из различных материалов.

Шум, излучаемый токоприемником, регистрировался в зоне контактирования токоприемника с кольцевым имитатором токопровода при помощи измерительного микрофона. Сигнал с микрофона через микрофонный предусилитель подавался на цифровой анализатор звука SVAN-912, который позволяет проводить различные замеры в частотном диапазоне от 1 Гц до 90 кГц, измерение шума в диапазоне 21-140 дБ (со штатным микрофоном), вибрации в диапазоне 1-1000 мм/с² (со штатным акселерометром). Параметры шума могут фиксироваться на частотных фильтрах НР, Lin, А, С. Все данные сохраняются в большой энергонезависимой памяти (с возможностью записи более 40000 значений).

Измерения октавных уровней звука от трения скольжения в контакте были проведены на расстоянии от 0 до 10 м с шагом 1 м. При анализе полученных экспериментальных данных установлено, что в диапазоне частот от 1 до 63 Гц прибор регистрирует отрицательные значения уровня шума. Это связано с погрешностью измерительного тракта, вызванной условиями проведения измерений. Они проводились не в свободном звуковом поле, а в помещении с большим коэффициентом отражения звука. На частотах свыше 8000 Гц величины уровня шума также невелики, происходит завал звуковой характеристики. Следовательно, с достаточной степенью вероятности можно принять, что в спектре источника шума практически отсутствуют частоты менее 63 Гц и более 8000 Гц [3].

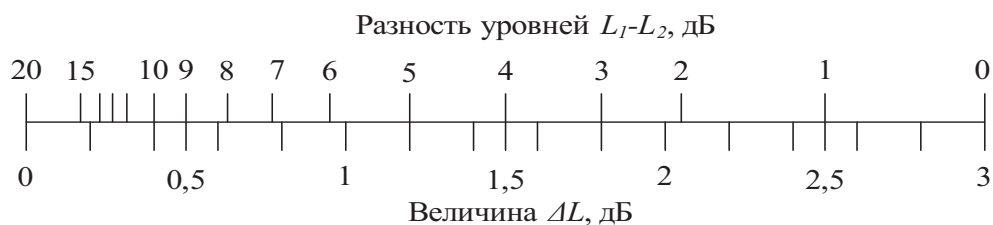


Рис. 3. График для сложения уровней звуковых давлений.

При проведении испытаний необходимо было определить звуковой сигнал от трения скольжения в контакте, но он неотделим от шума вспомогательных устройств. В результате для каждой контактной вставки измерения уровня шума проводились дважды. Первый раз — для установки, работающей с токоприёмником, второй — для установки, работающей без него. Суммарный уровень шума L определяется по формуле:

$$L = L_1 + \Delta L, \quad (1)$$

где L_1 — наибольший из двух суммируемых уровней, дБ;

ΔL — добавка, определяемая по графику (рис. 3), дБ.

Для примера можно рассмотреть токоприёмник с угольной контактной вставкой. Суммарный уровень шума на расстоянии 1 м от источника на частоте 250 Гц равен 41,6 дБ, а без токоприёмника — 35,8 дБ. Так как разность составляет 5,8 дБ, то необходимая добавка 1,0 дБ (см. рис. 3). Чтобы определить уровень шума от трения скольжения в контакте, нужно от суммарного уровня 41,6 дБ отнять добавку 1,0 дБ, тогда получим 40,6 дБ.

По результатам экспериментальных данных построен график частотного распределения уровня шума, то есть зависимости уровня звука (L , дБ) от среднегеометрической октавной частоты (f , Гц) для различных материалов контактных пар: угольной, металлокерамической и медной (рис. 4).

Анализ полученных зависимостей показал, что предпочтительнее использовать в эксплуатации токоприёмник с угольными контактными вставками, нежели со вставками из металлокерамики и меди, так как уровень шума в первом случае заметно меньше.

Описанная методика позволяет проводить детальное изучение спектрального состава генерируемых шу-

мов с целью разработки оптимальных методов защиты и снижения уровня шумового воздействия токосъёма на окружающую среду.

Методика исследования уровня радиопомех, генерируемых скользящим контактом, основана на использовании той же лабораторной установки. Для измерения помех на расстоянии S от токоприёмника устанавливается симметричный вибратор антенны. Выход антенны соединен со входом измерителя, который фиксирует квазипиковые значения напряженности поля радиопомех.

В диапазоне частот от 0,15 до 30 МГц измерялась магнитная составляющая напряженности поля радиопомех с помощью ферритовой стержневой антенны FSA 101, подключенной к селективному микровольтметру STV-401. Антенна устанавливалась так, чтобы стержень ее находился на высоте 1 м над землей (полом лаборатории). В диапазоне частот от 30 до 300 МГц то же самое делалось с помощью антенны-диполя.

Установлено, что для пары медь — уголь максимальный уровень помех находится на частоте f , равной 90 МГц, которая располагается в зоне полосы частот четвертого и пятого каналов метрового диапазона телевизионного

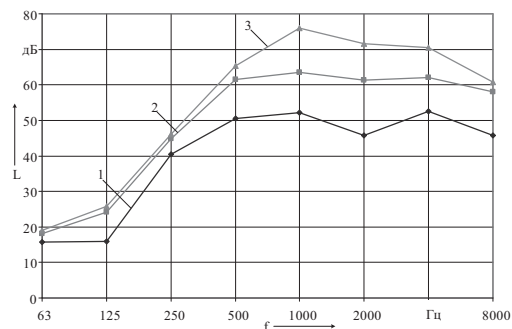


Рис. 4. График частотного распределения уровня шума для различных материалов контактных пар: 1 — уголь; 2 — металлокерамика; 3 — медь.



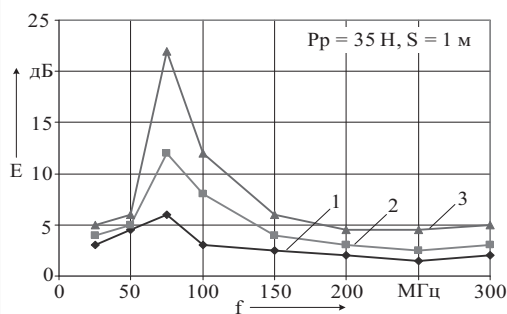


Рис. 5. Напряженность поля радиопомех E контактной пары медь–уголь при нагрузочном токе: 1 – 100 А; 2 – 200 А; 3 – 300 А.

вещания. На этой частоте напряженность поля E имеет максимальный уровень и составляет 22 дБ (мкВ/м) на расстоянии $S = 1$ м токоприемника при усилии нажатия $P_p = 35$ Н и токе 300 А. С уменьшением токовой нагрузки уровень помех снижается до 6 дБ при токе 100 А (рис. 5).

Вынос продуктов износа токоосъемных элементов из зоны контакта включен нами в перечень негативных воздействий на окружающую среду и человека, хотя в настоящее время этот вид химического загрязнения не учитывается в экологических паспортах предприятия железнодорожного транспорта.

Данное направление исследований становится актуальным еще и потому, что совершенствование устройств токоосъема неизбежно связано с появлением новых материалов для контактных элементов токоприемников и контактных подвесок. Кроме традиционных (медь, уголь, металлокерамика) используются различные материалы и их композиты, в состав которых могут входить токсичные вещества. Именно поэтому нужна методика, позволяющая оценить интенсивность, характер выноса продуктов из зоны скользящего контакта, изучить их распространение в атмосферном воздухе, осаждение в почве и водоемах с последующим анализом их опасности для человека и среды его обитания. Нашими специалистами исследуются методики оценки с использованием средств спектрального анализа образцов грунта и воды, взятых в пределах полосы отвода электрифицированной железной дороги.

Световое излучение при искрении в темное время суток может оказывать негативное воздействие на работников,

которые в силу профессиональной необходимости должны получать максимум зрительной информации. В первую очередь это относится к водителям автотранспорта, машинистам локомотивов. Поскольку при искрении и дугообразовании скорость нарастания интенсивности светового потока очень велика, защита органов зрения неизменно остается серьезной проблемой. Слепящий эффект при возникновении электрической дуги в процессе токоосъема вызывает у наблюдателя кратковременную потерю видимости, причем процесс темновой адаптации зрения может длиться до 1-2 минут. В связи с этим нами ведется исследование интенсивности этого фактора, условий его формирования и распространения, путей снижения неблагоприятного воздействия.

В университете проведены измерения светового излучения в момент искрения. При скорости вращения кольцевого стэнда, соответствующей линейной скорости перемещения токоприемника, равной 20 км/ч (5,6 м/с), при нагрузочном токе 170 и 270 А, на расстоянии 1 м от точки токоосъема были получены экспериментальные данные, которые приведены в таблице 1.

Наличие в спектре светового излучения волн ультрафиолетового диапазона представляет собой основную угрозу безопасности движения. Кроме того, хроническое ультрафиолетовое облучение глаз вызывает снижение остроты зрения и развитие профессионально обусловленных заболеваний (например, катаракты).

К основным мерам, обеспечивающим снижение частоты и интенсивности искрения при токоосъеме и связанного с ним слепящего эффекта, относятся: обеспечение необходимого уровня усилия нажатия токоприемника; контроль состояния контактной подвески; использование светопоглощающих покрытий стекол кабины электроподвижного состава.

Интенсивное использование электромагнитной и электрической энергии в современном информационном обществе привело к тому, что в последней трети двадцатого века возник и сформировался новый значимый фактор загрязнения окружа-

Таблица 1

**Результаты измерения параметров светового излучения при искрении,
возникающем в процессе токосъема**

Параметр	Яркость	Средняя освещенность	Мгновенная освещенность	Ультрафиолетовое излучение	
				диапазон УФ-А 315–400 нм	диапазон УФ-В 280–315 нм
Единица измерения	Кд/м ²	Лк	Лк	мВт/м ²	мВт/м ²
Наименование измерительного прибора	PHOTMETER ARGUS-02	LUXMETER ARGUS-01	PULSEMETER ARGUS-07	RADIOMETER UV-A ARGUS-04	RADIOMETER UV-B ARGUS-05
Среднее значение при токе 170 А	0,133	0,467	1,333	0,150	0,217
Среднее значение при токе 270 А	0,317	0,483	1,950	0,183	0,100

ющей среды — *электромагнитный*. К его появлению привело развитие современных технологий передачи информации и энергии, дистанционного контроля и наблюдения, электрического транспорта, а также развитие ряда технологических процессов. В результате мировой общественностью признано, что электромагнитное поле искусственного происхождения является важным экологическим фактором с высокой биологической активностью.

Живые организмы в процессе эволюции приспособились к определенному уровню электромагнитного поля (ЭМП), однако резкое значительное повышение (в историческом аспекте) уровня ЭМП вызывает напряжение адаптационно-компенсаторных возможностей организма, долговременное действие этого фактора может привести к их истощению, что повлечет необратимые последствия на системном уровне [4].

Источники электромагнитного поля, как правило, имеют комплексный характер излучения, оно оказывает воздействие на дикие и культурные растения, животных, насекомых и почвенную флору в зоне влияния ЭМП. Кроме того, они занимают большие по площади территории (например, протяженность железнодорожных путей в нашей стране составляет более 86 тыс. км, из них большая

часть электрифицированы) и часто нарушают целостность ареала распространения, пути миграций многих животных. Уровни электромагнитного поля, создаваемые этими источниками, в некоторых случаях превышают максимальный зафиксированный природный электромагнитный фон в 200-30000 раз.

Проведенный анализ литературы показал, что до настоящего времени в Российской Федерации и Украине не проводилось комплексных и методически грамотных исследований воздействия электромагнитного поля различных источников на окружающую среду. Чаще всего в работах изучается реакция на них отдельных особей или видов живых организмов. Есть материалы единичных разрозненных исследований, посвященных изучению влияния электромагнитного поля на природные биологические системы организменного и надорганизменного уровня (популяции, сообщества, экосистемы), но нет работ, которые оценивали бы состояние и функциональные способности экосистем в условиях действия ЭМП.

Сильные отклонения электромагнитных полей от естественного уровня в большую или меньшую стороны выходят, тем не менее, за границы оптимума жизнедеятельности живых организмов и являются угнетающим фактором.



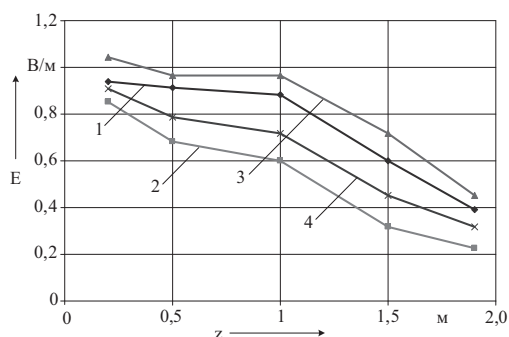


Рис. 6. Зависимость напряженности электрического поля E от расстояния z до токоприемника: 1 – $V = 10$ км/ч, $x = 0,2$ м; 2 – $V = 10$ км/ч, $x = 1,0$ м; 3 – $V = 20$ км/ч, $x = 0,2$ м; 4 – $V = 20$ км/ч, $x = 1,0$ м.

В Российской Федерации в качестве основного критерия санитарно-эпидемиологического нормирования воздействия электромагнитных полей принято положение, считающее безопасным для человека поле такой интенсивности, нахождение в котором не приводит к даже временному нарушению гомеостаза (состояния устойчивого равновесия), а также к напряжению защитных и адаптационно-компенсаторных механизмов ни в ближайшем, ни в отдаленном периоде времени.

В связи с резко возросшими темпами распространения источников электромагнитных полей, их приближением к местам постоянного пребывания человека и общим увеличением электромагнитного загрязнения возникла потребность в разработке нормативов для условий непрофессионального воздействия, в том числе для населения. Отсутствуют предельно допустимые уровни, регламентирующие влияние магнитной составляющей электромагнитного поля во всем рассматриваемом частотном диапазоне, прежде всего с промышленной частотой 50 Гц. Необходимо создание предельно допустимых уровней для квазистатического и низкочастотного (до 30 Гц) ЭМП, создаваемого транспортом на электротяге и другим оборудованием, а также для ЭМП в диапазоне частот 50 Гц–10 кГц. Кроме того, в имеющихся на сегодняшний день нормативах не рассматривается модифицирующее влияние модуляции электромагнитного поля, в том числе импульсного воздействия, а также других факторов окружающей среды (физических и химических) [4].

При этом полное или частичное заимствование предельно допустимых уровней (менее жестких по сравнению с российскими), содержащихся в стандартах по электромагнитной безопасности зарубежных стран и международных организаций, например Международной комиссии по защите от неионизирующего излучения (ICNIRP), в данный момент не представляется возможным из-за принципиальных отличий в философии санитарно-эпидемиологического нормирования в России и за рубежом.

В университетской лаборатории «Контактные сети и линии электропередачи» проведены измерения уровней электромагнитных полей, формирующихся в процессе токоотбора.

Измерение напряженности переменного электрического и магнитного полей проводилось с использованием все того же экспериментального комплекса (см. рис. 2) прибором ИМП-101 при нагрузочном токе 150 А. Вместе с антенным преобразователем типа Н01 прибор обеспечивает измерение в свободном пространстве при расстоянии от проводящих тел до точки поля не менее 0,2 м среднеквадратического значения модуля вектора напряженности магнитного поля, а в комбинации с антенным преобразователем типа Е01 — значения модуля вектора напряженности электрического поля.

При исследовании электромагнитного влияния, возникающего при токоотборе, установлено, что при скорости вращения кольцевого станда, соответствующей линейной скорости перемещения токоприемника V , равной 20 км/ч (5,6 м/с), в точке на расстоянии $x = 0,2$ м по горизонтали от токоприемника фиксируются наибольшие уровни как электрического (рис. 6), так и магнитного полей (рис. 7). При скорости вращения кольцевого станда 10 км/ч (2,8 м/с) в точке, находящейся на расстоянии $x = 1$ м по горизонтали от токоприемника, влияние электромагнитного поля ослабевает. В реальных условиях токоотбора (27,5 кВ) уровни электромагнитных воздействий будут значительно выше.

Для регулирования воздействия ЭМП антропогенного происхождения

с целью предотвращения деградации основных компонентов природных экосистем, включая сокращение биоразнообразия и связанное с этим снижение способности природы к саморегуляции, в рамках реализации Экологической программы железнодорожного транспорта, как представляется, нужны следующие шаги:

1. Разработка и утверждение критериев и предельно допустимых уровней воздействия ЭМП на окружающую среду.

2. Внесение соответствующих изменений в методику проведения оценки воздействия на окружающую среду на объектах, содержащих источники ЭМП, в том числе на электро-транспорте.

3. Разработка методики инструментального контроля интенсивности ЭМП в целях экологической оценки, учитывающей нестационарный и негармонический характер полей существующих источников.

4. Создание методологии исчисления и введения в практику платежей или экологического налога за ущерб, наносимый ЭМП окружающей среде.

К основным способам снижения воздействия электромагнитных полей на человека и окружающую среду в обычных обстоятельствах можно отнести: заземление электрооборудования; применение принципа электростатического экранирования; использование «пассивных» и «активных» экранов для уменьшения напряженности магнитного поля, а также принципа скин-эффекта при экранировании ЭМП; установку экранирующих катушек; рациональное размещение источников ЭМП; уменьшение времени нахождения персонала в ЭМП; удаление мест постоянного пребывания людей и животных от источника поля.

Анализ методов снижения уровня ЭМП показал, что для минимизации электромагнитных полей, генерируемых устройствами токосъема, целесообразно применять экраны, совмещенные с устройствами защиты от шума, которые можно разместить на крышевой части электроподвижного состава или в зоне полосы отвода железной дороги.

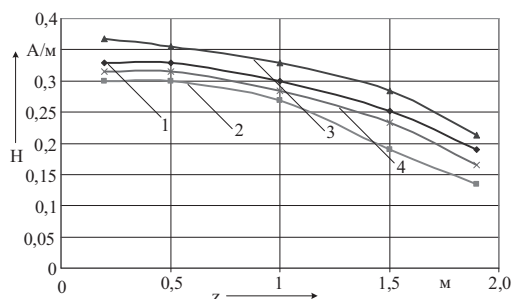


Рис. 7. Зависимость напряженности магнитного поля H от расстояния z до токоприемника: 1 – $V = 10$ км/ч, $x = 0,2$ м; 2 – $V = 10$ км/ч, $x = 1,0$ м; 3 – $V = 20$ км/ч, $r = 0,2$ м; 4 – $V = 20$ км/ч, $r = 1,0$ м.

ВЫВОДЫ

Предложена классификация видов воздействия на окружающую среду при токосъеме.

Разработаны методы качественной и количественной оценки уровней негативных воздействий устройств токосъема в лабораторных условиях с использованием специализированного кольцевого стенда.

Предложен метод определения уровня шума, генерируемого в скользящем контакте, в общей совокупности сопутствующих шумов.

Получены экспериментальные данные и частотные характеристики уровней звукового давления, световых излучений и радиопомех, напряженности электрических и магнитных полей.

Рассмотрены основные способы снижения уровней шума и электромагнитных полей в процессе токосъема.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михеев В. П., Сигоров О. А. Улучшение экологических свойств токоприемников электроподвижного состава // Железнодорожный транспорт. – 2003. – № 7.
2. Багер М. П. Электромагнитная совместимость: Учебник. – М.: УМК МПС России, 2002.
3. Медведев В. Т. Инженерная экология: Учебник для вузов. – М.: Гардарики, 2002.
4. Григорьев О. А. Определение подходов к нормированию воздействия антропогенного электромагнитного поля на природные экосистемы. – М.: Центр электромагнитной безопасности, 2004.
5. Аполлонский С. М., Горский А. Н. Расчеты электромагнитных полей: Монография. – М.: Маршрут, 2006.

Координаты авторов статьи (authors' addresses):
 Сидоров О.А. – sidorovoa@omgups.ru
 Сыченко В.Г. – epz@ukr.net
 Дударева К.С. – k.s.dudareva@mail.ru





Защита объектов от оползней



Ольга ГОЛОСОВА

Olga A. GOLOSOVA

Голосова Ольга Андреевна — ассистент кафедры «Подземные сооружения» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).

Методы расчета устойчивости склонов (откосов) в практике проектирования инженерных сооружений.

Ключевые слова: устойчивость, склон, откос, оползневые риски.

Protection of Facilities against Landslides

Golosova O.A. – assistant lecturer at the chair of underground engineering structures of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

Techniques to estimate slope (hang) stability in designing of engineering structures,

Key words: stability, slope, hang, landslide risk.

Несмотря на многие и очевидные недостатки всех известных расчетных методов, их значение в противооползневой практике очень велико. Они дают возможность хотя и в приближенной, но зато и в наиболее объективной количественной форме определить степень влияния на общую устойчивость склонов и откосов инженерных сооружений, тех или иных процессов и явлений, а также позволяют оценить значимость рекомендуемых защитных мероприятий.

Следует отметить, что сложная природа оползневых явлений еще далеко не изучена. Вследствие этого возможность и оправданность использования так называемых точных решений в значительной степени ограничиваются, и приходится использовать всякого рода полуэмпирические методы, оправдавшие себя практикой.

При использовании методов расчета устойчивости склонов (откосов) всегда надо помнить об их несовершенстве и лишь в вспомогательном значении в общем инженерно-геологическом анализе обстановки в целом.

В ходе разработки инженерных проектов наибольшее распространение получила группа методов, связанных с оценкой устойчивости по суммарным предельным

усилиям. Эта группа в предлагаемых решениях исходит из принятия той или иной формы будущей поверхности скольжения массива на основе практики, то есть натурных наблюдений и исследований характера разрушения склонов и откосов.

Методы подобного рода основаны на механике неизменяемых тел. Массив грунта рассматривается ими как абсолютно твердое тело или как система таких тел (блоков), расположенных на предполагаемой или зафиксированной поверхности смещения. В практике такие методы принято называть «методами блоков». Они подразделяются на приближенные эмпирические и статически строгие.

В приближенных методах вводится ряд упрощающих допущений, которые дают возможность: а) определить или принять закон распределения нормальных напряжений вдоль поверхностей смещения; б) не учитывать взаимодействие между блоками, на которые условно разделяют расчетное сечение, или учитывать их частично; в) аппроксимировать в подходящих случаях криволинейные поверхности смещения круговыми, например круглоцилиндрическими; г) использовать только одно или два уравнения статики.

В наиболее общих и строгих (статически) методах в расчете учитываются внутренние силы взаимодействия блоков. Все силы подчиняются трем уравнениям статики (равновесия) и закону Мора – Кулона. Предполагается также, что силы: P – вес блока, N – нормальная составляющая веса блока и T – тангенциальная составляющая веса блока пересекаются в средней точке основания расчетного блока.

Вместе с тем для практической реализации статически строгих методов нужны некоторые допущения, чтобы сделать задачу статически определимой. Эти допущения касаются характера взаимодействия внутренних сил между блоками путем введения соответствующих ограничений на изменения в условии равновесия, либо принципов использования дополнительных зависимостей между внутренними силами в качестве уравнений, доопределяющих систему уравнений статики и закона Мора – Кулона.

К настоящему времени разработано значительное число методов расчета устойчивости откосов (склонов), отличающихся формой поверхности скольжения,

составом и направлением учитываемых сил, характером (статический, динамический) нагрузок, методами определения напряженного состояния массива, критериями его устойчивости.

Несмотря на большой объем выполненных теоретических исследований и расчетных обоснований, на практике по-прежнему наблюдаются случаи потери устойчивости откосов и склонов, а также разрушения подпорных стен оползневым давлением грунта. Разрушения, вызванные оползневыми процессами, стимулируют исследования по оценке достоверности разработанных методов расчета и их усовершенствованию.

При оценке возможных ошибок расчетных методов чаще всего применяется косвенный способ, заключающийся в сопоставлении величин коэффициента устойчивости, определяемых разными методами для взятых из природы или близких к ним инженерно-геологических условий. В отдельных работах также сравниваются величины оползневого давления.

О.К. Фрëлих сравнил значения коэффициента устойчивости $K_{уст}$ для откоса крутизной 1:2,75 с углом внутреннего трения $\phi = 37^{\circ}30'$, сцеплением $c = 0,017$ МПа, объемным весом грунта $\gamma = 2,32$ тс/м³, полученные с помощью методов разных авторов (таблица 1).

Таблица 1

Метод расчета	$K_{уст}$
Петерсона (1916 г.)	1,514
Феллениуса (1926 г.)	1,6
Тэйлора (1937 г.)	1,471
Одэ (1943 г.)	1,606
Фрëлиха (1950 г.)	1,417

Среднее значение из пяти приведенных в таблице 1 значений $K_{уст}$ равно 1,52. При этом значения $K_{уст}$ отклоняются от среднего соответственно на 4,5% и 3,7%, что позволяет считать рассмотренные методы близкими по точности при оценке устойчивости склонов (откосов).

К аналогичному выводу пришел Ш.Бурж, выполнивший с соавторами в 1971 году расчеты устойчивости откосов насыпи на дороге Оранж – Нарбонна. Расчеты выполнялись по методам Феллениуса и Бишопа для семи участков насыпи высотой от 2 до 10,35 м при $\phi = 15^{\circ}$ и $c = 0,02$ МПа. В большинстве



случаев расхождение в определяемой величине не превышало 5%.

В России при строительстве железных и автомобильных дорог преимущественно используются методы расчета устойчивости откосов (склонов), предложенные Г.М.Шахунянцем и Н.Н.Масловым.

Большая работа по сопоставлению результатов расчета склонов (откосов) разными методами была проведена в 1969-1973 гг. на кафедре «Инженерная геология и механика грунтов» Московского автомобильно-дорожного института под руководством Н.Н.Маслова. В работе этого автора [2] приводятся значения коэффициента устойчивости для нескольких реальных склонов с известными поверхностями скольжения. Расчеты девяти склонов выполнены по методу горизонтальных сил, еще десяти склонов по методам Шахунянца, Чугаева и двух склонов — по способу Фёдорова.

Сравнение результатов показывает, что коэффициенты устойчивости по методу горизонтальных сил получаются во всех случаях меньше, чем по методам Шахунянца и Фёдорова. В отдельных случаях неувязка достигает 10-15% от сопоставляемых величин.

По сравнению с методом Чугаева способ горизонтальных сил также в большинстве случаев оценивает устойчивость пониженными величинами коэффициента $K_{уст}$ (до 20-25% от сопоставляемых величин) и лишь в трех случаях определяемые величины отличаются на 2%.

И.В.Фёдоров выполнил расчеты устойчивости откосов при различном положении поверхности скольжения. Результаты приводятся в книге Н.Н.Маслова [2].

Для откоса 1:1,5 при $\gamma = 1,8 \text{ тс/м}^3$, $\phi = 24^\circ$, $c = 0,017 \text{ МПа}$ и глубине прохождения поверхности скольжения ниже подошвы откоса $l = 0,25$ от высоты насыпи получены значения коэффициента устойчивости по нескольким методам (таблица 2), в том числе по методам Н.Н.Маслова (горизонтальных сил и равнопрочного откоса).

Среднее значение $K_{уст}$ принятых для сравнения методов (Терцаги, Чугаева, Одэ, Иванова и Фёдорова)

получилось равным 1,55. По методу горизонтальных сил коэффициент устойчивости оказался меньше, чем по методам других авторов. Отличие от среднего значения составляет 9%. Ещё больше (почти в 2 раза) отличается от результатов расчета по методам других авторов коэффициент устойчивости, найденный по методу равнопрочного откоса.

Особенно наглядно демонстрирует различие результатов расчета устойчивости по методу равнопрочного откоса Н.Н.Маслова и по способам других авторов график (рис. 1), построенный для откоса 1:1,5, $\phi = 24^\circ$, $c = 0,017 \text{ МПа}$, $\gamma = 1,8 \text{ тс/м}^3$ при различных значениях высоты насыпи.

Малые значения $K_{уст}$ по методу Маслова — Берера обусловлены принятым способом определения нормальных давлений по линии скольжения. Метод же « F_p » дает оценку начала разрушения грунта в склоне и не характеризует общей устойчивости склона.

Выбор метода расчета устойчивости определяется прежде всего гипотезой механизма оползневого процесса. Методы расчета по предельным суммарным усилиям (предельному равновесию) следует использовать для прогнозируемого оползневого механизма применительно к оползням типа скольжения. Расчет должен помочь найти минимальное значение коэффициента устойчивости, принцип вычисления оползневого давления в рамках применяемого метода.

Расчет устойчивости с использованием статически точных методов выполняют для наиболее ответственных объектов индивидуального проектирования, связанных с большими объемами работ по устройству противооползневых конструкций, когда достаточно точно установлен механизм оползневого процесса и кроме того имеется определенная гарантия в достоверности назначения расчетных значений показателей физико-механических (строительных) свойств грунтов. Приближенные методы расчета целесообразно использовать, как правило, в случаях, когда нет уверенности в достоверности определения оползневого механизма, расчетных

Таблица 2

Методы	Терцаги	Чугаева	Одэ	Иванова	Федорова	горизон- тальных сил	равно-прочного откоса (метод «Fr»)
Коэффициент $K_{уст}$	1,44	1,60	1,45	1,65	1,60	1,41	0,76

схем и расчетных характеристик грунтов. При этом следует учитывать, что, как показывают исследования, не все приближенные методы дают в ходе расчета такие отклонения от строгих методов, которые можно принять в запас устойчивости.

Так, например, по мнению В.Д.Браславского, Ю.М.Львовича и других [1], методы Н.Н.Маслова и Ю.И.Соловьева дают определенный запас прочности, методы круглоцилиндрических поверхностей скольжения в интерпретации К.Терцаги (или Феллениуса), проекций Бишопа — Крея отклоняются от строгих решений в сторону некоторого завышения коэффициента устойчивости. Метод проекций при этом обладает наименьшей точностью и использовать его для оценки общей устойчивости не рекомендуется. Наилучшие результаты из числа эмпирических приближенных методов имеют варианты Р.Р.Чугаева и Г.М.Шахунянца. Это объясняется тем, что в используемых ими схемах хотя и с определенными допущениями, но учитываются силы взаимодействия между расчетными блоками оползневого склона.

Применение приближенных методов расчета, которые широко представлены в практике проектирования для оценки устойчивости, должно быть оговорено условиями проявления оползневого механизма (или вероятностью его развития) и достоверностью используемой инженерно-геологической информации. При этом следует иметь в виду, что, как показывает статистический анализ, методы, основанные на более полном использовании законов механики, дают, как правило, более надежные результаты.

Приведенные данные позволяют сделать следующие выводы:

1. Исходные положения и допущения, принимаемые в приближенных оползневых расчетных методах, на конечные результаты расчетов влияют лишь в малой степени.

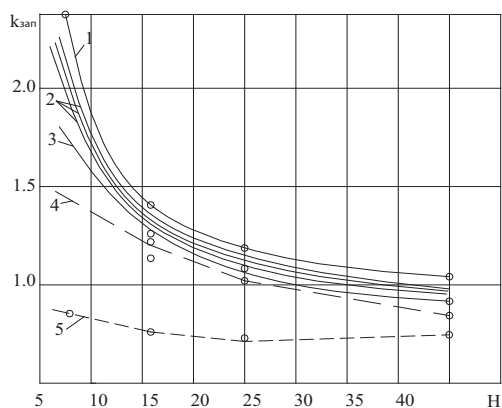


Рис. 1. Сопоставление различных расчетных методов по величине коэффициентов устойчивости ($K_{уст}$) откоса высотой H .

Методы: 1 — Тэйлора-Гольдштейна-Федорова; 2 — Терцаги-Одэ-Ломизе; 3 — угла сопротивления сдвигу; 4 — Иванова; 5 — по методу равнопрочного откоса (метод «Fr») — Маслова.

2. Таким же оказывается влияние и уточнений, вносимых в расчетные методы в целях обеспечения большей теоретической корректности этих методов.

3. В пределах обычной точности решения оползневых задач представляется возможным использовать с практически равным успехом любые из известных расчетных методов — как более или менее «приближенные», так и теоретически более «точные» (обоснованные).

ЛИТЕРАТУРА

- Браславский В.Д., Ю.М. Львович, Л.В. Грицюк и др. Противооползневые конструкции на автомобильных дорогах. — М.: Транспорт, 1985.
- Маслов Н.Н. Механика грунтов в практике строительства: оползни и борьба с ними. — М.: Стройиздат, 1977.
- Маслов Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов. — М.: Высшая школа, 1982.
- Фёдоров И.В. О расчете устойчивости откосов и склонов неоднородного сложения. — М.: Стройиздат, 1972.

Координаты автора статьи (author's address):
Голосова О.А. — 8-495-6842340





Системная экспертиза надежности



Анатолий РОГОВ
Anatoly A. ROGOV

Василий ФИНАГИН
Vassily G. FINAGIN



Рогов Анатолий Алексеевич — кандидат физико-математических наук, доцент Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).

Финагин Василий Геннадьевич — ассистент кафедры «Менеджмент качества» МИИТа.

**Разработка
автоматизированных экспертных
систем оценки безопасности
на железнодорожном транспорте.**

Ключевые слова: экспертиза,
безопасность транспорта, системные
оценки.

Systemic Assessment of Reliability

Rogov A.A. – Cand.Sc.
(Physicomathematical), associate
professor of Moscow State University of
Railway Engineering (MIIT).
Finagin V.G. – lecturer of MIIT.

*Design of computer-aided
assessment systems for measuring
safety and security at the railways.*

Key words: assessment, safety and
security of transport, systems appraisals.

Обеспечение безопасности на транспорте, достижение его высокой эксплуатационной надёжности требуют развитого мониторинга технического состояния всей системы.

Исследования в области транспортной безопасности показывают, что основной причиной большинства нештатных ситуаций, аварий и катастроф является человеческий фактор. Ошибки людей — причина 60 процентов аварийных ситуаций и несчастных случаев на железных дорогах.

Важное место в анализе состояния транспортных комплексов занимает разработка методик, связанных с автоматизацией экспертного оценивания безопасности и эксплуатационной надёжности текущих процессов. Для создания таких систем возможен следующий математический аппарат.

1. Каждый эксперт задаёт ранжировку показателей оценки: $r_{ij} \in [0; r_{\max}]$ — ранг i -го критерия. Строится матрица

$$a_{ij} = r_{ij} / \sum_{i=1}^n r_{ij}, \text{ где } a_{ij} \text{ — веса } i\text{-го критерия, определенные } j\text{-м экспертом.}$$

2. Итоговый весовой коэффициент показателя рассчитывается по методу медианы Кемени (суммарное расстояние от которой до всех заданных экспертных ранжировок минимально)

$$\sum_{j=1}^m \{d_j(A_j, W)\} \rightarrow \min ,$$

где A_j — ранжировка j -го эксперта; W — медиана Кемени; $d_j(A_j, W)$ — расстояние между ранжировкой j -го эксперта A_j и медианой Кемени W ; m — количество экспертов; j — номер текущего эксперта.

$$\text{Метрика } d_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n \{(w_i - a_{ij})^2\}}, \text{ где } w_i$$

— вес i -го показателя в медиане Кемени; n — количество показателей.

3. Далее для обработки экспертных оценок применяется аддитивная

$$x_{i,j} = \sum_{j=i+1}^p w_j x_j \text{ или мультипликативная свертка } x_{i,j} = \prod_{j=i+1}^p (x_j)^{w_j}.$$

Для описания вербальных оценок используется понятие «нечётких» чисел, представляющих собой числовой промежуток на множестве действительных чисел $\mathbf{R}$ с заданной на нем функцией принадлежности $f_A: \mathbf{R} \rightarrow [0,1]$ (рис. 1).

Перед построением концептуальной модели системы определяются модели деловых процессов взаимодействия пользователей с автоматизированной системой экспертного оценивания (рис. 2).

По мнению широкого круга экспертов, человеческий фактор выступает как сочетание личностных качеств и состояния здоровья персонала транспортной сферы. Согласно определению Всемирной организации здравоохранения, здоровье — это не только отсутствие болезней, но и состояние полного физического, психического

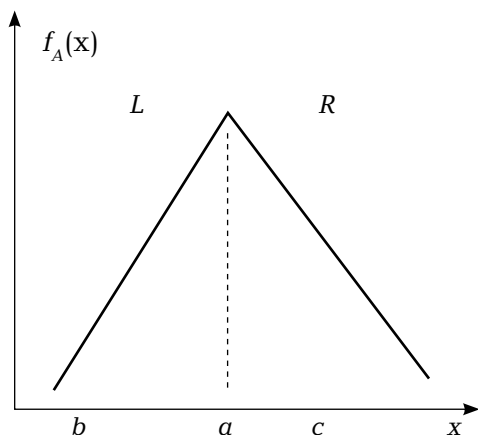
и социального благополучия. То есть выделяется три главных составляющих здоровья — физическая, психическая и социальная.

Современная отечественная и международная политика в области обеспечения безопасности предполагает использование количественной оценки здоровья работников в масштабах регионов и страны. Это необходимо для грамотного выделения приоритетных проблем при анализе аварийности на транспорте и планирования программ по оздоровлению персонала, работающего на транспорте всех уровней — от местного и регионального до национального и международного. В связи с этим возникает и проблема выбора индикаторов здоровья — параметров, совокупность которых дает адекватную оценку той или иной категории персонала.

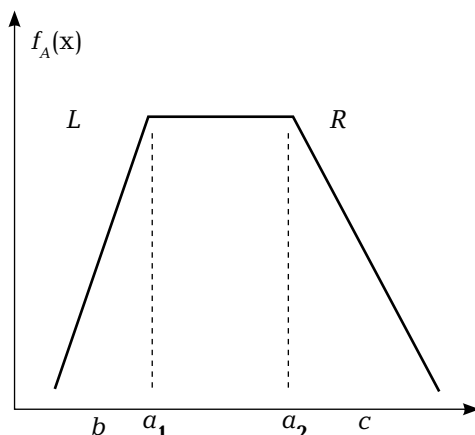
Для получения возможно более полной информации о транспортной системе нужно сформировать наборы (пулы) параметров, позволяющих вести анализ и ситуационное прогнозирование.

Чтобы дать оценку транспортной безопасности станций железных дорог, предлагается, к примеру, следующий минимальный набор параметров.

1. Профессиональная подготовка персонала.
2. Состояние физического здоровья работников.
3. Состояние психологического здоровья.
4. Состояние социального здоровья.
5. Степень мотивации персонала.



Нечеткое число (L – R)-типа



Толерантное нечеткое число

Рис. 1.





Рис. 2. Модели деловых процессов взаимодействия пользователей с АСЭО.

6. Оперативный контроль качества работы.
7. Наличие замкнутых систем видеонаблюдения.
8. Быстрое реагирование в экстренных случаях.
9. Регулярные инспекции оборудования и техническое обслуживание.
10. Мониторинг превышения допустимой пропускной способности.
11. Эффективное освещение.
12. Охранные заграждения и турникеты.
13. Четкое и оперативное информационное обслуживание, наличие устройств экстренной связи.
14. Наличие средств противопожарной безопасности.
15. Наличие экологического мониторинга окружающей среды.

Аналогичные наборы параметров создаются также для категорий «пути и тоннели», «переезды», «поезда».

База критериев (показателей производственно-экономического развития) должна отражать их иерархичность. Кроме того, необходимы сопутствующие реквизиты:

- 1) шкала, используемая для оценок по критерию;

- 2) максимальное и минимальное значения шкалы (для контроля ввода);
- 3) единица измерения;
- 4) пороговые значения для критериев-фильтров;
- 5) границы нормативных зон.

Создаётся концептуальная модель, показывающая возможность выполнения заявленных требований использованием нескольких классов, каждый из которых нацелен на выполнение специализированных задач (рис. 3).

В качестве алгоритма для обработки данных и формирования интегральной оценки используется аддитивная свертка оценок в нескольких вариациях. Получение исходных данных (оценок в виде НЧ чисел) осуществляется посредством выбора их из полей форм (анкет), заполняемых экспертами, где оценки могут быть заданы в числовом или вербальном виде, то есть выбором из списка значений шкалы соответствующего показателя. Цифровые характеристики каждому отдельно взятому проекту позволяют сформировать оценки в НЧ-форме. Подсистема получения и обработки оценок приведена на рис. 4.

Опишем массивы информации, формируемые на каждом из этапов организации и проведения экспертизы по оценке технологической и эксплуатационной надёжности транспортной системы (таблица 1).

Результаты использования автоматизированной системы экспертной оценки для определения независимыми экспертами потенциала безопасности абстрактных железных дорог (итоговая шкала выбрана пятибалльной) представлены на рис. 5, 6.

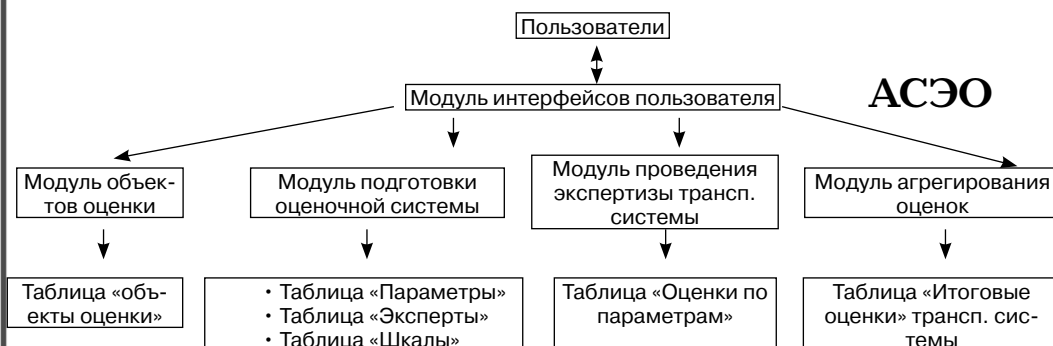


Рис. 3. Концептуальная модель АСЭО.

Структурная схема базы данных автоматизированной системы
экспертной оценки (подготовительный этап экспертизы)

1	Перечень объектов оценки
2	Информация об объектах оценки
3	Формирование семантической сети
4	Перечень кандидатов в эксперты
5	Информация о кандидатах, включая семантическую
6	Информация о результатах оценки кандидатов в эксперты, включая семантическую
7	Данные о составе экспертных комиссий
8	Перечень объектов транспортной системы
9	Развернутая информация об объектах
10	Оценка предложений экспертами специальной профессиональной ориентации
11	Результаты оценки уровня технологической и эксплуатационной надёжности
12	Информация об оценочной системе
13	Данные о многокритериальной оценке транспортной системы экспертами
14	Результаты ранжирования объектов оценки по уровню технологической и эксплуатационной надёжности
15	Разделение экспертов на группы по согласованности экспертных оценок
16	Данные результирующих оценок транспортной системы каждой группой экспертов
17	Данные содержательного анализа результатов экспертизы
18	Экспертные заключения и другие выходные материалы

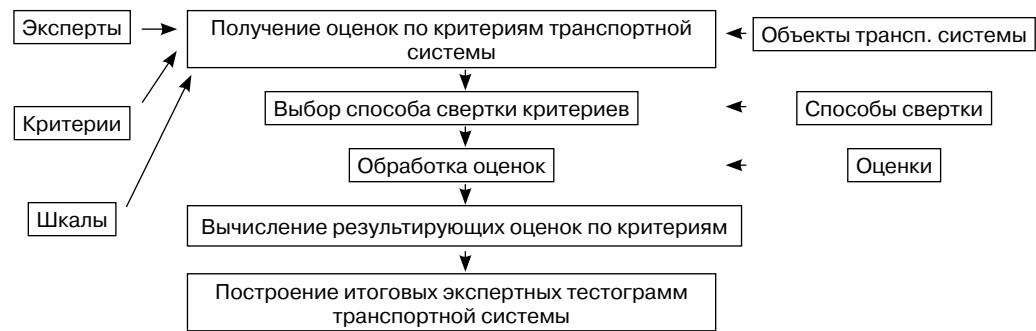


Рис. 4. Подсистема получения и обработки оценок.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ			
Объекты оценки Эксперты Шкалы Параметры оценки Экспертиза Выставленные оценки Оценки-отчет Итоговые оценки Диаграммы			
№	Наименование объекта	Итоговая оценка	Стратификация
1	железная дорога 1	4.813	Максимальный потенциал
2	железная дорога 3	3.745	Высокий потенциал
3	железная дорога 2	3.439	Средний потенциал

Рис. 5.

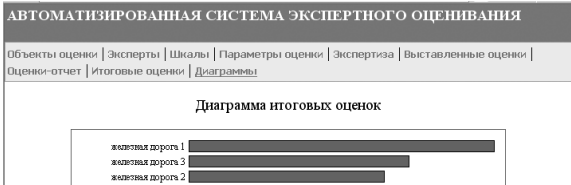


Рис. 6.

Применение автоматизированных систем экспертной оценки позволяет обрабатывать значительные по объёму наборы параметров и объектов, привлекать одновременно нескольких экспертов по отдельным аспектам безопасности, давать свёртки полученных результатов в виде итоговых оценок и рейтингов по объектам, выявляя слабые места и направления. Ре-

зультаты оценки интегральной безопасности на железных дорогах и в их подразделениях применимы как для осуществления текущего контроля, так и для выстраивания долгосрочных концепций развития железнодорожных сетей.

Координаты авторов статьи (authors' addresses).
Рогов А.А. – 8-926-7286183
Финагин В.Г. – 8-903-7777718





Эффективность кабинных укрытий



Татьяна РОГОВА

Tatiana N. ROGOVA

**Проблемы безопасности
рабочей среды.
Экспериментальные исследования
конструкции вытяжных шкафов.**

Ключевые слова: вентиляция,
защита персонала.

Efficacy of Cabin Shelters

Rogova T.N. – Cand.Sc.(Tech.),
associate professor of Moscow State
University of Railway Engineering (MIIT).

*Problems of safety of workspace.
Experimental studies of the work of draft
hoods.*

Key words: ventilation, protection of
personnel.

*Рогова Татьяна Николаевна –
кандидат технических наук, доцент кафедры
«Безопасность жизнедеятельности»
Московского государственного университета
путей сообщения (МИИТ).*

Технологическое оборудование (технологические процессы) со значительными выделениями вредных веществ — тепла, газа, смолистых веществ, пыли — целесообразно, как известно, размещать либо в отдельном помещении, либо изолировать в укрытии в виде кабины с рабочим проемом, а само помещение или укрытие оборудовать системой местной вытяжной вентиляции.

Обслуживающий персонал, которому должна быть обеспечена безопасность труда, находится снаружи укрытия, поскольку концентрация вредных веществ в нем обычно во много раз превышает предельно допустимую.

Разного рода кабины, камеры, в которых протекает технологический процесс (сушильные, окрасочные), могут рассматриваться как вытяжные шкафы. При их устройстве выделение вредных примесей происходит в пространство, изолированное от окружающего воздуха жесткими стенками, и удаляется при помощи вытяжки. В шкафах имеются лишь небольшие рабочие проемы, размеры которых определяются технологическим режимом производимых работ.

Вследствие незначительного количества проемов, какими располагает

вытяжной шкаф, улавливание вредностей может быть осуществлено наиболее полно с минимальным расходом воздуха. С учетом того, чтобы из рабочих отверстий и неплотностей ограждения не происходило выбивания вредностей в окружающий воздух. Основными причинами, по которым может происходить утечка, являются местные избыточные давления, образующиеся внутри ограждений, и неправильная организация воздушного притока, восполняющего объем вытяжки.

При значительном удалении воздуха в укрытии (помещении) создается разрежение, которое способствует более интенсивному выделению вредных веществ. Это обусловлено тем, что в рабочем проеме укрытия создается неравномерный спектр всасывания, и поэтому надо увеличивать скорость движения удаляемого потока.

На основе изученных закономерностей [1,2] для совершенствования кабинных укрытий был разработан вытяжной шкаф, получивший одобрение специалистов-инженеров и производственников.

Вытяжной шкаф (кабинное укрытие) может быть использован для удаления вредных веществ, обработки (очистки) удаляемого воздуха в непосредственной близости от источника их образования с последующей транспортировкой более чистого воздуха.

Для аналогичных устройств характерным является неравномерный спектр всасывания в рабочем проеме, что приводит либо к завышению количества удаляемого воздуха, либо к неэффективному улавливанию, а иногда к тому и другому одновременно. При этом характерны значительный объем удаляемого воздуха за счет высокого разрежения в полости внутреннего корпуса и большой расход материалов.

Разработанное техническое решение позволяет добиться эффективности и надежности кабинного укрытия, значительно снизить долю наиболее загрязненного удаляемого воздуха и его обработки фильтрующим материалом посредством автономной системы отсоса.

Конструкция дает возможность создать равномерный спектр всасывания как в наружной стенке рабочего

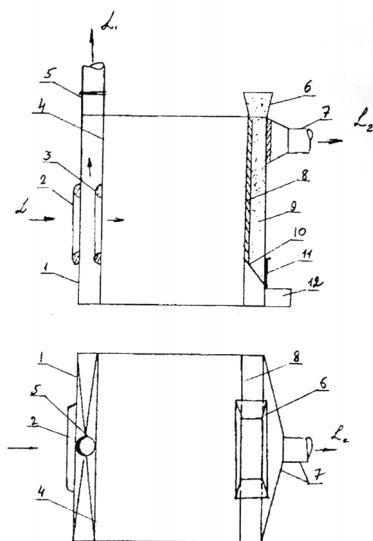


Рис. 1. Конструкция вытяжного шкафа.
 1 – наружный корпус; 2 – коллекторный вход;
 3 – коллекторный вход внутреннего корпуса;
 4 – внутренний корпус; 5 – местный отсос; 6 –
 бункер для насыпного материала; 7 – автономный
 местный отсос; 8 – жалюзийная перегородка; 9 –
 насыпной материал; 10 – пластина; 11 – шибер;
 12 – емкость.

проема, так и во внутренней, так как входные отверстия в рабочем проеме имеют коллекторные входы, а основная часть поступающего воздуха играет роль аэродинамического затвора, предотвращая выбивание наиболее грязных выбросов. Автономный отсос из полости вытяжного шкафа, где происходит технологический процесс, создает там расчетное разрежение.

Вытяжной шкаф (рис. 1) работает следующим образом.

Через коллекторный вход 2 рабочего проема наружный воздух поступает в местный отсос 5, туда же идет часть загрязненного воздуха из полости вытяжного шкафа через коллекторный вход 3 рабочего проема. Поскольку наружный воздух поступает с равномерной скоростью, то он является эффективным аэродинамическим затвором и исключает выбивание загрязненного воздуха наружу. Часть наружного воздуха при этом оказывается в полости вытяжного шкафа, где происходит технологический процесс, загрязняется и посредством автономного местного отсоса 7, пройдя очистку на фильтрующем материале 9, удаляется в общеобменную систему вентиляции.



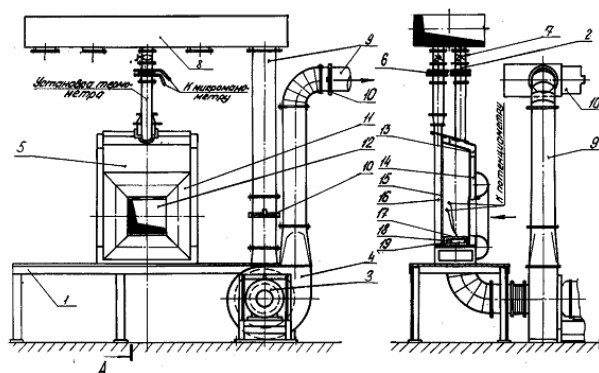


Рис. 2. Экспериментальная установка по испытанию вытяжных шкафов:

1 – стол лабораторный; 2 – воздуховод 100 мм; 3 – электродвигатель; 4 – ц/б вентилятор; 5 – шкаф вытяжной; 6 – диафрагма; 7 – дроссель-клапан; 8 – коллектор сборный; 9 – воздуховод 300 мм; 10 – шибер; 11 – коллектор входной; 12 – рабочий проем; 13 – передняя полая стенка; 14 – подвижная штора; 15 – перегородка с отверстиями; 16 – задняя полая стенка; 17 – термopаpa X-K; 18 – нагреватель электрический; 19 – кожух водоохлаждающий.

При загрязнении фильтрующего материала производят его замену. Например, в случае использования насыпного фильтра его периодически пополняют через бункер 6, удаляя загрязненный материал через проем с помощью шиберов 11 в емкость 12. В связи с тем, что посредством автономного отсоса можно поддерживать минимальные разрежения в полости (рабочем объеме) вытяжного шкафа (кабинного укрытия), исключается значительное выделение вредных веществ от самого технологического процесса, а значит, и количество воздуха, удаляемого этим отсосом, будет минимальное.

Разработанное техническое устройство позволяет существенно сократить расход удаляемого воздуха, а наиболее загрязненную его часть обрабатывать (очищать) в непосредственной близости от места образования. Входные отверстия в рабочем проеме имеют коллекторные входы. Этим обеспечивается равномерное поле скоростей, что снижает вынос вредных веществ из шкафа и сокращает расход отсасываемого воздуха. Через переднюю полую стенку удаляется практически чистый воздух, выполняющий роль воздушно-струйной завесы, и обработке не подлежит.

Количество поступающего в кабинное укрытие воздуха L равно сумме двух составляющих: L_1 – в виде воздушной завесы и L_2 – для локализации вредных выделений. При этом первая составляющая – практически чистый воздух и обработке может не подвергаться, а вторая составляющая обрабатывается в насыпном фильтре.

Применение шкафа такой конструкции возможно на производствах, связанных как с теплогазовыделяющими, так и с газовыделяющими источниками, например, при окраске малогабаритных деталей, при работе с пластмассами в режиме нагрева, при работе тигельных печей малой производительности, а также в лабораторных условиях.

В ходе апробации новой конструкции основные задачи экспериментальных исследований состояли в определении оптимального соотношения удаляемого воздуха от задней стенки и рабочего проема шкафа, в оценке влияния конструктивных элементов на эффективность улавливания вредных выделений и в разработке методики расчета вытяжных шкафов с учетом максимального количества факторов, сопутствующих функциональной нагрузке.

При решении поставленных задач необходимо было:

– путем варьирования расходов воздуха от рабочего проема и задней стенки найти соотношение между ними, при котором суммарный расход удаляемого от шкафа воздуха будет минимальным;

– определить расход воздуха, требуемый для полного улавливания теплового потока обычным вытяжным шкафом, у которого удаление воздуха

Таблица 1

Тарировочные данные испытаний

№№ п/п	Показания ваттметра, дел/Вт	Температура по- верхности нагреха- теля, °C
1.	12/480	200
2.	16/620	250
3.	20/800	300
4.	25,5/1020	350
5.	31/1240	400
6.	38/1520	450
7.	44,5/1780	500

Таблица 2

Результаты испытания при разных температурных режимах

t = 200°C						t = 300°C					
$H_{з.ст}^{ист}$ мм в.ст	$L_{з.ст}$ м³/ч	$H_{р.пр}^{ист}$ мм в.ст	$L_{р.пр}$ м³/ч	$L_{общ}$ м³/ч	$L = L_{з.ст} / L_{общ}$	$H_{з.ст}^{ист}$ мм в.ст	$L_{з.ст}$ м³/ч	$H_{р.пр}^{ист}$ мм в.ст	$L_{р.пр}$ м³/ч	$L_{общ}$ м³/ч	$L = L_{з.ст} / L_{общ}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	29	94	94	0	0	0	33	100	100	0
0,1	6	29,4	86	92	0,065	0,1	7	26,7	90	97	0,072
0,9	25	11	58	83	0,301	1	26	12,7	62	88	0,295
1,7	34	7	46	80	0,425	1,9	36	7,6	48	84	0,429
2,2	39	5	39	78	0,5	2,6	41	5,6	41	82	0,5
1,2	48	7,6	28	76	0,632	1,2	49	8	29	78	0,628
0,6	54	9,6	20	74	0,73	0,6	56	10,4	20	76	0,737
0,2	62	12,6	11	73	0,849	0,2	64	13,6	11	75	0,853
0,6	67	9,6	7	74	0,905	0,6	68	10,4	8	76	0,895
8,8	77	0	0	77	1	9	78	0	0	78	1

t = 400°C						t = 500°C					
$H_{з.ст}^{ист}$ мм в.ст	$L_{з.ст}$ м³/ч	$H_{з.пр}^{ист}$ мм в.ст	$L_{р.пр}$ м³/ч	$L_{общ}$ м³/ч	$L = L_{з.ст} / L_{общ}$	$H_{з.ст}^{ист}$ мм в.ст	$L_{з.ст}$ м³/ч	$H_{з.ст}^{ист}$ мм в.ст	$L_{р.пр}$ м³/ч	$L_{общ}$ м³/ч	$L = L_{з.ст} / L_{общ}$
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0	0	39	109	109	0	0	0	49	122	122	0
0,1	7	31,7	98	105	0,067	0,1	8	39,6	110	118	0,068
1,2	28	14	65	93	0,301	1,4	30	16	70	100	0,3
2,2	38	8,2	50	88	0,432	2,4	40	9,6	54	94	0,426
2,8	43	6	43	86	0,5	3	45	6,6	45	90	0,5
1,4	51	8,6	30	81	0,63	1,5	54	9,6	32	86	0,628
0,6	57	10,8	21	78	0,731	0,8	61	12,2	22	83	0,735
0,2	65	14	12	77	0,844	0,2	68	15	12	80	0,85
0,6	70	10,8	8	78	0,897	0,2	72	15	8	80	0,9
9,8	81	0	0	81	1	10	83	0	0	83	1

осуществляется только от задней стенки (шкаф № 1), и шкафом, у которого удаление воздуха происходит от задней стенки и рабочего проема (шкаф № 2).

Для проведения лабораторных экспериментов была смонтирована установка, общий ее вид приведен на рис. 2.

Установка состояла из модели вытяжного шкафа № 2, подсоединенной посредством системы воздуховодов к вытяжному вентилятору Ц 9-57 № 4 с электродвигателем АО2-41-4 мощностью 4,0 кВт. Регулировка расхода отсасываемого воздуха осуществлялась шибером перед вентилятором, а количественное соотношение удаляемого воздуха от задней стенки и рабочего проема — дроссель-клапанами. Для определения и контроля расхода воздуха

на двух участках системы были установлены диафрагмы диаметром 60 мм. Температура удаляемого воздуха замерялась термометром.

Вытяжной шкаф имеет полые переднюю и заднюю стенки, рабочий проем, который может перекрываться ниспадающей полой шторкой со щелями по торцам для прохода воздуха. Отсос воздуха осуществляется одновременно как по периметру рабочего проема, так и через перфорированную заднюю полую стенку шкафа. Отсос по всему периметру обеспечивает выравнивание поля скоростей по площади проема. Плавный коллекторный вход воздуха исключает вихреобразование и добавочную турбулизацию потока воздуха, входящего в шкаф. Коллектор выступает за плоскость передней стенки, что поз-



Сравнительные характеристики вытяжных шкафов

Наименование конструкции	$t_{\text{н}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{пом}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{ух}}, ^\circ\text{C}$	$V_{\text{р.пр.}}, \text{м}^3/\text{с}$	$H_{\text{ист. р.пр.}}, \text{мм в.ст.}$	$H_{\text{ист. з.ст.}}, \text{мм в.ст.}$	$L_{\text{р.пр.}}, \text{м}^3/\text{ч}$	$L_{\text{з.ст.}}, \text{м}^3/\text{ч}$	$L_{\text{общ.}}, \text{м}^3/\text{ч}$
Вытяжной шкаф № 1 ($F=0,14 \text{ м}^2$)	200	17	22	0,26	0	24,8	0	87	87
	300	18	23	0,27	0	25,6	0	88	88
	400	19	24	0,27	0	27,4	0	91	91
	500	21	26	0,28	0	28,4	0	93	93
Вытяжной шкаф № 2 ($F=0,14 \text{ м}^2$)	200	17	22	0,22	12,6	0,2	62	11	73
	300	19	24	0,23	13,6	0,2	64	11	75
	400	19	24	0,23	14	0,2	65	12	77
	500	21	26	0,24	15	0,2	68	12	80

воляет отделить пространство с высокой концентрацией вредных веществ внутри шкафа от рабочего места и значительно снизить концентрацию вредных веществ вне укрытия в помещении.

В качестве источника теплоты в шкафу использовался нагреватель $0,7 \times 0,08 \text{ м}$ в водоохлаждаемом кожухе. В различных опытах температура нагревателя менялась в пределах от 200°C до 500°C в зависимости от напряжения, подаваемого электрического тока. Контроль температур на поверхности источника теплоты осуществлялся хромель-копелевой термопарой, заделанной в верхнюю пластину нагревателя.

До начала испытаний были проведены тарировки нагревателя и измерительных диафрагм. Тарировка производилась с целью определения мощности электрического тока, соответствующей требуемой температуре поверхности нагревателя в стационарном режиме. Установление стационарного теплового режима определялось по постоянству температуры поверхности нагревателя и температуры окружающего воздуха в помещении. Результаты приведены в таблице 1.

Тарировка измерительных диафрагм производилась по коллектору. Для этого в начале всасывания устанавливался плавный коллектор $d = 70 \text{ мм}$, профилированный по лемнискате, коэффициент местного сопротивления которого равнялся $\xi_{\text{вх}} = 0,02$. На каждом режиме в воздуховоде на расстоянии одного калибра за коллектором замерялось статистическое давление микроманометром ММН и одновременно другим микроманометром фиксировался перепад давлений до и после диафрагмы.

Скорость движения воздуха в воздуховоде определялась по формуле:

$V = 3,96 \sqrt{P_{\text{к}}}$, м/с, где $P_{\text{к}}$ — статистическое давление в коллекторе, мм вод.ст.

Соответственно расход воздуха равнялся:

$$L = 3600 \cdot F \cdot V, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где F — площадь сечения воздуховода, м^2 .

По величинам расходов воздуха и соответствующим им перепадам давлений на диафрагме строился тарифовочный график.

Определение оптимального соотношения удаляемого воздуха от задней стенки и рабочего проема шкафа № 2 производилось следующим образом.

При помощи установленных в воздуховодах дроссель-клапанов, которые имели пять фиксированных положений, устанавливались различные соотношения расходов воздуха от рабочего проема и задней стенки. После этого производилось задымление конвективного потока хлористым аммонием. Затем шиббером на вентиляторе регулировался расход отсасываемого от шкафа воздуха, чтобы добиться полного захвата задымленного потока. Необходимым и достаточным считался такой минимальный расход удаляемого воздуха, когда траектория частицы, наиболее удаленной от отсоса, не поднималась выше верхней кромки всасывающего отверстия. При оптимальном расходе микроманометрами замерялись перепады давлений на диафрагмах № 1 и № 2,

по которым определялись расходы удаляемого воздуха. Опыты проводились на четырех режимах для температуры нагревателя 200°C, 300°C, 400°C и 500°C. На каждом режиме делалось три дубля. Средние значения полученных результатов сведены в таблицу 2. По результатам исследований была определена зависимость

$$L_{\text{общ.}} = f(\bar{L})$$

для различных температур на поверхности источника теплогазовыделений,

где $L_{\text{общ.}}$ — суммарный объем отсасываемого воздуха от вытяжного шкафа, м³/ч; $\bar{L} = \frac{L_{\text{з.ст.}}}{L_{\text{общ.}}}$ — относительный объем отсоса;

$L_{\text{з.ст.}}$ — объем отсасываемого воздуха от задней стенки шкафа, м³/ч.

Из приведенных в таблице данных видно, что независимо от температуры источника распределение расхода воздуха остается постоянным. Минимальный объем отсасываемого воздуха получается при удалении от рабочего проема — 10-15%, а от задней стенки — 85-90%.

Оценка влияния конструктивных элементов вытяжного шкафа (рабочий проем со щелями по периметру и отсосом воздуха от него, плавный коллекторный вход воздуха, устройство кромок у рабочего окна) на эффективность улавливания вредных выделений производилась путем сравнения расхода воздуха для полного улавливания теплового потока, удаляемого при работе шкафа № 1 и шкафа № 2. Для этого в модели вытяжного шкафа № 2 были предусмотрены съемный коллектор и возможность полного отключения отсоса воздуха от рабочего проема.

Эффективность работы вытяжных шкафов оценивалась визуальным методом. Производилось задымление конвективного потока хлористым аммонием. Постепенно увеличивая расход отсасываемого воздуха, добивались полного улавливания задымленного потока. За минимально необходимую производительность отсоса принимался уровень, при котором границы тепловой струи замыкались на краях всасывающего отверстия. При оптимальном расходе замерялись температура воздуха

в рабочем проеме и перепад давлений на диафрагме, по которому определялась производительность.

Для шкафа новой конструкции опыты проводились при оптимальном соотношении удаляемого воздуха от задней стенки и рабочего проема, установленном по результатам предыдущего эксперимента:

$$L_{\text{з.ст.}} = 0,85 L_{\text{общ.}}$$

Температура нагревателя варьировалась в пределах 200°C, 300°C, 400°C, 500°C. На каждом температурном режиме проводилось три дубля. Средние значения полученных результатов приведены в таблице 3.

Из таблицы видно, что шкаф № 2 требует на 15-20% меньших объемов удаляемого воздуха, чем обычный вытяжной шкаф. Расчет производительности для новой конструкции по общепринятой формуле расчета вытяжных шкафов со значительными тепловыделениями требует введения в формулу поправочного коэффициента 0,85:

$$L = 0,85 \cdot 120 \cdot \sqrt[3]{Q_k \cdot H \cdot F^2} = 102 \sqrt[3]{Q_k \cdot H \cdot F^2},$$

где L — объем отсасываемого воздуха, м³/ч;

Q_k — количество тепловыделений в шкафу, идущих на нагрев воздуха в нем, ~ 50-70% от полной теплопроизводительности источника, ккал/ч;

H — высота рабочего проема, м;

F — площадь открытого рабочего проема шкафа, м².

Проведенные экспериментальные исследования позволили выявить эффективность конструкции шкафа № 2, на которую получен патент, и установить ее численное значение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Килин П. И., Рогова Т. Н. Методологические основы расчета и устройства вентиляции с учетом закономерностей диффузионного распространения примесей // производство. Технология. Экология-2001: Труды международной научно-практической конференции. Том 1. — М.: Станкин, 2001.

2. Рогова Т. Н. Аналитические исследования закономерностей распространения вредных примесей путем турбулентной диффузии. — Екатеринбург: УрГУПС, 2004.

Координаты автора статьи (author's address):
Рогова Т.Н. — 8-495-6842169





Три уровня противопожарной профилактики



Виктор МАКАРОВ
Victor V. MAKAROV

Даниил КОНОВАЛЕНКО
Daniil V. KONOVALENKO



Юрий ГАЗИЗОВ
Youry V. GAZIZOV

Макаров Виктор

Васильевич — кандидат технических наук, доцент, проректор Иркутского государственного университета путей сообщения (ИрГУПС).

Коноваленко Даниил

Викторович — кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроподвижной состав».

Газизов Юрий Владимирович — студент 5 курса ИрГУПС.

Системный анализ причин возникновения пожаров на тяговом подвижном составе. Способы решения выявленных проблем.

Ключевые слова: пожарная безопасность, локомотивы, факторы среды, системы управления.

Three Levels of Fire Safety

Makarov V. V. – Cand. Sc. (Tech.), associate professor, vice-rector of the Irkutsk State University of railway engineering (IrGUPS).

Konovalenko D. V. – Cand. Sc. (Tech.), senior lecturer at the chair of electric rolling stock of IrGUPS.

Gazizov Yu. V. – student of IrGUPS.

System analysis of causes of fires at locomotives and techniques to solve the identified problems.

Key words: fire safety, locomotives, environmental factors, control systems.

Одной из острых проблем на железных дорогах России, как следует из публикаций «МТ» и других изданий [1, 2], остается ситуация с пожарами на тяговом подвижном составе (ТПС). Рост их числа имеет не одну причину, но свою роль здесь сыграл и тот факт, что в ходе реформирования МПС из структуры ОАО «РЖД» выпало Управление «Ведомственной охраны железнодорожного транспорта», и в результате было ослаблено взаимодействие между специалистами этого управленческого звена и департамента локомотивного хозяйства. Нет должной координации — и нет прежней ответственности, заботы о минимизации пожаров на ТПС.

Сейчас много говорится об обновлении транспортной техники. Однако износ парка ТПС уже достиг 70%. При отсутствии полноценной замены идёт интенсивная эксплуатация старых, уже изношенных локомотивов с перепробами. Как результат — увеличение риска

Таблица 1

Количество и время задержек поездов из-за пожаров в 2004-2006 годах

	Общее количество пожаров			Количество задержек поездов						Время задержек поездов, ч					
				грузовых			пассажирских			грузовых			пассажирских		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Вся система	232	211	208	172	159	511	89	86	121	311	244	747	141	142	129
Структура ПС в перевозках	113	114	121	119	132	301	48	62	84	256	214,9	666	49,7	117,1	109
ТПС	61	63	60	65	96	238	30	49	61	221	181	538,8	32	100	67
Доля ТПС от системы, %	26,3	29,9	28,8	49,4	60,4	46,6	33,7	57	50,4	71,1	74,2	72,1	22,7	70,4	51,9
Доля ТПС от структуры, %	54	55,3	49,6	71,4	72,7	79,1	62,5	79	72,6	86,3	84,2	80,9	64,4	85,4	61,2

и ЧП в период структуризации отрасли. Наглядно иллюстрируют сложившееся положение данные таблицы 1 [2].

Известно, что в это же время объёмы финансирования на фундаментальные и прикладные исследования по проблемам железнодорожного транспорта были существенно уменьшены, в том числе и в сфере противопожарной профилактики на ТПС. Однако сейчас ситуация с пожарами на железных дорогах требует активизации научных исследований.

Парадоксально, но в штатных схемах электровозов серии ВЛ80 отсутствует противопожарная защита. А существующая противопожарная сигнализация и защита электровозов других серий, как свидетельствует опыт эксплуатации, неэффективны. По данным ведущего инженера федерального государственного предприятия «Ведомственная охрана железнодорожного транспорта» А.П. Дегтярёва [2] анализ работы автоматической противопожарной защиты (АПЗ) за период 2004-2006 гг. показал, что при пожарах на электровозах, оборудованных автоматическими установками пожарной сигнализации, она не сработала в 12,5% случаев.

Наиболее опасны возгорания тяговых электродвигателей (ТЭД) и сглаживающих реакторов (СР), которые приводят к пожарам электровозов, в отдельных случаях с выгоранием оборудования секций на 80-85%. Наблюдается дальнейшее увеличение отказов из-за пробоев изоляции вследствие перегрева и переувлажнения СР, ТЭД и асинхронных вспомогательных машин (АВМ).

Освоение серийного производства электровозов нового поколения, например серии ЭП10, также указывает на низкую эффективность установленной на них

противопожарной сигнализации и защиты. 10 декабря 2006 года при эксплуатационных испытаниях случился пожар в третьем тяговом электродвигателе на электровозе ЭП10-010 Новочеркасского электровозостроительного завода. Как известно [3], для контроля температуры нагрева тяговых электродвигателей такого электровоза в один из зубцов статорной обмотки заложены специальные датчики. Можно полагать, что подбор и координата размещения температурного датчика не имели достаточного научного обоснования.

Нашей научной группой проведен системный анализ причин возникновения пожаров на ТПС в условиях эксплуатации их на Восточно-Сибирской железной дороге (ВСЖД) в период 2002-2007 годов. По статистическим данным, за это время произошло 376 пожаров, 15 пострадавших секций были разукреплены и исключены из парка. Ущерб исчисляется десятками миллионов рублей.

Характерно, что 23% пожаров на электровозах произошли из-за короткого замыкания в ТЭД, 16% — в СР, 15% — в цепях силового оборудования, 12% — в высоковольтных камерах, 9% — в цепях управления, 7% — в тяговых трансформаторах, 6% — в АВМ и 12% приходится на другие пожароопасные места и узлы. Если суммировать пожары в силовом блоке, то они составляют более 50%.

Добавим сюда, что анализ причин отказов и аварий (в том числе пожаров) на электровозах и тепловозах, проведенный ОАО «ЖД», показал: в 40% случаев их источником являлась технически неисправная электроизоляция. Очень часто это объяснялось некачественным изготовлением проводов и кабелей для подвижного состава, нарушением тех-





Рис. 1. Трёхэлементная и трёхуровневая система пожаробезопасного управления электровозом.

нологии производства и применением материалов, не предусмотренных нормативной документацией.

Системный анализ пожаробезопасного управления электровозом, опыта работы ВСЖД и других железных дорог России, эксперименты и наблюдения позволяют утверждать, что на пожаробезопасность системы «среда — машинист — электровоз» (СМЭ) существенно влияет каждая из её составляющих (подсистем).

Процесс функционирования системы СМЭ предполагает приоритетное выполнение условий безопасности наряду с другими показателями качества перевозок. Для повышения информативности процесса нами предлагается блок-схема трёхэлементной и трёхуровневой системы пожаробезопасного управления электровозом (рис. 1). Блок-схема дает представление о структуре реализуемых функций и взаимосвязях между элементами системы.

Основными оценочными параметрами эффективности функционирования человеко-машинных систем являются их надежность и работоспособность. Теоретические положения по надежности локомотивов наиболее полно отражены в трудах Четвергова В.А., Пузанкова А.Д., Горского А.В, Воробьева А.А. и других авторов [4, 5].

Определение надежности человеко-машинных систем приводят в своих

работах Волчкевич Л.И., Гнеденко В.В., Шор Я.В. [6, 7]. При этом использованы вероятностные характеристики с учетом надежности оператора, полученные хронометражным способом или методом экспертных оценок. Формализовать работу оператора чрезвычайно сложно (если не сказать — невозможно). Тем не менее существуют приближенные вероятностные модели (методики) определения надежности как оператора, так и системы в целом. Известно несколько методик оценки надежности систем «человек-машина». Одним из первых эту задачу решал в свое время Б.Ф. Ломов [8].

Особенности управления транспортной системой «машинист — поезд — среда движения — диспетчер» рассмотрены в трудах В.Г. Козубенко [9]. Такая система охватывает трудовую деятельность сотен тысяч людей и огромного количества технических средств железнодорожного транспорта, призванных обеспечить безопасность перевозок. Ученый сосредоточил внимание на причинах, ведущих к чрезвычайным происшествиям, однако обошел вниманием проблему пожаров на локомотивах. Видимо, это не случайно. С недооценкой пожароопасности приходится сталкиваться постоянно, несмотря на наличие, казалось бы, неопровержимых угрожающих данных, на которые мы и наши коллеги [1] ссылались.

В теорию тяговых расчётов необходимо ввести раздел, предусматривающий вероятность возникновения пожаров на электровозах, связанных с необоснованным увеличением масс поездов, токовыми перегрузками, с местоположением на критических участках дорог, в зонах особо рискованных климатических условий. Причем последнее касается не только локомотивов и их тяговых систем, но и машинистов, человеческого организма в экстремальных ситуациях.

Психофизиологические возможности организма машиниста и влияние на них окружающей среды рассматриваются многими авторами, в частности ими занимаются учёные — медики ВНИИЖТ. В нашем университете в творческом содружестве с Иркутской государственной сельскохозяйственной академией и Иркутским центром народной медицины разработана новейшая энергосберегающая технология оздоровительного чая для экипировки им локомотивных бригад с целью охраны здоровья людей и обеспечения безопасности движения поездов [10].

Перенос тепла и влаги на электровозе происходит постоянно. При любом изменении режимов работы электровоза и параметров окружающей среды термодинамическое равновесие нарушается, и электровоз переходит к новому равновесному состоянию, обмениваясь с атмосферой влагой и теплом. Наиболее перспективными методами управления температурно-влажностными режимами следует поэтому считать такие, которые будут адаптироваться к микроклиматическим условиям эксплуатации электровоза и режимам его нагрузки. Они призваны помогать управлению тепловлагодобными процессами с учетом меняющихся (порой неожиданно) параметров окружающей среды. Особенно актуальна эта проблема при создании электровозов нового поколения, которые будут эксплуатироваться на железных дорогах Сибири, Севера и Дальнего Востока и должны быть оснащены адаптивными системами управления тепловлагодобными процессами, имея при этом достаточный ресурс надежности и долговечности.

Предложенный кафедрой электроподвижного состава Иркутского университета путей сообщения метод непрерывного контроля температурно-влажностного режима предельно нагруженного оборудования электровоза можно отнести к первому этапу реализуемой вузом программы по созданию бортовых адаптивных систем управления процессами тепловлагодобного обмена [11].

Безопасность на железных дорогах, если суммировать названные проблемы, остается комплексной задачей. Однако выделив приоритеты тягового подвижного состава, мы не подвергаем сомнению очевидную здесь комплексность, а лишь подчеркиваем ее значимость. Только совместными усилиями науки и практики в области создания систем пожаробезопасного управления ТПС можно значительно уменьшить количество пожаров и связанных с ними потерь на железнодорожном транспорте. И именно тут мы видим возможность к прогрессу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Худогонов А. М., Коноваленко Д. В. Мониторинг использования электровозов в зимних условиях // Мир транспорта. — 2008. — № 3.
2. Тяговому подвижному составу — надёжную противопожарную защиту // Локомотив. — 2007. — № 7.
3. Моделирование электромеханической системы электровоза с асинхронным тяговым приводом / Ю. А. Бахвалов, А. А. Зарифьян, В. Н. Калашников и др.; Под ред. Е. М. Плохова. — М.: Транспорт, 2001.
4. Четвергов В. А., Пузанков А. Д. Надёжность локомотивов: Учебник для вузов ж.-д. транспорта. — М.: Маршрут, 2003.
5. Горский А. В., Воробьёв А. А. Надёжность электроподвижного состава: Учебник для вузов ж.-д. транспорта. — М.: Маршрут, 2005.
6. Волчкевич Л. И. Надёжность автоматических линий. — М.: Машиностроение, 1969.
7. Гнеденко В. В., Шор Я. В. Надёжность // Энциклопедия современной техники. Т. 2. — М., 1963.
8. Ломов Б. Ф. Человек и техника. Изд. 2. — М., 1966; Ломов Б. Ф. Человек в системах управления. — М.: Знание, 1967.
9. Козубенко В. Г. Безопасное управление поездом. Вопросы и ответы: Учебное пособие. — М.: Маршрут, 2005.
10. Худогонов И. А., Худогонова Е. Г. Основы технологии оздоровительного чая. — Иркутск, 2006.
11. Худогонов А. М., Смирнов В. П. Система температурного контроля и защиты оборудования электроподвижного состава // Вестник Алтайского гос. технич. университета. — Барнаул, 2001. — Т. 1. ●

Координаты авторов статей (authors' addresses):
Макаров 8-3952-638306 mvw@irgups.ru
Коноваленко 8-3952-638366
konovalenko_dv@iriit.irk.ru





Расчеты ресурсной достаточности



Анатолий ШЕВЧЕНКО

Anatoly I. SHEVCHENKO

Математическая модель расчета ресурсной базы для обеспечения устойчивости перевозочного процесса в условиях чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: транспортная безопасность, модель достаточности.

Design of Sufficiency of Resources

Shevchenko A.I. – head of section of labor and industrial safety of the Center of monitoring and troubleshooting of engineering structures, branch of JSC Russian Railways.

Mathematical model of calculation of resource base of maintaining of transportation process in emergency situation.

Key words: transport safety and security, model of sufficiency.

Шевченко Анатолий Иванович – начальник отдела охраны труда и промышленной безопасности Центра обследования и диагностики инженерных сооружений – филиала ОАО «РЖД».

Актуальность проблемы расчета минимально необходимого состава сил и средств для обеспечения заданного уровня устойчивости перевозочного процесса обусловлена потребностью в оптимизации действующей системы с учетом критерия соотношения стоимости и эффективности. Для корпоративной сети «РЖД» одинаково важно не допустить любого неоправданного сбоя в железнодорожных перевозках как по причине вероятности значительных прямых материальных потерь, так и нежелательности снижения деловой репутации компании и соответственно — потерь от упущенной выгоды. В этом вопросе должна быть найдена золотая середина между затратами ресурсов на предупреждение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций (ЧС), прежде всего — количеством дислоцируемых восстановительных поездов (ВП) и пожарных поездов (ПП), сопутствующими их эксплуатации непроизводственными расходами, и достаточным (заданным) уровнем устойчивости перевозочного процесса.

Именно для этого автором предпринята попытка разработать математическую модель, позволяющую производить расчеты достаточности корпоратив-

ных сил и средств в целях поддержания баланса затронутых интересов.

Для расчетов важны существующие базовые условия, в частности наличие нормативов прикрытия участков железных дорог с наиболее интенсивными перевозками силами и средствами, предусмотренными системой предупреждения и ликвидации ЧС. Нормативы включают: время прибытия аварийно-восстановительных формирований из пункта дислокации в зону чрезвычайной ситуации; время восстановления движения; время ликвидации последствий ЧС, транспортного происшествия (ТП).

Дислокация восстановительных поездов изначально выбиралась таким образом, чтобы наиболее надежно были прикрыты стратегически значимые направления и участки с высокой интенсивностью движения. При этом даже теоретически вопрос о степени надежности прикрытия прочих участков до сих пор не ставился. В основном дело ограничивалось ранее принятой нормой — один ВП на 200 км, хотя после сокращения числа таких поездов норма увеличилась для ряда дорог до 300-500 км путей на один ВП. По состоянию на начало 2008 года средняя длина участка их обслуживания по сети составляет 352,5 км. Это означает, что в случае возникновения ЧС (ТП) в точке сети, удаленной от места дислокации на 350-500 км, время движения ВП до этой точки (включая движение выезда со станции дислокации на пути общего пользования) с учетом средней скорости не выше 50 км/ч составит 8-10 часов и таким образом порог перерыва в движении поездов в 6 часов (установлен нормативными актами как нижний уровень ЧС), будет превзойден. При наличии опасных грузов в подвижном составе такая задержка недопустима даже для малодетального участка, поскольку экологический ущерб от неоперативной локализации и ликвидации ЧС (ТП) (пролива, россыпи, возгорания груза), а с ним и экологические штрафы могут достигать значительных размеров.

Сказанное не только призыв к повышению технической и организационной эффективности работы ВП, но и аргумент в пользу теоретического анализа

готовности системы ВП по уровням 80% и 95% к надежному техническому прикрытию по всей сети ОАО «РЖД», при котором полный перерыв в движении поездов по главному ходу не должен превышать 6 часов.

Критерии достаточности восстановительных поездов являются интегральными, они обязаны учитывать многообразие ситуаций, при которых требуется различное число ВП: от одного до шести. Кроме того, при сходе двухсекционного локомотива нужна платформа с 250-тонным грузоподъемным краном.

В соответствии с этим могут рассматриваться условия своевременного подхода к месту ЧС (ТП), которое будем считать случайным, следующего последовательно растущего числа ВП — одного; двух; трех; четырех; пяти; шести; кроме того — подход двух или трех ВП с дополнительным условием, что один из них имеет в своем составе железнодорожный кран грузоподъемностью 250 тонн.

Принимаем, что вероятность наступления каждого из перечисленных вариантов подчиняется нормальному закону.

Анализ количества ЧС (ТП), для ликвидации последствий которых требовалось определенное количество ВП, показал, что процентное распределение складывалось так: привлечение одного ВП зарегистрировано в 10% случаев; двух — в 40%; трех — в 40%; четырех — в 5%; пяти или шести — тоже в 5%. Статистические данные использования восстановительных поездов за последние 10 лет свидетельствуют, что средняя скорость подхода ВП к месту ЧС (ТП) составляет около 50 км/ч. Эта величина и применялась при расчетах.

В дальнейшем ограничимся числом ВП от одного до четырех (привлечение 5, 6 и более — редкое явление).

Вектор распределения аварийных случаев по количеству требуемых ВП обозначим $\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4\}$.

Согласно приведенным данным, $\alpha_1 = 0,1$; $\alpha_2 = 0,4$; $\alpha_3 = 0,4$; $\alpha_4 = 0,05$.

Отдельно рассматриваются случаи, когда требуется хотя бы один 250-тонный кран. Особенности технического оснащения каждого ВП не учитывались для упрощения математического аппарата и с учетом того обстоятельства, что



Итоговые данные расчета достаточности количества ВП для прикрытия участков Северо-Кавказской железной дороги

№ уч-ка	W	P1	P2	P3	P4	Участковая степень прикрытия
1	167	166	165,5	165,5	165,5	0,94
2	131	131,3	131,3	131,3	131,3	0,95
3	89,5	89,5	89,5	86,6	86,6	0,93
4	106	104,8	103,6	103,6	103,55	0,93
5	32	32	32	32	32	0,95
6	125	125,4	125,4	125,4	125,4	0,95
7	36	36	36	36	36	0,95
8	82	82	82	82	82	0,95
9	56	56	56	56	56	0,95
10	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	0,95
11	69,5	69,5	69,5	69,5	69,5	0,95
12	31	31	31	31	31	0,95
13	76,5	76,5	76,5	76,5	76,5	0,95
14	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	0,95
15	88	88	88	88	88	0,95
16	53,5	53,5	53,5	53,5	53,5	0,95
17	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	0,95
18	33	33	33	33	33	0,95
19	34,1	34,07	34,08	34,08	34,075	0,95
20	28,1	28,1	28,1	28,1	28,1	0,95
21	65,1	65,1	65,1	65,1	65,1	0,95
22	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	0,95
23	12,6	7,5	4,9	4,9	4,9	0,39
24	18	15	7,05	7,05	7,05	0,41
25	27,6	27,6	27,6	27,6	27,6	0,95
26	58	57,97	57,97	57,97	57,97	0,95
27	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	0,95
28	28,9	28,9	25,4	25,4	25,4	0,85
29	21	16	16	16	16	0,72
Сумма	1676	1660,6	1645	1642	1641,9	
Критериальное значение для различного кол-ва поездов		0,991	0,982	0,979	0,9799	
Критериальное значение совместное		0,93				

в 80% случаев к ликвидации последствий схода подвижного состава привлекаются не менее 2-3 поездов, которые в сумме дополняют друг друга в наборе специальных технических средств.

Для формулирования математической задачи картографическое изображение каждой дороги разбивается на участки, причем участком называем часть железнодорожных путей, ограниченных двумя, тремя, четырьмя ВП. Границей участка могут быть и граница железной дороги, и тупиковая точка.

Текущий участок обозначим U_j . Точку на железнодорожных путях внутри участка (возможную точку крушения, аварии, схода) — через x . Для точек внутри участка рассчитывается набор функций $f_1(x)$, $f_2(x)$, $f_3(x)$, $f_4(x)$, где $f_i(x)$ — расстояние по железнодорожной линии от точки x участка до места дислокации ВП _{i} .

Железная дорога, таким образом, может быть разбита на участки, со сво-

ей, единственной для каждого группой из четырех ВП.

Множество наборов групп ВП обозначим $M = \{m_k\}_{k=1}^4$, а множество участков, составляющих в целом железную дорогу — $U = \{U_j\}_{j=1}^n$, где n — число участков для данной дороги.

Обозначим также расстояние достижимости ВП (для ближайшего к месту ТП) через f^1 . Эти данные рассчитываются, исходя из средней скорости ВП и принятого предельного времени движения ближайшего восстановительного поезда $T_1 - f^1 = 50 \cdot T_1$.

Последовательности расстояний достижимости для 2, 3, 4-го ВП, которые могут принимать участие в ликвидации последствий ЧС (ТП), соответствуют f^2 , f^3 , f^4 . Они рассчитываются через предельное время T_2, T_3, T_4 : $f^i = 50 \cdot T_i$, $i = 2, 3, 4$.

Рассчитывается набор функций $d_1(x)$, $d_2(x)$, $d_3(x)$, $d_4(x)$ участка в каждой точке (километре) с помощью следующего ряда логических условий:

Таблица 2

Расчет степени прикрытия ВП для Забайкальской железной дороги

№ участка	W	P1	P2	P3	P4	Участковая степень прикрытия
1	152	150	118	118	56	0,74
2	261	261	239	176	223	0,78
3	288,4	288,4	288,4	288,4	288,4	0,95
4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	0,95
5	40,1	30,9	30,9	27,2	27,2	0,69
6	238,95	238,95	238,95	238,95	239	0,95
7	235	235	235	235	235	0,95
8	205	205	205	205	205	0,95
9	201,9	201,9	201,9	201,9	201,9	0,95
10	187	187	187	187	187	0,95
11	249	249	249	249	249	0,95
12	152,7	152,7	152,7	152,7	152,7	0,95
13	172,6	172,6	172,6	172,6	172,6	0,95
14	80	80	80	80	80	0,95
Сумма	2493,05	2481,85	2427,85	2361,15	2346	
Критериальное значение для различного кол-ва поездов		0,995	0,973	0,947	0,941	
Критериальное значение совместное	0,915					

$$d_1(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } f_1(x) < f^1 \\ 0, & \text{если } f_1(x) > f^1 \end{cases} \quad (1)$$

$$d_2(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } (f_1(x) < f^1) \cap (f_2(x) < f^2) \\ 0, & \text{если } (f_1(x) > f^1) \cup (f_2(x) > f^2) \end{cases} \quad (2)$$

$$d_3(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } (f_1(x) < f^1) \cap (f_2(x) < f^2) \cap (f_3(x) < f^3) \\ 0, & \text{если } (f_1(x) > f^1) \cup (f_2(x) > f^2) \cup (f_3(x) > f^3) \end{cases} \quad (3)$$

$$d_4(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } (f_1(x) < f^1) \cap (f_2(x) < f^2) \cap (f_3(x) < f^3) \cap (f_4(x) < f^4) \\ 0, & \text{если } (f_1(x) > f^1) \cup (f_2(x) > f^2) \cup (f_3(x) > f^3) \cup (f_4(x) > f^4) \end{cases} \quad (4)$$

(Примечание: в формулах 1-4 знак $\cup$ означает «или»; знак $\cap$ — «и»)

Таким образом, $d_i(x)$ — набор характеристик участка, принимающих в каждой точке значение 1 или 0.

Введем также весовую функцию $w(x)$, являющуюся отношением интенсивности движения в текущей точке x к максимальной интенсивности движения.

В случае, если x расположен на главном ходу, $w(x) = 1$. При этом используется предположение, что интенсивность ЧС (ТП) пропорциональна интенсивности перевозок, поэтому указанная величина одновременно характеризует и отношения интенсивности ЧС (ТП).

Для каждой из функций $d_i(x)$ рассчитывается P_{ij} — сумма километров с харак-

теристикой 1, умноженной на локальные интенсивности крушений, и Q_{ij} — сумма километров с характеристикой 0, также умноженной на весовую функцию.

$P_{ij} = \sum d_i(x)w(x)$, для всех x из участка U_j , что $d_i(x) = 1$

$Q_{ij} = \sum (1-d_i(x))w(x)$, для всех x из участка U_j , что $d_i(x) = 0$

Таким образом,

$$P_{ij} + Q_{ij} = \sum w(x). \quad (5)$$

Величину в правой части обозначим $W(U_j)$. Если участок целиком лежит на главном ходу, то $W(U_j) = L(U_j)$, где $L(U_j)$ — длина рассматриваемого участка U_j . Характеристическое значение K_{ij} для участка определяется по формуле:

$$K_{ij} = P_{ij} / W(U_j). \quad (6)$$



Расчет расстояний достижимости в требуемое время

Длины путевых участков	Интенсивность	Wi	W	P	Ki	Ai	Ri = Ki·ai	R = Ri
268	1	268		253,7	0,91	0,1	0,091	0,865
107	0,1	10,7	278,7	253,7	0,91	0,4	0,364	
		278,7	278,7	253,7	0,91	0,4	0,364	
			278,7	253,7	0,91	0,05	0,046	

Для железной дороги в составе ОАО «РЖД» это значение рассчитывается по формуле:

$$K_i = \sum P_{ij} / \sum W(U_j). \quad (7)$$

Задача по оценке степени прикрытия с заданным уровнем сводится к определению характеристик $d_i(x)$ функций f_j для каждой точки участка, а затем к расчету P_{ij} , K_{ij} и K_i . Рассчитанная величина и есть вероятность попадания случайного события в зону прикрытия.

С учетом обозначения вектора распределения ЧС (ТП) по количеству требуемых для восстановления движения единиц техники характеристикой степени прикрытия сети существующим набором ВП (число и места дислокации) становится значение R , представляющее собой скалярное произведение векторов $K = \{K_1, K_2, K_3, K_4\}$ и $a = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$:

$$R = \sum_{i=1}^4 K_i \cdot a_i. \quad (8)$$

Достаточность ВП для участка в целом (интегральный критерий, учитывающий различное число требуемых ВП), определяется выполнением критериального соотношения $R \leq R^0$, где R^0 — предельное значение в зависимости от требований к критерию достаточности. Обычно используются три величины: 0,8; 0,9; 0,95. Кроме интегрального могут применяться дифференциальные критерии достаточности для различного количества требуемых ВП (1, 2, 3, 4).

Предложенную математическую модель можно использовать и для расчета достаточности прикрытия отдельных участков железных дорог ПП.

Результаты расчетов, выполненных для различных по конфигурации основных направлений перевозок Северо-Кавказской и Забайкальской железных дорог, показаны в таблицах 1, 2, 3.

Анализ результатов по Северо-Кавказской железной дороге демонстрирует достаточную степень прикрытия дороги ВП в рамках заданных критери-

альных временных значений. Вместе с тем здесь, как и на Забайкальской железной дороге, есть отдельные участки со степенью прикрытия меньше граничного значения 0,8 (уровень надежного решения задачи). К ним относятся: Ставрополь — Элиста; Ставрополь — Минвод; Кизляр — Олейниково.

Недостаточность прикрытия отдельных участков мало сказывается на общей степени прикрытия дороги, поскольку направления участков № 23, 24 не являются главными ходами, интенсивность движения на них невысока, а степень прикрытия участка № 29 близка к 0,8.

Согласно принятой схеме ВП точки дислокации ВП и ПП, как правило, совпадают. Для тех участков дороги, для которых это так или имеется количество ПП большее, чем количество ВП, расчет степени прикрытия пожарными поездами одинаков с расчетом степени прикрытия восстановительными поездами.

Критерий достаточности степени прикрытия ПП удовлетворен, поскольку критериальное значение превосходит 0,8.

Критерий достаточности количества ВП для прикрытия участков главного хода удовлетворен ($0,915 > 0,8$).

Результаты расчета для Забайкальской железной дороги расстояний достижимости в требуемое время для второго, третьего, четвертого ПП с критерием на 0,5 меньшим по времени граничных значений представлен в таблице 3.

Очевидная зависимость обозначенных в статье факторов, а равно и самих цифр (процентных и временных потерь) позволяет говорить о целесообразности накопления статистического материала для более точной расстановки акцентов и их научного обоснования. ●

Координаты автора статьи (author's address):
Шевченко А.И. – 8-499-5040588

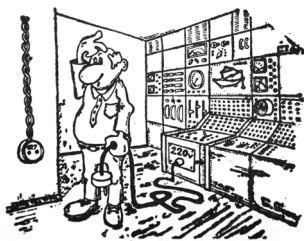


МЕНЕДЖМЕНТ 144

Дефицит компетенции. Чтобы не догонять требования, им нужно отвечать уже в вузе.

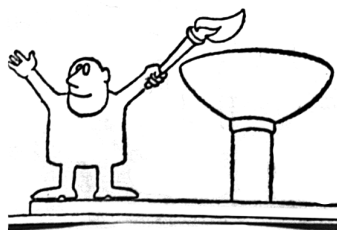
ЧЕЛОВЕЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ 150

На подготовке персонала экономить не стоит. Профессиональное обучение – ключевой элемент развития.



MANAGEMENT 144

Competence deficiency. In order not to catch up with the requirements later it is necessary to meet them once in higher school.



HUMAN RESOURCES 150

It is of no worth to save money at personnel training. Professional training as a key element of development.

ОБРАЗОВАНИЕ И КАДРЫ





Инновационные технологии подготовки менеджеров



Валентин КОЗЫРЕВ
Valentine A. KOZYREV

Валентина КОРСАКОВА
Valentina V. KORSAKOVA



Олег ЧИХИРИН
Oleg V. CHIHIRIN

Козырев Валентин Александрович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Менеджмент» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).
Корсакова Валентина Викторовна – кандидат экономических наук, доцент МИИТа.
Чихирин Олег Васильевич – аспирант МИИТа.

В профессионалах-управленцах заинтересованы все. Но растут требования к их компетентности. И очень важно научить выпускников вуза им соответствовать.

Ключевые слова: менеджмент, компетенции, рейтинг.

Innovative Technology of Managers' Training

Kozyrev V.A. – D.Sc. (Tech.), professor, head of the chair in management of the Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

Korsakova V.V. – Cand.Sc. (Econ.), associate professor of MIIT.

Chihirin O.V. – postgraduate student of MIIT.

Everybody is interested to have professional managerial staff. But at the same time one can see increasing requirements as for their competency. Therefore it is important to train the higher school graduates to compile with.

Key words: management, competence, rating.

Какие задачи должна решать система подготовки управленца в вузе?

Для того чтобы сформулировать эти задачи, необходимо, во-первых, отталкиваться от той деятельности, которую должны осуществлять в будущем молодые специалисты, то есть от особенностей и содержания управленческой деятельности; во-вторых, учитывать вполне определенные требования работодателей к квалификации менеджера.

Описывая управленческие функции, А.В.Карпов предлагает несколько оснований-критериев для измерения управленческого труда [1, С. 63]:

- измерение, связанное с организацией и регуляцией непосредственно деятельности управления (административно-деятельностное измерение);
- измерение, связанное с воздействием на других людей, персонал (кадровое измерение);
- измерение, отражающее направленность управленческой деятельности в рамках организации технологического

процесса (производственно-технологическое измерение).

Эти измерения позволяют выделить главные и производные (вторичные) категории управленческих функций. Их можно классифицировать по четырем группам.

Первая группа — деятельностно-административные функции: целеполагание, прогнозирование, планирование, организация исполнения, мотивирование, принятие решения, коммуникативная, контроль, коррекция.

Вторая группа — кадровые функции: управление персоналом, дисциплинарная, воспитательная, арбитражная, психотерапевтическая.

Третья группа — производственно-технологические функции: оперативного управления, материально-технического обеспечения, инновационная, маркетинговая.

Четвертая группа — производные (синтетические) функции: интеграционная, стратегическая, представительская, экспертно-консультативная, стабилизирующая.

Анализируя перечисленные группы управленческих функций, можно констатировать:

— специалист в области управления должен обладать глубокими и разносторонними знаниями в самых разных областях: психология, социология, экономика, право, организация производства и т. д.;

— будущему менеджеру для выполнения предлагаемых функций одних знаний будет недостаточно: нужно наличие соответствующих навыков и умений, именно их развитие будет иметь не просто важное, а критически важное значение.

Все большее число современных российских компаний формулируют требования к своему персоналу через систему компетенций.

Компетенция — базовое качество индивидуума, имеющее причинное отношение к эффективному и/или наилучшему исполнению работы [3, С. 9].

Л.Спенсер и С.Спенсер выделяют пять типов базовых качеств:

- мотивы;
- психофизиологические особенности (или свойства);

- Я-концепцию;
- знания;
- навыки [3, С. 11].

На рис. 1 показано, что знания и навыки являются относительно поверхностными характеристиками людей, а свойства и мотивы — глубинными.

Поверхностные компетенции (знания и навыки) относительно просто развиваются путем тренинга, который признается компаниями наиболее рентабельным способом их формирования и развития у персонала.

Глубинные компетенции (мотивы и свойства) оценивать и развивать значительно труднее, поэтому обычно предпочитают отбирать людей с наличием этих характеристик.

Компетенции на основе Я-концепции лежат где-то посередине.

Традиционный подход к формированию образовательных стандартов, основанный на том, что будущий специалист должен «знать, уметь и владеть», сменился новым подходом, в основу которого положена система управленческих компетенций, под которые и будут подбираться необходимые учебные дисциплины. Обучение в вузе может способствовать развитию всех пяти типов компетенций при условии правильной организации учебного процесса.

Исходя из сказанного, основные задачи обучения будущего специалиста-управленца в вузе, на наш взгляд, должны включать:

1. Освоение знаний, а также развитие навыков и умений, способствующих эффективному выполнению функций управления.
2. Формирование у студентов профессионально важных личностных качеств и компетенций.
3. Развитие стремления и умения учиться самостоятельно.
4. Формирование и поддержание на должном уровне мотивации к обучению.

Теперь о том, как эти задачи реализуются в учебном процессе нашей кафедры. Начнем с лабораторной базы.

Любой преподаватель, занимающийся проведением тренингов и деловых игр, скажет, что их эффективность в обычной аудитории низкая. Среди причин этого можно выделить следующие.





Рис. 1. Центральные и поверхностные компетенции.

1. В обычной аудитории, оснащенной традиционными партами или столами, очень сложно, а зачастую и невозможно правильно организовать пространство для проведения тренинга или деловой игры. Сама обстановка «мешает» группе работать.

2. Многие студенты стесняются выполнять упражнения в малых группах, потому что боятся быть осмеянными, если студенты из других подгрупп услышат, какие вопросы они обсуждают, или увидят то, что они делают, как ведут себя в процессе обсуждения. Особенно это характерно для маленьких аудиторий, в которых учащиеся не могут разместиться на некотором расстоянии от другой малой группы.

3. Эффективность деловой или ролевой игры, а также публичного выступления повышается, если они сопровождаются видеозаписью и впоследствии анализируются вместе с группой, так как студенты имеют возможность увидеть себя со стороны и проанализировать свои ошибки, а следовательно и избежать их в дальнейшем.

Учитывая перечисленные причины, мы создали проект учебно-лабораторного комплекса, который включает в себя три компонента.

Учебная лаборатория. В ней можно при необходимости проводить занятия одновременно со всей группой или организовать параллельную работу нескольких малых групп по 3-4 человека.

Лаборатория оснащена:

- столами для размещения студенческой группы из 16-20 человек;
- овальным столом и крутящимися креслами для проведения обсуждений на 12 человек;

- четырьмя кабинетами на 3-6 человек для минитренингов, где помимо мебели *должна находиться видеоаппаратура* (цифровые видеокамеры);

- двумя маркерными досками и флипчартом;

- плазменной панелью и видеокамерами;

- мультимедийным комплексом для организации просмотра видеоматериалов и анализа проведенных тренингов, чтения лекций с использованием визуальных средств (нами выбран аудиовизуальный комплекс «Активная доска», дающий возможность подключаться к Интернету, привлекать студентов к живой и предметной дискуссии).

2. **Специальный кабинет** на 20 человек, оборудованный персональными кабинетами, оснащенными компьютерами, веб-камерами, микрофонами, наушниками для подготовки устных курсовых работ, самостоятельных занятий, проведения лабораторных исследований, психологического тестирования и промежуточного тестирования знаний студентов.

На кафедре разработана и уже несколько лет применяется оригинальная методика подготовки студентов специальностей «Менеджмент организации» и «Управление персоналом».

Технология проведения аудиторных занятий в рамках методики базируется на нескольких принципах.

1. Самостоятельное изучение студентами теоретических материалов и их последующая проработка на аудиторном занятии. Студенты в самом начале семестра получают материалы по каждой дисциплине в виде компьютерных файлов или книжных учебных пособий. Подготовка к очередному занятию осуществляется следующим образом:

- 1) студент изучает заданную тему;
- 2) с помощью графических систематизаторов (структурно-логических схем) составляет схематичный конспект материала;
- 3) намечает список вопросов по теме.

Непосредственно на аудиторном занятии студент по желанию делает небольшой доклад (на 3-5 минут) по одной из разработанных им схем; остальные

присутствующие задают ему вопросы, на которые он обязан ответить.

После того, как все желающие сделали свои доклады, преподаватель включается в процесс обсуждения, предлагает группе соотнести полученные знания с задачи будущей профессиональной деятельности. На этом изучение теоретического материала заканчивается и можно переходить к практическим упражнениям, тренингам, играм и т. д.

2. Использование рейтинговой оценки знаний и работы студента для повышения мотивации к обучению.

Оценивается любая деятельность, связанная с освоением новых знаний, навыков и умений. Это означает, что студенты получают соответствующее количество баллов и за конспекты, и за вопросы, и за ответы, и за лабораторные работы, отчеты по тренинговым упражнениям, участие в играх и т. д.

Итогом высоко оцениваемой плановой работы студента в течение семестра становится возможность получить экзаменационную оценку или зачет «автоматом».

Студент должен учиться планировать свой учебный процесс заранее. С этой целью ему в самом начале курса сообщаются условия получения экзаменационной оценки «автоматом», в которых подробно расписаны все виды работ, которые он будет выполнять, и количество баллов, которое он способен получить, если справится с заданиями в установленный срок.

Впрочем, даже если студент по каким-либо причинам не сможет набрать необходимое для «автомата» количество баллов, то и в этом случае рейтинговая оценка останется стимулом. Наличие баллов все равно учитывают на экзаменах. Рассчитывается «стоимость» одного вопроса в экзаменационном билете. Например, за семестр по данному учебному курсу студент должен набрать 90 баллов и в экзаменационном билете содержится три вопроса, тогда «стоимость» одного из них составит 30 баллов. За каждые набранные студентом 30 баллов он имеет право по своему усмотрению убрать из билета любой один вопрос. Кроме этого, если у него имеются схематичные конспекты, составленные им лично и принятые преподавателем, то он может

однократно в течение 1 минуты посмотреть свой конспект. То есть понятно, что выполненная в ходе семестра работа значительно облегчает сдачу экзаменов и зачетов.

3. Контроль знаний студентов

включает в себя текущий контроль и итоговый контроль.

Система текущего контроля основана на использовании тестов, разработанных по каждой теме курса. Здесь оценка так называемых остаточных знаний, спустя примерно одну-две недели после того, как пройдена соответствующая тема. При этом о предстоящей контрольной работе студентам заранее не сообщается.

Итоговый контроль проводится в конце семестра в виде контрольной работы по всему курсу (преобладает форма творческого задания).

По сути, итоговая оценка по курсу зависит от трех составляющих: количества набранных баллов, средней оценки за выполнение текущих контрольных работ и оценки за итоговую контрольную работу.

4. Направленность на формирование знаний, навыков, умений, компетенций, способностей к профессиональной деятельности.

Этот принцип связан с тем, что уже сами формы учебной деятельности позволяют формировать некоторые необходимые менеджеру способности – склонность к анализу, умение отбирать и правильно систематизировать нужную информацию, выступать публично и четко излагать свои мысли, умение отстаивать свою точку зрения, грамотно планировать свою деятельность, конкурировать с другими студентами в ходе учебного процесса и т. д.

Для развития некоторых навыков и умений используются виды деятельности, которые носят косвенный характер по отношению к учебному процессу. Например, чтобы научить студента планировать свою деятельность, ему в начале каждого семестра предлагается сформулировать цели, которые он перед собой ставит при изучении данной дисциплины, а затем составить подробный ежемесячный план своих действий для достижения поставленных целей. По итогам месяца он осуществляет ана-



лиз выполнения плана, причин, которые позволили или не позволили ему реализовать намеченное и строит график. В конце курса студент самостоятельно подводит итоги за год.

Качественные результаты обучения могут быть охарактеризованы следующим образом:

1) Студенты получают более глубокие знания, если каждая учебная тема прорабатывается ими многократно:

- при первичном ознакомлении с текстом;
- при составлении схематичного конспекта;
- при формулировании вопросов к тексту;
- при обсуждении в аудитории.

2) Текущий контроль знаний, который осуществляется без предварительного предупреждения, стимулирует периодическое повторение пройденного материала.

3) Студенты работают равномерно в течение семестра. Этому способствуют, с одной стороны, рейтинговые оценки, а с другой — планирование деятельности по месяцам (постановка целей в начале учебного курса, поэтапное изучение дисциплины с регулярным подведением итогов, сопоставление их с ранее сформулированными целями).

4) У студентов формируются способности к профессиональной деятельности и происходят изменения личностных качеств. К числу таких изменений можно отнести:

- развитие аналитических способностей;
- развитие способностей к работе с большими объемами информации;
- развитие способностей к планированию своей деятельности;
- рост самостоятельности и ответственности;
- формирование и развитие коммуникативных способностей;
- рост мотивации;
- сдвиги в локусе контроля в сторону повышения степени осознания личной ответственности за события, происходящие в жизни;
- рост конкурентоспособности и др.

5) Студенты совершенствуют навыки публичных выступлений. Ми-

нимально необходимое количество докладов в течение семестра — 5. Многие констатируют, что уже после первого семестра работы по данной методике у них значительно снижается страх выступления перед публикой и они начинают свободно держаться в аудитории.

Во втором семестре 2004/2005 учебного года нами был проведен анонимный опрос студентов II-V курсов специальностей «Менеджмент организации» и «Управление персоналом». В нем участвовало около 200 человек. Полученные результаты свидетельствуют, что около 85% опрошенных высоко оценивают новую методику обучения и лишь 1,66% относятся к ней резко отрицательно. При этом 68,5% считает, что подобные методические новации следует распространить и на другие дисциплины.

В первом семестре 2006/2007 учебного года в рамках совместного проекта с тренинговой компанией «Headway Communications» на кафедре со студентами специальности «Менеджмент организации» был проведен еще один эксперимент: дисциплина «Тренинг и деловые игры в управлении» испробована в формате тренинга для бизнес-тренеров.

Данная учебная дисциплина направлена прежде всего на формирование у студентов компетенции «Развитие других», а также косвенно связана с такими компетенциями, как «Взаимодействие и оказание влияния», «Инициатива», «Уверенность в себе».

В конце семестра была проведена оценка эффективности тренинга по модели Киркпатрика. Отличительными чертами этой формы обучения, по мнению опрошенных, являются активность, продуктивность, эмоциональность, заинтересованность и вовлеченность участников, возможность сразу же применить полученные знания на практике.

Сильными сторонами тренинга студенты считают индивидуальный подход, возможность немедленно получить обратную связь, работу в команде, самостоятельность участников, наглядность. Среди слабых сторон отмечены трудность оценки собственных способностей (именно в плане академической оценки) в процессе командной работы, отсутствие возможности наверстать

упущенное, если студент часто пропускает занятия. Следует учесть, что задача данной формы заключается помимо прочего в развитии навыков и намеренного избегания оценочных суждений относительно действий участников тренинга, поскольку подобные суждения могут влиять на мотивацию обучения и групповую динамику.

Сравнительная оценка используемых обычно форм обучения (*традиционной* — лекции + семинары, *безлекционной* — самостоятельная работа с текстом + публичные выступления + рейтинг, а также *тренинга*) дала следующие результаты. Наименее эффективной формой студентами была признана традиционная организация учебного процесса (усвоение знаний — 5,6; формирование навыков — 3,6; мотивация к обучению — 4,2). Безлекционная технология занимает промежуточное положение (7,4; 7,4; 7,8 соответственно). Наиболее эффективной формой обуче-

ния студентами призван тренинг (8,7; 9,2; 8,8 соответственно). Все оценки давались по 10-балльной шкале.

Среди дисциплин, учебные занятия по которым могут проводиться в форме тренинга, студенты указали «Менеджмент», «Организационное поведение», «Деловое общение», «Управление персоналом», «Ведение переговоров», «Конфликтологию», «Маркетинг» и некоторые другие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпов А.В. Психология менеджмента: Учебное пособие. — М.: Гардарики, 1999.
2. Емельянов Е.Н., Поварницына С.Е. Психология бизнеса. — <http://lib.vvsu.ru/books> (31.03.08).
3. Лайл М. Спенсер-мл., Сайн М. Спенсер. Компетенции на работе: Пер. с англ. — М.: НРРО, 2005.

Координаты авторов статьи (*authors' addresses*):

Козырев В.А. — 8-495-6842852
Корсакова В.В. — 8-495-6842852
Чихирин О.В. — 8-495-6842852



ЭКСПРЕСС-ИНФОРМАЦИЯ

АВТОБУС «REAL» ПРОЙДЕТ ИСПЫТАНИЯ В АРМИИ

**«Группа ГАЗ» передаст новую машину
в опытную эксплуатацию Министерству обороны РФ**



Автобус малого класса «Real» совместного производства «Группы ГАЗ» с компанией «Marco Polo» в течение 6 месяцев пройдет необходимые испытания на одной из центральных автомобильных баз МО РФ, по итогам которых будет принято решение о возможности включения модели в государственный оборонный заказ.

«Группа ГАЗ» много лет сотрудничает с Министерством обороны в сфере обеспечения армии автобусами ПАЗ для перевозки личного состава. В сентябре этого года военному ведомству был передан в опытную эксплуатацию модернизированный автобус ПАЗ 3204, по результатам испытаний представители Минобороны отметили высокие эксплуатационные характеристики и качество модели.

Автобусы малого класса «Группы ГАЗ» идеально подходят для эксплуатации в вооруженных силах. Новые модели «ПАЗ» и «Real» производятся по современным технологиям и отвечают мировым стандартам. Машины надежны, ремонтпригодны, имеют повышенный ресурс кузова. Широкая сеть СТО во всех регионах РФ и доступность запасных частей облегчают техническое обслуживание и ремонт автобусов.

(Пресс-служба «Группы ГАЗ»)





Учеба персонала: мотивы и потребности



Леонид КАРПОВ
Leonid A. KARPOV

Владимир ГУЛЯЕВ
Vladimir N. GULIAEV



Карпов Леонид Анатольевич – кандидат технических наук, профессор, директор Российской академии путей сообщения Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).

Гуляев Владимир Николаевич – доктор педагогических наук, профессор.

Профессиональное обучение как ключевой элемент системы развития человеческих ресурсов организации. Начало статьи в предыдущем номере «МТ».

Ключевые слова: человеческие ресурсы, обучение персонала, тренинг.

Training of the Personnel: Reasons and Requirements (2)

Karpov L.A. – Cand.Sc. (Tech.), professor, director of Russian Academy of Railway Engineering of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

Guliaev V.N. – D.Sc. (Pedagogic), professor.

Advanced training as a key element of human resources development system of an organization. For the first part of the article see previous issue of MT Journal (vol. 3 2008).

Key words: human resources, professional development, advanced training of personnel, training.

Говоря об эффективности управления персоналом, нельзя не сказать и об оценке той службы, непосредственно от которой эта эффективность во многом и зависит. Служба управления персоналом больше, чем кто-либо, должна отвечать сегодня требованиям экономической реформы, иметь людей с соответствующим образованием, практической смекалкой, достаточным стажем работы в своей профессиональной сфере, знающих отечественный и зарубежный опыт, особенности корпоративной психологии, адаптационных процессов.

Эффективное управление и развитие холдинга, несомненно, связано с личностными и профессиональными качествами его руководителя, степенью осознания им необходимости учиться самому и способствовать обучению других, чтобы соответствовать постоянно изменяющейся, все более динамичной социально-экономической среде.

Эти и другие критерии, на наш взгляд, должны лечь в основу исследования эффективности управления персоналом. Оценка эффективности как система процедур является рефлексивным средством, помогающим руководителю

увидеть и достаточно предметно представить себе качество управления персоналом в целом и свои профессиональные способности в частности, а также те недостатки в подготовке людей, которые мотивируют потребность в обучении с целью повышения результативности и совокупной значимости корпоративных усилий.

В 1959 году американский исследователь Дональд Киркпатрик предложил четырехуровневую модель оценки эффективности обучения, которая получила широкое распространение и ныне признана классической.

ПЕРВЫЙ УРОВЕНЬ – «РЕАКЦИЯ УЧАСТНИКОВ»

Направлен на выявление того, понравилось ли участникам обучение. Для оценки этого уровня используют стандартные анкеты. Основные темы вопросов в анкетах:

- полезность полученных знаний и навыков для реальной работы;
- интересность программы;
- сложность, доступность подачи материала.

Это тот уровень, который измеряется чаще всего. Многие российские компании уже внедрили такую практику и успешно ею пользуются. К примеру, в организациях распространен вопросник, состоящий из следующих частей.

1. Оценка содержания тренинговой программы (количество и характер игр и упражнений, необходимость полученных знаний и умений для рабочего процесса, баланс между отдельными частями программы, достижение учебных целей и т. д.).

2. Оценка качества проведения тренинга, до- и посттренинговой работы (продолжительность программы, количество перерывов, эффективность посттренинговой оценки, качество оценки потребности в обучении, эффективность постановки целей и т. д.).

3. Оценка тренера и его навыков (навык презентации, коммуникации, обратной связи, стиля ведения и прочее).

4. Оценка качества организации тренинга (размещение, доставка, помещения для тренинга, качество раздаточных и презентационных материалов).

Для каждого из вопросов задается определенная шкала оценки, например,

от 1 до 6 баллов, где каждый балл сопровождается словесным описанием.

ВТОРОЙ УРОВЕНЬ – «ОБУЧЕННОСТЬ»

Определяет, как изменились знания участников в результате обучения и изменились ли они вообще. Для оценки этого уровня используют специально разработанные тесты, опросники и задания, которые позволяют количественно измерить прогресс в компетенции или мотивации участников.

Ту же задачу можно выполнить, проведя наблюдение в процессе обучения, в частности в ходе выполнения контрольных упражнений или ролевых игр, либо после обучающих мероприятий в ходе рабочего процесса.

ТРЕТИЙ УРОВЕНЬ – «ПРИМЕНЕНИЕ»

Выявляет, применяют ли участники полученные знания и навыки на рабочем месте. Есть ли реальные изменения в их трудовой деятельности? Оценка данного уровня обычно проводится посредством инструментов, разработанных по принципу «360 градусов». Другой способ – использовать существующую в организации систему ключевых показателей или сбалансированную счетную карту. В случае с тренингом продаж можно, например, сравнить количество жалоб или число заключенных сделок до и после обучения.

Для оценки изменения поведения персонала на рабочем месте используется специальная анкета. Представленные в ней темы в большинстве своем затрагивались в ходе обучения и поэтому имеют непосредственное отношение к его эффективности.

ЧЕТВЕРТЫЙ УРОВЕНЬ – «РЕЗУЛЬТАТЫ»

Направлен на выявление изменений в бизнес-показателях компании в результате обучения. Данный уровень, как правило, является наиболее сложным для измерения, особенно если учесть тот факт, что на показатели бизнеса влияют также и другие факторы, а изолировать их влияние практически невозможно.

Впрочем, модель Д. Киркпатрика, несмотря на простоту и удобство в использовании, страдает все же большой долей субъективизма и не предоставляет





достаточно полных количественных показателей об эффективности обучения.

В 1991 году другой американец — Дж. Филипс — добавил в модель Киркпатрика пятый уровень оценки — ROI (отдача от инвестиций в обучение). Его модель сегодня признана «Американской ассоциацией тренинга и развития» (ASTD) и используется во всем мире.

Расчет ROI позволяет:

- количественно выразить улучшение результативности и качества работы в результате обучения сотрудников;
- выразить в денежном эквиваленте ценность проведенного обучения;
- определить возврат на инвестиции в обучающие мероприятия;
- принимать обоснованные решения по выбору обучающих программ, сравнивая их эффективность.

Однако процедура вычисления ROI довольно трудоемка. Из-за многосложности расчета ROI данный показатель рекомендуется измерять лишь при наличии следующих исходных позиций:

- большой продолжительности программы;
- важности программы для достижения корпоративных целей;
- обозримости программы (этапы);
- большой целевой аудитории;
- высокой степени заинтересованности лиц, принимающих решения.

Формула для расчета ROI выглядит следующим образом: $ROI = [(Доходы - Затраты) / Затраты] \times 100 \%$.

Существует еще одна модель оценки обучения, почти неизвестная в России — «Таксономия Блума» (Bloom's Taxonomy). Она состоит из трех частей — перекрывающихся сфер, которые часто обозначают аббревиатурой ЗУН (знания, установки, навыки).

Когнитивная сфера (знания)

1. Вспоминание информации.
2. Понимание.
3. Использование на практике.
4. Анализ информации (структуры/элементов).
5. Синтез (создание/построение).
6. Оценка (сравнение).

Эмоциональная сфера

1. Восприятие (осознание).
2. Ответ (реакция).
3. Оценка ценности (понимание и действие).

4. Сочленение (комбинирование, интеграция схожих навыков).

5. Усвоение системы ценностей (адаптация поведения).

Психомоторная сфера

1. Имитация (копирование).
2. Управление (следование инструкциям).
3. Развитие точности, четкости.
4. Организация личной системы ценностей.
5. Натурализация (доведение до автоматизма, экспертное знание).

Каждая из трех сфер основана на предпосылке о том, что все категории внутри них расположены строго в определенном порядке по степени нарастания сложности. Эти категории являются последовательными уровнями развития сотрудников в процессе обучения. В целом, если иметь в виду ее практический смысл, модель похожа на модель Д. Киркпатрика. Она тоже требует по каждой из составляющих определенных вопросов, тестов или упражнений, но не дает финансовой оценки эффективности обучения.

Таким образом, для оценки эффективности обучения можно использовать различные модели, каждая из которых обладает своими достоинствами и недостатками. Выбор той или иной из них всецело зависит от задач, которые ставит перед собой специалист, занимающийся оценкой. Модель Д. Киркпатрика позволяет быстро получить наглядное представление об эффективности обучающих мероприятий. Модель «Таксономия Блума» делает возможным более подробную оценку результатов, а также выбор определенной стратегии обучения сотрудников. Модель Дж. Филипса ориентирована на оценку финансовой стороны учебного процесса, а именно — эффективности вложений в персонал. Поэтому на сегодняшний день, как представляется, проблема состоит не в самой необходимости оценки эффективности обучения или ее отсутствии, а в выборе для нее своего удобного алгоритма.

В современных условиях обучение рассматривается не только как системное средство «совершенствования» человека, но и как стратегия постоянного обновления методов повышения эффективности всех видов деятельности.

Построение системы обучения в помощь совместно реализуемой деятельности (обучение в процессе выполнения задач) получило название **организационного обучения**. Практическое существование такой именно формы обучения есть функция создания обучающейся организации. В основе построения системы организационного обучения лежит интеграция двух технологических требований: сохранять приоритетное внимание к групповому обучению (обучение в самоуправляемых рабочих группах-командах, являющихся организационными «обучающимися единицами») и предметному обучению на реальном материале.

Как показывает современный опыт, в практике организационного обучения обозначились за прошедшие годы два поколения инновационных форм. К основным формам первого поколения можно отнести разбор ситуаций (инцидентов), разбор документов и «ролевой театр» (розыгрыш ролей). К инновационным формам второго поколения принадлежат планирование сценариев, «зона тренировки», управление знаниями и составление карт. Рассмотрим основное содержание названных инновационных форм организационного обучения более детально.

РАЗБОР СИТУАЦИЙ (ИНЦИДЕНТОВ)

Назначение этой формы сводится к совершенствованию умения обучающихся специалистов (руководителей) принимать правильные решения в условиях ограниченной информации или конфликтной обстановки. Материалом разбора является реальная профессиональная ситуация. Слушатели получают краткие сведения об инциденте, которых недостаточно для принятия обоснованного решения. Обучаемые ставят перед собой необходимость поиска дополнительной информации. Эту информацию они получают от преподавателя в форме ответов на их вопросы. Преподаватель по характеру вопросов оценивает эффективность поиска информации каждым слушателем и группой в целом. В своих ответах он может варьировать версию ситуации (инцидента) в зависимости от учебных целей. Слушатели ответы преподавателя анализируют самостоятельно. Варианты решения выносятся на общую дискуссию. Высказываются различные точки зрения на проблему и предлагаются свои способы

выхода из кризисной ситуации. Итогом работы может быть выработка коллективного решения или выбор 2-3 равноценных предложений.

РАЗБОР ДОКУМЕНТОВ

Как форма тренинга разбор документов (папки с корреспонденцией) является эффективным средством формирования у обучающихся специалистов профессиональной культуры, укрепления навыков личной работы. На занятии слушатели получают папку с одинаковым набором различных деловых бумаг. Каждый должен самостоятельно разобраться в документах, адресовать их соответствующему исполнителю, сделать необходимую резолюцию. На основании разрозненной информации, содержащейся в материалах папки, обучающемуся следует составить представление о профессиональной ситуации, вытекающей из анализа документов. В результате разбора документов слушатель делает выводы и принимает решение. Заключительная часть занятия проходит в форме дискуссии или «круглого стола»: обсуждается правильность отработки документов, сделанных выводов и принятых решений. Стоит заметить, что в ходе проведения такой формы обучения часто практикуется изучение образцов работы с документами тех специалистов и руководителей организации, которые наиболее успешно освоили это направление деятельности.

«РОЛЕВОЙ ТЕАТР»

Цель здесь прежде всего — развитие коммуникативной культуры сотрудников организации. В начале занятия преподаватель знакомит слушателей с ситуацией и предлагает распределить между собой роли ее участников. Вместе с описанием ситуации всем выдается инструкция по выполнению той или иной роли. В инструкции излагается позиция, которую в этой ситуации занимает данное лицо («подсказка режиссера»). Занятие проводится в виде совещания под руководством того слушателя, который выполняет «по сценарию» роль руководителя, или в форме свободно развивающихся прений между группами слушателей под руководством преподавателя. Итогом ролевых действий становится принятие коллективного решения. В заключительной части занятия все слушатели обсуждают процесс действий и содержание



принятого решения, оценивают поведение в заданной ситуации каждого из ее участников.

ПЛАНИРОВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ

Как форма обучения планирование сценариев предусматривает формирование у слушателей способности к предвидению личных и общественных событий на основе обдумывания стратегических альтернатив развития организации. Это — своеобразная модель актуализации стремлений «посетить будущее». Занятие начинается с предложения к участникам спроектировать себя в каком-то периоде будущего, например, через 5, 10 или 15 лет. В первый день занятия слушатели создают прогнозы и картины, пишут истории и заняты в разговорах друг с другом о том, как это реально будет выглядеть и как они там окажутся. На второй день они проектируют стратегические намерения для воображаемого будущего — реальную игру, которую они будут играть в течение избранного периода, например 10 лет, чтобы это будущее было достигнуто. Разработанная стратегия профессионального поведения уточняется с позиций настоящего времени, определяются условия, при которых предполагаемые цели станут реальностью. В заключительной части занятия под руководством преподавателя слушатели оценивают сильные и слабые стороны своих сценариев жизненной и профессиональной карьеры в рамках развития организации.

«ЗОНА ТРЕНИРОВКИ»

Самой практикой организаций поставлен вопрос о необходимости иметь «зоны тренировки», способствующие экспериментированию. Они предполагают генерирование различных способов обучения. Команды иницируют и реализуют опытно-экспериментальную деятельность без высокого риска для реальной практики. «Зона тренировки» — это модель среды развития, адаптированная под условия и профиль деятельности структурного элемента или этапа технологического процесса в организации. Созданная на таких занятиях обстановка обеспечивает рефлексивный синтез обучения слушателей на собственных успехах и ошибках. Здесь в игровой, тренинговой и исследовательской формах командами отрабатываются поведенческие конфликты, стратегии вне-

рения нового, производственные процессы, финансовые операции, преодолеваются субкультурные барьеры, существующие в реальной организации. Цель действия команд — нахождение технологических норм оптимизации организуемой деятельности. Опыт показывает, что в «зоне тренировки», ведя эксперимент в игровой среде, участники соревнующихся и взаимодействующих групп значительно улучшают свои профессиональные способности.

УПРАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯМИ

Динамика современных событий показывает решающее значение знаний для развития организаций, деятельность которых все в большей степени зависит от обучения работников и внедрения новшеств. Управление знаниями — это процесс определения того, какие знания следует приобретать, копить или пускать в дело внутри организации. В этом отношении эффективным средством является *метод Дельфи*, основанный на использовании слушателями групп программ последовательного индивидуального опроса высокопрофессиональных специалистов и других сотрудников организации. На основе полученных данных, путем обсуждения и согласования результатов они составляют *карту эффективных знаний* (структура информации, которая необходима и дифференцирована для структурных подразделений, технологических процессов и отдельных профессиональных групп). Ключевым моментом выступает разработка слушателями методов и форм обучения персонала, адекватных карте эффективных знаний. Реализация полученных результатов в дальнейшей практике организационного обучения — наивысшая оценка качества работы слушателей.

Таким образом, даже краткое рассмотрение инновационных форм организационного обучения позволяет сделать вывод о том, что активное их внедрение в образовательный процесс есть не только метод инновирования последнего, но и технология укрепления взаимосвязи обучения специалистов с профессиональной их деятельностью, карьерным ростом и задачами развития своей организации. ●

Координаты авторов статей (authors' addresses):
Карпов Л.А. — 8-495-2624006
Гуляев В.Н. — 8-495-6316920

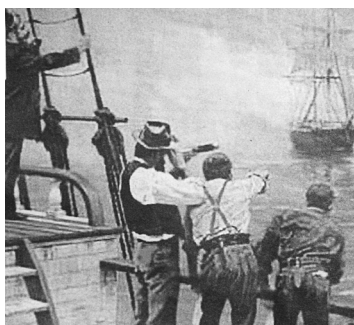


ЭСТАФЕТА ВРЕМЕНИ 156

*Когда дороги вели в Рим,
мосты помогали им
перешагнуть преграды.*

ФЕНОМЕН ЯВЛЕНИЯ 164

*Эта рубрика предлагает
высказать свои версии
о появлении на море «летучих
голландцев».*



АКТУАЛЬНЫЙ АРХИВ 170

*«Настало время озаботиться
приготовлением
достаточного числа опытных
и деловых машинистов».*

КОЛЕСО ИСТОРИИ



THE RELAY OF TIMES 156

*When all roads were leading to
Rome the bridges were helping
them to overstep the obstacles.*



PHENOMENON OF HAPPENING 164

*This item proposes to put
forward the versions of
emergence in the seas of the
«Flying Dutchmen».*

ACTUAL ARCHIVES 170

*«It is time to attend to
preparation of sufficient
number of experienced and
able engine drivers».*



Биография дорог и мостов



Людмила УСТИНОВА
Ludmila S.USTINOVA

Вера ШЕВЧЕНКО
Vera N.SHEVCHENKO



Устинова Людмила Серафимовна — кандидат исторических наук, профессор кафедры философии, социологии и истории Воронежского государственного архитектурно-строительного университета.

Шевченко Вера Николаевна — кандидат исторических наук, доцент той же кафедры.

ОТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО ДО ЕКАТЕРИНЫ II

Началом развития дорожного дела в России можно считать конец XVII-начало XVIII вв. — период правления Петра I. В 1692 году царь издал указ, по которому повинность мостить камнем московские улицы была возложена на все государство. Сбор дикого камня для дорог был распределен по всей русской земле: с дворцовых, архиерейских, монастырских земель и со всех вотчин служилого населения по числу крестьянских дворов необходимо было сдать определенное количество камня.

В 1703 году в сложных условиях (по болотам) начали прокладывать петербургские прямолинейные проспекты, которые до сих пор вызывают восхищение пропорциями элементов отдельных площадей и улиц (крупные европейские города того времени имели узкие и кривые улицы). Первая булыжная мостовая в Петербурге сооружена в 1713 году на Невском проспекте по указу Петра I. Для мощения улицы была введена норма сбора на одного жителя камней — булыжников определенного размера. По числу

Дороги — древние иероглифы истории, живая память цивилизации. Эта известная формула определяет взгляд авторов на основные этапы развития дорожного строительства.

Начало публикации в предыдущем номере «МТ».

Ключевые слова: дороги, мост, история.

The CV of Roads and Bridges (2)

Ustinova L.S. — Cand.Sc. (History), professor at the chair in philosophy, sociology and history of Voronezh State University of Architecture and Building.

Shevchenko V.N. — Cand.Sc. (History), associate professor at the same chair.

Roads are the ancient hieroglyphs of the history, live memory of civilization. This common formula determines the authors' review of main stages of development of road construction.

See the first part of the article in previous issue of Mir Transporta Journal (2008 vol.3).

Key words: road, bridge, history.

собранных булыжников (826000 шт.) выявили число жителей Петербурга — 8 тыс. человек. Таким образом была проведена первая перепись населения. Булыжные мостовые существуют в городе и в настоящее время.

Петр Великий — реформатор, основавший флот, построивший северную столицу и положивший начало развитию промышленности, понимал, что одни водные пути не способны удовлетворить нужды государства (строились в это время многие каналы, но водный путь был сезонным, не отличался быстротой). Для развития торговли и обеспечения круглогодичной связи между городами необходимы были хорошие дороги. Петр принял меры к упорядочению дорог, введя для этой цели новые должности — земских комиссаров, которые состояли под наблюдением учрежденной тогда Камер-Коллегии и Высшей дирекции правительственного Сената. Комиссары должны были заботиться о содержании дорог в исправности

Петр I приступил и к решению той транспортной проблемы, которую сам же создал, перенеся столицу империи на необжитую северо-западную окраину. Суть вопроса его праправнук Николай I (1825-1855 гг. правления) определил так: "Какие бы ни были намерения Великого Петра при основании Петербурга, но время и обстоятельство сделали из Петербурга резиденцию русских государей, главный правительственный центр и один из самых больших портов Европы. С другой стороны, Москва по положению своему есть естественный центр государства, средоточие его внутреннего движения, можно сказать, всей внутренней жизни России, и поэтому всякое сближение этих двух столиц должно быть достигнуто для пользы отечества, с какими бы то ни было денежными пожертвованиями".

Для организации сухопутного сообщения между столицами Петр приказал приступить к сооружению дороги. В 1712 году была учреждена такая дорога между столицами через Волоколамск, Ржев и Старую Русу. Основным ее назначением поначалу

стало обеспечение почтовой связи. Однако движение по ней в период весенне-осенней распутицы было крайне затруднительным. Поэтому в 1720-1722 годах появляются царские указы о строительстве Перспективной дороги между Москвой и Санкт-Петербургом, которую предложено строить по отдельному проекту по шведскому образцу, то есть с устройством вдоль полотна водоотводных канав и покрытием из тесаных бревен, уложенных на отсыпную фунтовую подушку. Такая дорога принципиально отличалась от ранее построенных в России, и ее можно считать первым в стране инженерным дорожным сооружением. Принятые Петром I документы имели огромное значение для становления дорожного дела. Они явились основой создания государственной системы управления дорогами.

Но дело строительства и содержания дорог в стране шло неудовлетворительно, на что в значительной мере оказала влияние смерть Петра I в 1725 году. Именно тогда начался и продолжался по 1762 год период борьбы за трон — «дворцовые перевороты». Тут уж было не до дорог — царица Анна Иоанновна (1730-1740 гг. правления) учредила Канцелярию перспективной дороги, чтобы ускорить строительство, но на этом все и закончилось. И только с приходом в царствование дочери Петра I Елизаветы в 1746 году, спустя 26 лет после выхода петровского указа, работы по строительству дороги Москва — Санкт-Петербург завершились.

Так в России появилась первая дорога с покрытием, мостами через реки, озера, глубокие рвы, по которой могло осуществляться круглогодичное сообщение между двумя крупнейшими центрами — Москвой и Санкт-Петербургом.

В 1755 году Канцелярия перспективной дороги была преобразована в Канцелярию строения государственных дорог. Новое название свидетельствовало, что прежняя структура превращалась в центральное учреждение, должное решать проблемы всех путей России, отнесенных к разряду государственных.





ДОЛГАЯ СТРОЙКА № 1

Екатерина II (1762-1796 гг. правления) считала себя продолжательницей дела Петра I и стремилась занять подобающее место в истории. Уже в начале своего правления Екатерина решила придать строительству дорог характер важной государственной задачи. Она укрепила статус Канцелярии как центрального учреждения. Указ от 18 февраля 1764 года повелевал "прилагать старания приводить все государственные дороги в наилучшее состояние". Канцелярия была непосредственно подчинена императрице и Сенату, а местные власти должны были два раза в год поставлять сведения о состоянии дорог. Канцелярию возглавил генерал и сенатор Н.Я.Муравьев. Он энергично взялся за дело. Представил доклад о своих планах императрице. Признал, что, несмотря на потраченный за 20 лет миллион рублей, сухопутные пути в России находятся в "самом худом состоянии". Предложил амбициозный план возведения такой дороги между столицами, которая бы служила века. Но осуществить этот проект ему не удалось. В 1768 году началась война с Турцией.

После крестьянской войны 1773-1775 гг. Екатерина перестроила всю систему государственного управления. Большинство центральных ведомств, в том числе и Канцелярия строения государственных дорог (1780 г.), были ликвидированы. Все, что связано с содержанием дорог, передали в ведение местным властям. Конечно, это не способствовало улучшению ни сухопутного, ни водного сообщения. Местные власти не обладали ни средствами, ни специалистами. Поэтому в 1786 году Екатерина II вынуждена была вернуться к проблеме дорожного строительства и вновь придать ей государственное значение. Начала работать специальная Комиссия. Первой ее заботой должна была стать дорога между столицами, которую впервые в России предполагалось превратить в шоссе. Но и этот план оказался сорван — началась опять война с Турцией (1789-1791 гг.).

Еще во времена Елизаветы дорогу между Москвой и Санкт-Петербургом

называли проспектом, а это означает прямую и широкую улицу. Дорога действительно стала широкой, но не прямой.

В 1771 году был одобрен предложенный новгородским губернатором Я.Е. Сиверсом план. Он предлагал спрямление дороги к югу по линии Царское Село — Новгород. Но и этот вариант не был воплощен по ставшим традиционными причинам: сложность и нехватка средств.

Второе «рождение» дороги Москва — Санкт-Петербург произошло в начале XIX века. В 1811 году был разработан проект сооружения сети русских шоссе, в котором путь между двумя столицами стоял под № 1, но тогда вторжение Наполеона (1812 г.) в очередной раз помешало началу работ. И только в 1817 году по указу Александра I (1801-1825 годы правления) строительство новой дороги (Московское шоссе) получило наконец реальное продолжение. Мощенную щебнем трассу закончили в 1834 году.

В 1816 году разработаны нормативные документы, регламентировавшие строительство шоссе. Дело было новым, следовало — без преувеличения — проверить теорию на практике. Корпус инженеров построил на Московском и Выборгском трактах два опытных отрезка шоссе с использованием различных типов твердых покрытий. Итоги этой работы легли в обоснование принципов строительства первого шоссе: "самым прочным образом по особо сочиненному нормальному или образцовому чертежу, что построение сей шоссе послужит опытом для отделки потом систематическим образом и прочих государственных дорог России".

Первым руководителем строительства стал бывший директор военных сооружений во время Отечественной войны 1812 года инженер А.П.Вельяшев. Первые версты дороги велись от Петербурга к Чудову.

С 1821 года работы возглавил инженер-строитель Ф.П.Матушевич, по инициативе которого создается Управление построением мостов на Московском шоссе. Это была пер-

вая в истории России мостостроительная организация, действовала она под началом инженера путей сообщения К.Я.Рейхеля.

К концу 1825 года был закончен участок до Новгорода длиной 180 верст.

Местность потребовала сооружения множества мостов — больших и малых, каменных, деревянных. При их массовом строительстве былработан поточный способ: рабочие забивали сваи и переходили на новое место, а на оставленном начиналась следующая операция. Размеры мостов и труб до сих пор называют уважительное удивление. Так мост-виадук у деревни Холопья Наметь имел пролет 19,2 м. Здесь применена коробковая арка, сложенная из гранитных клиньев. Мост через р. Волхов состоял из двух пролетов, перекрытых деревянными арками на каменных устоях и деревянных быках. Мост строился всего 14 месяцев и был сдан в эксплуатацию в 1825 году.

1 сентября 1825 года в Санкт-Петербурге у верстового столба, что и поныне стоит на Московском проспекте у Обуховского моста через р. Фонтанку, собрались люди с дорожными баулами в руках. В тот день от этого столба был отправлен первый дилижанс в Москву (путь занимал 4-5 суток).

Большая часть твердого покрытия шоссе состояла из двух слоев щебня разной крупности. Подушкой для них служило песчаное основание. Ширина проезжей части составляла 6,5-8,8 м. После отсыпки верхней одежды шоссе укатывалось тяжелыми чугунными катками.

Воцарение на престоле Николая I (1825 г.) внесло новое оживление в дорожные дела. Перманентные проекты при нем возникали достаточно часто, а в 1833 году государь самолично на чертал целую сеть будущих шоссе-ных дорог.

ФРАГМЕНТЫ БУДУЩЕГО В НЕДАЛЕКОМ ПРОШЛОМ

Строительство дорог способствовало облегчению передвижения. По плохой дороге провоз из Сузда-

ля во Владимир 1 пуда (16 кг) груза на расстояние 35 верст в первой половине XIX века стоил 15 коп. По шоссе же на расстояние 157 верст, т. е. почти в 4,5 раза больше — всего 10 коп.

Но строилось подобных дорог очень мало и процесс их создания оставался медленным. К началу 1860-х годов в европейской части России было построено 9 тыс. км шоссе-ных дорог, а в 1900 году — около 15 тыс. км. Протяженность путей сообщения в 1910 году на территории страны составляла 1076239 верст, из которых 70319 — доля железных дорог; ≈279079 верст — водные пути и 726211 — гужевые. Дороги с твердым покрытием занимали в общем объеме всего 4,7%. В 14 губерниях вовсе не было таких дорог.

Обеспеченность путями сообщения отличалась неравномерностью. Сибирь с Европейским трактом была связана единственной магистралью, проходящей через Екатеринбург, Пермь, Омск, Иркутск. Она называлась Великим Сибирским трактом. На Кавказе, юге и юго-востоке России в основном строились военно-стратегические дороги.

В конце XIX — начале XX вв. на дорогах и улицах появился автомобиль. 1 августа 1899 года была предпринята пробная перевозка автомобилями пассажиров, потом грузов. В 1901 году в России создано первое грузовое автотранспортное предприятие. 26 января 1914 года в Санкт-Петербурге состоялся первый съезд деятелей по шоссе-ному делу, где присутствовало 194 человека. В условиях возрастающей автомобилизации возникла потребность в более совершенных путях сообщения. Однако трудоемкость и значительная стоимость постройки дорог с твердым покрытием предопределили приоритет грунтовых путей. Хотя все и видели, что они быстро приходили в негодность.

До 1920 года автомобильных дорог в стране почти не было. Дорожное хозяйство находилось на низком уровне и рассматривалось как прида-ток железнодорожного транспорта. Известный российский дорожник Г.Д.Дубелир в 1914 году писал, что



"доставка пуда хлеба от села до ж.д. станции в Калининградском уезде стоит столько же, сколько стоит перевезти его из Одессы в Америку, из Риги в Англию".

Ученые и практики стали заниматься поиском методов улучшения свойств грунтов, совершенствования дорожной одежды, изготовления новых материалов и, конечно, механизации трудоемких путевых работ. В связи с этим появлялись новые автомобильные заводы, предприятия дорожной техники и т.д.

В начале 30-х годов XX века более долговечным в эксплуатации признали асфальтобетон. В 1935 году московский механик Гутман сконструировал первый советский асфальтосмеситель, конструкция которого была настолько удачна, что он использовался в дорожном строительстве более 25 лет.

В 1936-1940 гг. асфальтобетонное покрытие сделали на Московском шоссе в Ленинграде, затем на Киевском шоссе от Средней Рогатки (75 км). При этом, по словам известного ленинградского дорожника П.Г.Николаева: "К производству работ относились, как провизоры к приготовлению лекарства. В результате такого отношения первые километры дорог не имели ни трещин, ни выбоин".

У МОСТА СВОЯ ВЕРСТА

Историческое развитие строительства мостов разделяют на периоды: рабовладельческий, эпоха феодализма, XV-XVIII вв. и XIX-XXI вв.

С давних времен мосты были не единственными сложными сооружениями. Строились акведуки, дворцы, храмы, крепости и др. Все они объединялись одним общим понятием "архитектура".

Так как многие сооружения имели религиозное значение, то вопросами строительства занимались жрецы. Сооружение мостов в Риме возлагалось на коллегия жрецов-мостостроителей. Юноши состоятельных отцов, желавшие посвятить себя строительному делу, поступали в ученики к архитектору.

Профиль архитектора был очерчен Марком Поллионом Виртувиум:

"Он должен быть человеком грамотным, умелым рисовальщиком, изучить геометрию, всесторонне знать историю, внимательно слушать философию, быть знакомым с музыкой, иметь понятие о медицине, знать решения юристов и обладать сведениями об астрономии и небесных законах".

В XI-XII вв. громадное влияние на государство имела церковь. Она была сильной экономически организацией, обладающей большим капиталом, в том числе землей, занималась строительством и охраной дорог. Во Франции в XII веке церковь организовала орден "мостовых братьев", которые занимались постройкой мостов, переводов (через реки на лодках, плотках и пр.), гостиниц, охраной их от нападения разбойников. Технические руководители строительства выбирались из числа монахов.

В "Русской правде" (1020 г.) была предусмотрена статья "О мостниках". Сословие "мостников" — строителей мостов и переправ — имело широкое представительство в дружине Ярослава Мудрого (время правления 1019-1054 гг.). Люди этой профессии оказались особо востребованными в речном мостостроении. Наиболее распространёнными на больших реках являлись наплавные "живые" мосты, состоящие из ряда плотов, лодок и барж, поддерживавших настил. Например, мост, построенный при Владимире Мономахе через реку Днепр около Киева в 1115 году.

Первый наплавной мост в Петербурге был построен в 1727 году, он дал возможность организовать оживленную транспортную связь между островами Невской дельты — Адмиралтейским и Васильевским. Мост сооружен корабельным мастером Филиппом Пальчиковым. Такие переправы использовали до 1916 года, неоднократно реконструируя. По составленным на якорях поперек реки баржам укладывались деревянные пролетные строения (балки, настилы, поперечины). Число барж достигало 26-30. Закрепление такого моста осуществлялось с помощью якорей или оттяжек, имевших зацепы на берегу реки.

При низком уровне строительной техники наплавные мосты были, по-видимому, единственно возможными, простыми и дешевыми переправами на широкой и глубоководной реке с сильным течением и интенсивным ледоходом (для пропуска судов устраивались пролеты с примитивными подъемными устройствами).

В 1716 году во Франции был организован особый корпус инженеров мостов и дорог, а в 1747 году создано первое высшее учебное заведение — знаменитая школа мостов и дорог в Париже. Во главе этой школы стоял инженер Перронэ, создавший со своими учениками замечательные образцы каменных мостов, в которых применялись более пологие своды и более тонкие быки.

Деятельность французских инженеров повлияла на развитие научной мысли в России и способствовала учреждению в 1809 году Института Корпуса инженеров путей сообщения, а затем и Училища гражданских инженеров в 1832 году в Петербурге.

КАМЕННЫЕ МОСТЫ

Прообразом каменного моста через реку является ряд больших камней, набросанных с некоторыми промежутками так, чтобы можно было перескакивать с одного камня на другой. Затем промежутки между камнями закрывали каменными плитами. Такой способ постройки требовал большого количества людей для переноса и укладки плит, наличия каменоломен. Для уменьшения размеров плит греки использовали метод напуска камней над отверстием.

Такие своды делались в Месопотамии более чем за 200 лет до н.э. Искусство кладки сводов было заимствовано вавилонянами, египтянами, этрусками, финикийцами. Способы строительства каменных мостов издревле известны в Армении, Грузии, Китае, Индии, Древней Греции, Ассирии.

В I веке до н.э. существовал каменный мост через р. Куру, который перестроен в V веке н.э., он прослужил до середины XIX века. При строительстве Военно-Грузинской дороги (1839-1841 гг.) мост был заменен новым.

Историки считают, что римляне имели 2000 каменных мостов. При их постройке использовались простейшие средства механизации: блоки, лебедки, полиспасты (грузоподъемные устройства, состоящие из системы подвижных и неподвижных блоков, сгибаемых канатом или цепью, позволяющие получить выигрыш в силе).

До XIX века своды строили из штучных камней, хорошо обтесанных, связанных раствором из извести с добавлением обожженной глины, затем — из портландцемента. Такие мосты устойчивы к нагрузкам, ударам, более бесшумны по сравнению с металлическими. Однако при небольшой высоте насыпи их нельзя применять, так как они имеют большую строительную высоту и большие сроки строительства (нельзя проводить кладку опор и пролетных строений одновременно).

Значительно большее распространение в XIX веке получили каменные виадуки. Они появились уже в Англии в 1820 году В России и Северной Америке каменные мосты на дорогах строились реже, чем деревянные, ввиду больших запасов леса на этих территориях.

Первым примером научного подхода к разработке конструкции моста может служить история сооружения Большого каменного моста в Москве. Подготовка проекта началась в 1643 году. При этом на рассмотрение царя Михаила Федоровича были подготовлены макеты моста и основного технологического оборудования. В ходе оценки моделей и смет в Посольском приказе обсуждали среди прочих вопросов и такие, как пропуск по мосту сверхтяжелых для того времени нагрузок в виде конных "пушечных снарядов", создание устройств для беспрепятственного ледохода под мостом при толщине льда два аршина. Конструктивной критике подвергались многие научные подходы к выбору нужного решения.

ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Естественные деревянные переправы, которыми когда-то пользовался



древний человек, представляли собой стволы деревьев, росших по берегу и упавших или поваленных поперек реки. Деревянные мосты более экономичны, чем каменные. Дерево легко заготавливается, обрабатывается (хотя менее долговечно, огнеопасно).

Первые мосты строили из бревенчатых пакетов, заделываемых в сухую каменную кладку. Долгое время самым древним сооружением подобного типа считался мост, построенный около шести тысяч лет назад в Швейцарии. Но в 2000 году московские археологи обнаружили в Сергиево-Посадском районе Подмосковья мост, построенный 7500 лет назад. Уникальное сооружение находится вблизи с. Закубежье, рядом с Заболотским озером. Оно представляет собой конструкцию шириной более 2 м и длиной около 5 м, сделанную из березовых бревен при помощи каменных топоров и без единого гвоздя. И швейцарский, и найденный в Подмосковье мосты очень похожи по материалу (дереву) и технике изготовления.

Инки пренебрегали обычными деревянными и каменными мостами, а предпочитали висячие, подвесные.

Римляне строили мосты различных конструкций: балочные (Гай Юлий Цезарь — через р. Рейн, 50 г. до н.э.), арочные (Траян — через р. Дунай, 103 г. до н.э.). Более поздние усовершенствованные деревянные мосты, построенные в XVI веке в Палладио, имели размеры пролетов от 30 до 120 м. Лучшими считались арочные мосты.

На Руси деревянных мостов было много. В документах «Московского посольства» имеется немало тому свидетельств. Например: «На Москве несколько мостов, большая часть из них утверждена на деревянных сваях. Мост близ Кремля насупротив ворот второй городской стены возбуждает большое удивление: он ровный, сделан из больших деревянных брусьев, пригнанных один к другому и связанных толстыми веревками из липовой коры, концы коих прикреплены к башням и к противоположному берегу реки. Когда вода прибывает, мост поднимается, потому что он держится не на

столбах, а состоит из досок, лежащих на воде; а когда вода убывает, опускается и мост...»

В 1772 году Лондонское Королевское общество объявило международный конкурс на постройку модели моста, который бы состоял из одной дуги или свода без свай и утвержден бы был концами своими только на берегах реки.

В том же году русский механик И.П.Кулибин представил свой знаменитый проект деревянного одноарочного моста через Неву, в котором предлагал перекрыть реку пролетом длиной 300 м с каменными опорами на берегах. Это было не только решением проблемы одноарочного моста через большую реку; это был первый в мире мост из **решетчатых ферм**, которые впоследствии получили широкое распространение в мостостроении. Модель подверглась испытаниям в присутствии виднейших петербургских академиков, она выдержала нагрузку в 3 тыс. пудов, после чего Кулибин увеличил ее еще на 500 пудов. Проект удовлетворил полностью всем условиям конкурса.

В 1799 году ученый выдвигает идею о постройке железного моста, а в 1818-м составляет проект и строит модель. Это была арочная конструкция общей длиной 130 саженей (сажень — ≈2 м; косая сажень — 2,48 м). Мост Кулибина стал событием в истории инженерного дела.

В начале XIX века арочные мосты устраивались на деревянных и каменных опорах. Первый такой мост построен в Петербурге в 1811-1813 гг. (Каменноостровский мост, проект А. Бетанкура), он был высотой 4 м, семипролетный с длиной пролета 25 м.

По такой же системе построены мосты в Новгороде (1824-1831 гг.), Нарве (1822-1829 гг.), Москве и других местах. Все они возводились на каменных опорах с деревянными пролетными строениями, с брусчатыми арками.

Мост через р. Волхов был длиной 250 м; он имел два пролета разной длины, у самого большого она составляла 25,6 м. Конструкция предполагала пропуск судов, для чего один из боковых пролетов сделан подъемным.

Учитывались и эстетические задачи. Поскольку шоссе проходило через Новгородский Кремль, мост был построен горизонтально, «дабы, будучи в городе, не закрывал бы вида города» (автор проекта К.Л.Рейхель). «Журнал путей сообщения» писал об этом сооружении так: «По трудности, которые должны были преодолеть при постройке сего моста, по величине и красоте одного, и, наконец, по роду материалов, употребляемых при строительстве, сей мост может похвастаться в своем роде одним из лучших сооружений не только в России, но и в Англии и во Франции».

До конца XVIII века камень и дерево были единственными материалами, применяемыми при строительстве мостов.

БЕТОН И МЕТАЛЛ

В Римской империи с 1 в. до н.э. мосты строили из бетона. Первый небольшой мост из железобетона был построен в парке Парижа в 1835 году для пешеходов. Во второй половине XIX века железобетон использовался при устройстве мостов небольших пролетов и труб для автогужевых дорог, а затем стал применяться и при строительстве железнодорожных мостов.

Мысль о применении металла как материала для мостов появилась впервые во Франции в начале XVII века. Но начальные попытки не удались из-за нехватки металла, его дороговизны и низкого качества.

В 1874 году была изобретена печь для получения чугуна, и спустя четыре года в Англии построен первый чугунный арочный мост, за которым последовало строительство других. Известный немецкий конструктор железнодорожных мостов Брандт в поисках новых прочных конструкций обратил свой взор на паутину, сплетенную пауком, которая способна расположиться между ветвями, что и породило идею о висячих мостах с применением металлических нитей.

В начале XIX века Россия стала одной из передовых стран по технике мостостроения. Мост с чугунной аркой двутаврового сечения был пос-

троен через р. Мойку в Петербурге уже в 1806 году. В 1850 году возведен мост через Неву (Благовещенский), имеющий семь пролетов в 32-48 м, перекрытых пологими чугунными арками. В нем имелся разводной пролет для пропуска судов.

Характерными чертами русской мостостроительной техники XIX века в области металлических мостов являлись экономический и научно-технический подход к вопросам расчета конструкций. Одна из рациональных форм — модульность (т.е. повторение в разных по пролету конструкциях одинаковых основных геометрических размеров), изготовление законченных крупных монтажных единиц.

В 20-е годы XX века были сделаны первые попытки применения электросварки при строительстве металлических мостов.

Огромный вклад в развитие мостовой науки внесли такие ученые, как Д.И.Журавский, М.В.Остроградский, М.С.Волнов, С.В.Кербеуз, Н.А.Белолюбский, Л.Ф.Николаи, Е.О.Патон, Л.Д.Проскураков и многие другие.

Фундаментальный «Курс железных мостов» Е.О.Патона выдержал пять изданий. То же самое можно сказать о работах Л.Ф.Николаи. Мосты, построенные по проектам Л.Д.Проскуракова, успешно эксплуатируются на дорогах России и в настоящее время. Они отличаются высокой надежностью и рациональностью всех деталей. Созданные этим автором в Москве Краснолужский и Андреевский мосты награждены на Парижской выставке 1907 года Большой золотой медалью как выдающиеся инженерные и архитектурные сооружения. Такой же награды был удостоен Исакиевский мост в С.-Петербурге (проект С.В.Кербеуза).

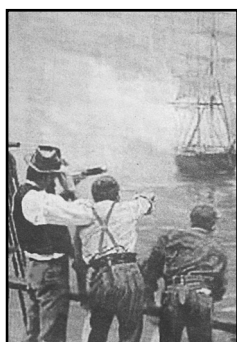
Мосты Н.А.Белолюбского и Л.Д.Проскуракова на Закавказской железной дороге выдержали без повреждений сильнейшее Спитакское землетрясение 1988 года.

Координаты авторов статьи (authors' addresses):
Устинова Л.С. – 8-4732-715004
Шевченко В.Н. – 8-4732-715004





Корабль-призрак



Зенон КОСИДОВСКИЙ

Zenon KOSIDOWSKI

Польский писатель Зенон Косидовский был особенно известен своими «Библейскими сказаниями» (они издавались на русском языке множество раз). Кроме того, им написаны и другие книги, где мифы, легенды, сказания остаются не менее занимательной и познавательной темой. Публикуемый сюжет взят из его книги «Часы веков. Тайны археологии» (М.: Остожье, 1987).

Феномен явления под давно привычным названием «Летучий голландец» сотни лет неизменно интригует исследователей. Объяснений ему немало, но они, как правило, разные. Причем, может быть, именно потому, что одного ответа здесь не было и нет...

Первая статья цикла, участниками которого могут стать и наши читатели.

Phantom Ship

Polish writer Zenon Kosidowski is most famous in Russia for his "the Holy Bible Stories".

The phenomenon widely known as Flying Dutchman has been keeping the researchers in suspense for hundred years. There are many explanations given to it, but they are all different, may be because there is no single answer. Here-after is the first in a sequence of articles.

“МАРИЯ ЦЕЛЕСТА” БЕЗ КОМАНДЫ

Голландская легенда о корабле-призраке, который обречен на вечное скитание и является морякам как предвестник их гибели в морской пучине, всем хорошо известна. Легенда послужила сюжетом для поэмы Генриху Гейне, а Вагнер использовал ее как либретто для своей оперы «Летучий голландец».

Но мало кто знает, что в истории мореплавания произошел случай, полностью соответствующий этой моряцкой сказке. В 1872 году в Атлантическом океане был замечен двухмачтовый бриг «Мария Целеста» под полными парусами и без единой живой души на борту. С тех пор о таинственной судьбе судна и его исчезнувшей команды написано очень и очень много. Романисты черпали в ней замыслы для сентиментальных, авантюристических и приключенческих книг; на страницах журналов печатались разные теории, более или менее правдоподобно воссоздававшие драматическую историю парусника, таинственно покинутого командой; появлялись даже шутники, выдававшие себя за бывших членов команды или за их родственников, которые сообщали миру якобы реальные

факты, но на самом деле безудержно фантазировали.

Попробуем изложить все подтвержденные обстоятельства, связанные с бригом «Мария Целеста», и объяснить его таинственную историю.

5 декабря 1872 года американский парусник «Дей Гратиа» под командованием капитана Морхауса, совершавший рейс из Нью-Йорка в Гибралтар, находился в 130 милях от берегов Португалии. Море было спокойным. С севера дул мягкий и ровный слабый ветер. Слегка наморщенное волнами, море дышало монотонно, ритмично. Уже несколько недель на Атлантике стояла отличная погода, так что рейс был исключительно удачным. Парусник плыл под всеми парусами, быстро приближаясь к порту назначения. Капитан Морхаус стоял на мостике и наблюдал за горизонтом. Вдруг на морской глади возникло двухмачтовое судно с поднятыми парусами. Опытный глаз моряка сразу отметил, что неизвестный парусник в таких благоприятных погодных условиях движется что-то слишком неуверенно. «Дей Гратиа» быстро поглотил милю за милей и вскоре приблизился к судну на расстояние одной мили. Капитан, к своему огромному удивлению, узнал в незнакомце бриг «Мария Целеста», который за несколько дней до их выхода в море снялся с якоря в Нью-Йорке. Встреча поразила его тем более, что капитан брига Бриггс был его приятелем. Во время стоянок в Нью-Йорке они бывали неразлучны и часто вместе проводили вечера в портовых кабачках.

Хотя неуверенное движение «Марии Целесты» по курсу могло дать много пищи для размышлений, Морхаус еще ничего не подозревал. Он радостно стал посылать приветы своему другу. Но «Мария Целеста» молчала, как заколдованная, на ее палубе не было видно ни одного человека.

Тогда Морхаус стал внимательно приглядываться к бригу. Рангоут и такелаж выглядели нормально. Два паруса на рее и гафельный парус были установлены правильно, в соответствии с направлением ветра. Зато его удивило другое: создавалось впечатление, что бриг лежит в дрейфе, хотя обычно

так поступали ночью, когда усталая команда, наглухо закрепив руль, ложилась спать. Но такого никогда ни один капитан не позволял себе днем. Бриг, правда, держался восточного курса, но как-то неустойчиво переваливался по волнам, безвольно поддаваясь капризам ветра и морскому течению.

Морхаус подозвал первого офицера и спросил его мнение. Старый морской волк какое-то время наблюдал за движением брига, а потом взорвался веселым смехом.

Капитан с удивлением спросил у него:

— Что тебя так веселит?

— Господин капитан, вы что, забыли, какой они везут груз? Тысяча семьсот бочек алкоголя! Вам это ни о чем не говорит? Да они все там упились, как черт знает кто, и теперь без памяти дрыхнут в кубрике.

— Исключено. Я знаю капитана Бриггса. Он никогда не допустит такого. Разве что команда взбунтовалась и...

— Что же, во всем легко убедиться, сходим туда шлюпку.

Тем временем суда сблизилась на расстояние полмили, а на палубе «Марии Целесты» по-прежнему не было видно ни одной живой души. Вся команда «Дей Гратиа» сгрудилась у борта и в молчании смотрела на танцующий на волнах бриг. Шлюпка со вторым офицером и двумя матросами подошла к борту парусника, и матросы поднялись на палубу.

Они не нашли там никого — ни на палубе, ни в каютах, ни в рулевой рубке. Бриг плыл сам по себе, как бы направляемый невидимой рукой. Всюду царила зловещая тишина, прерываемая лишь хлопаньем паруса или шумом какой-то оснастки. Матросов обуял суеверный страх, они быстро просигнализировали Морхаусу, чтобы он присоединился к ним, и послали на «Дей Гратиа» шлюпку.

Капитан тщательно обследовал бриг и не заметил ни малейшей поломки. Груз, состоящий из старательно уложенных бочонков с алкоголем, казался нетронутым. Провианта для команды было более чем достаточно. Самым невероятным было отсутствие



следа беспорядка или паники, который указал бы на причину, по которой команда покинула бриг. Создавалось впечатление, будто ее унесла с судна какая-то неведомая сила.

В каютах матросов стояли сундуки с их личными вещами, на веревках сушилось белье, на столиках перед зеркалами лежали бритвенные приборы, нашли даже деньги и другие ценные предметы.

В каюте капитана лежал наполовину растянутый аккордеон, словно кто-то только что им пользовался, рядом была открыта нотная тетрадь. В углу стояла швейная машинка с куском шелка, на стене висели женская одежда и маленькое детское платьице. Морхаус это несколько не удивило — он знал, что капитан Бриггс взял с собой в рейс жену и маленькую дочку. На столе лежали золотые часы Бриггса. В каюте первого и второго офицеров остался недоеденный завтрак, состоявший из овсяных блинчиков и начатых яиц всмятку. Неподалеку лежал лист писчей бумаги с обращением: «Любимая жена!» Офицер успел написать только два этих слова, когда внезапно произошло нечто страшное и загадочное. Что прервало его занятие? Одно безусловно: команда, все до одного, бросила свои дела и в страшной панике покинула бриг в одной-единственной лодке.

Судовой журнал позволял установить, когда произошло это потрясающее событие. Последняя запись была датирована 24 ноября. Из нее выяснилось, что тогда бриг находился в ста десяти милях западнее острова Санта-Мария, входящего в группу Азорских островов. Но капитан Бриггс имел привычку сначала начерно писать рапорты на школьной доске и лишь потом переписывать в журнал. Так вот на доске сохранилась запись от 25 ноября. «Мария Целеста» с севера огибала остров на расстоянии шести миль от берега.

Итак, что же случилось 25 ноября в восемь часов утра? С той фатальной минуты бриг плыл без команды уже десять дней и оказался в 755 милях на восток от острова Санта-Мария, когда с ним встретился парусник «Дей Гратиа».

Капитан Морхаус привел покинутое судно в порт в Гибралтаре, где адмиралтейские власти немедленно начали детальное расследование. Они подтвердили отсутствие повреждений, а посему следователь издал вердикт, согласно которому дело обстояло так: команда дорвалась до алкоголя, перепилась, убила капитана, его жену и двухлетнюю дочку, офицеров и на спасательной лодке сбежала, встретила другое судно и, притворившись потерпевшей кораблекрушение, на нем добралась до суши. Основанием для такой странной мотивировки послужил тот факт, что у одного из бочонков затычку явно вынимали и содержимое в нем значительно уменьшилось. Адмиралтейство даже объявило розыск беглых матросов.

Но выдвинутая адмиралтейством версия не была долговечной. Ни один опытный капитан не поверил бы беглецам, что они потерпели кораблекрушение в ноябре 1872 года. Прежде всего, в течение нескольких недель на Атлантике стояла прекрасная погода, и плавание было абсолютно безопасным. Кроме того, матросам пришлось бы красочно, во всех деталях описать, как произошла катастрофа, сообщить название своего судна. Тогда обязательно выяснились бы все подозрительные противоречия и пробелы в их рассказах. К тому же ни у одного из капитанов не было основательных причин не поведать о происшествии в ближайшем же порту. И возникал еще вопрос: почему бунтовщики не пытались затопить «Марию Целесту», если хотели представить себя жертвами кораблекрушения?

ПРЕДСМЕРТНОЕ ПРИЗНАНИЕ ДОКТОРА ХАБАКУКА ЕФСОНА

Прошло около 12 лет, и все страсти, споры и домыслы относительно происшествия на «Марии Целесте» затихли и постепенно забылись. И вдруг все вновь ожило: в январе 1884 года в «Корнхилл мэгэзин» появилась обширная статья некоего доктора Хабакука Ефсона, который утверждал, что был пассажиром брига «Мария Целеста» во время того фатального рейса и знает тайну исчезновения команды.

Почему он только сейчас заявил обо всем? Нет, не так. Он пытался обо всем рассказать еще двенадцать лет назад, но то, что с ним приключилось, выглядело настолько фантастическим, что полицейские власти в Ливерпуле и даже его родственники не только не поверили ему — более того, стали подозревать, что он помешался и мелет вздор. Поэтому он затаился и замолчал. А теперь он чувствует приближение смерти и не хочет унести с собой в могилу тайну, которую может раскрыть.

По профессии Хабакук Ефсон врач и всю свою жизнь посвятил борьбе за освобождение негров в США. Он даже написал на эту тему брошюру «Вот твой брат». Когда началась гражданская война за отмену рабства, он тотчас же вступил в один из нью-йоркских полков и участвовал в кампании против южных штатов. В сражении он был тяжело ранен и, вероятно, погиб бы, если бы не старая незнакомая негритянка, которая взяла его под свою опеку и старательно лечила. При прощании взволнованная старушка вытащила из-за пазухи странный амулет, а именно человеческое ухо, вырезанное из черного, как смола, камня, и вручила его Ефсону на счастье.

Через семь лет после этого эпизода, рассказывал доктор Хабакук Ефсон, он опасно заболел легочной болезнью, и врачи заявили ему, что только морское путешествие может его спасти. Поэтому он решил отправиться в Европу и с этой целью купил каюту на «Марии Целесте».

На бриге он встретил десять матросов, среди которых трое были неграми, капитана, его жену, двухлетнюю дочку и других пассажиров: Хартона, молодого агента одной из судовладельческих компаний, и мулата Септимуса Горинга.

Этот Горинг со всех точек зрения был необычным человеком. В его лице было нечто дьявольское и отталкивающее. Правая рука безобразно покалечена — отсутствовали четыре пальца, словно их напрочь отрезали бритвой. Но после нескольких бесед на палубе плохое впечатление полностью улетучивалось. Мулат оказался благовоспитанным человеком широких знаний.

Он умел вести себя в обществе, мог поддержать разговор на любую тему, особенно хорошо разбирался в искусстве навигации. Словом, доктор Ефсон поздравлял себя со столь интересным спутником.

Их каюты разделялись тонкой деревянной перегородкой. Как-то поутру доктор Ефсон только-только проснулся и начинал вставать, как его оглушил выстрел из пистолета. Пуля пробила перегородку и вошла в стену точно в том месте, где еще секунду назад лежала его голова. Доктор не успел прийти в себя, как в его каюту ворвался сконфуженный Горинг и стал горячо извиняться, объясняя, что чистил пистолет и неосторожно нажал на курок.

Вечером того же дня в каюту к Ефсону зашел капитан Бриггс и с неопишуемой болью рассказал, что у него внезапно пропали жена и дочка. Команда перетрясла весь парусник, заглянула в каждый уголок, матросы бегали и громко звали пропавших, но им отвечали только шум волн и лопотание парусов. Предполагали, что девушка упала за борт и несчастная мать ринулась за ней в морскую глубину. Странно, правда, что никто ничего не заметил и не слышал их крика.

Капитан Бриггс заперся в каюте, где целыми днями лежал, оцепеневший от горя. Первый офицер был вынужден взять на себя командование судном. В один печальный день капитан совершил самоубийство, выстрелив в рот.

В последующие дни злополучного плавания не произошло ничего достойного внимания. Пассажиры проводили дни на палубе. Как-то Ефсон показал им полученный от негритянки амулет. Горинг взял его в руки и с пренебрежительной улыбкой хотел кинуть за борт. Увидев его жест, рулевой-негр отскочил от штурвала, молнией налетел на Горинга, схватил его за руки и с жаром стал ему что-то шептать. Потом взял амулет и с проявлением искреннего и глубокого уважения вернул его доктору Ефсону.

Тем временем настала тропическая жара, какой никогда раньше не наблюдалось вблизи Португалии. Причина столь невероятной жары разрешилась неожиданно: вместо



Португалии на горизонте вырисовывалось побережье Африки. Бриг сбился с курса, хотя плыл точно по компасу. Изумленный первый офицер упрямо твердил, что это не его вина, что кто-то намеренно копался в навигационных инструментах и специально испортил их тонкий механизм. Тогда-то доктор Ефсон вспомнил, что несколько дней назад они вместе с капитаном вошли в его каюту и застали там склонившегося над инструментами Горинга. Увидев их, мулат чрезвычайно смутился и пробормотал неловкие извинения.

Вечером того же дня, когда доктор Ефсон вышел на палубу, его схватили Горинг и три негра, повалили, связали веревками. Такая же судьба ожидала всех белых матросов и пассажира Хартона. Затем произошла леденящая кровь сцена: черные заговорщики бросили связанных пленников в морскую пучину. Но когда Горинг приблизился к доктору Ефсону, чтобы и его отправить вслед за остальными, негры единодушно воспротивились. Из громкой перепалки стало ясно, что негры считали Ефсона неприкасаемой личностью, поскольку он являлся обладателем амулета.

Заговорщики посадили его в шлюпку и погребли к берегу, бросив «Марию Целесту» на волю случая и произвол судьбы. На берегу поддикие крики и грохот тамтамов их встречало целое скопище негров. Вместе с вновь прибывшими они направились в деревушку. Просторную деревенскую площадь окружало множество вигамов из пальмовых листьев. Посреди площади стояло тотемное святилище из эбенового дерева, вход в которое закрывала золотистая парча.

Доктора Ефсона ввели в святилище. Вместе с ним вошли старейшины племени. Стены святилища были увешаны раковинами и циновками. В пустой комнате царил полумрак. В середине стоял огромный идол из черного камня, с одним отбитым ухом. Седой негр отобрал у доктора амулет и приставил к голове божка. Ухо прилегло так плотно, что не было видно даже линии соединения. При виде такого чуда и у находившихся в святилище негров, и у столпившихся плотной кучей на площади вырвался радостный

победный крик. Все упали на землю, воздавая почести каменному идолу.

С этого мгновения вся деревня начала относиться к доктору Ефсону как к почетному пленнику. Ему предоставили удобный вигам, прекрасно кормили, но не позволяли покидать помещение и постоянно держали охрану у входа в вигам.

Ночью его навестил Горинг и объяснил свое поведение. Его отец был белым, а мать — негритянкой-рабыней. Когда отец умер, жестокий плантатор засек мать плетью насмерть, а ему, Горингу, за какую-то мелкую провинность отсекали четыре пальца на правой руке. За нанесенное зло Горинг поклялся отомстить белым страшной мстостью. На протяжении нескольких последних лет в США произошла серия убийств, которые полиция так и не смогла раскрыть. Так вот, все эти злодеяния совершил именно он, Горинг.

Последней его акцией должно было стать убийство экипажа «Марии Целесты» и бегство к негритянскому племени, с которым он подружился. Он намеревался создать в Африке сильное государство негров и вести беспощадную войну с белыми угнетателями.

Но исполнению этих планов мешает доктор Ефсон, который оказался владельцем амулета. С этим каменным ухом связана странная история. Столетия назад часть племени решила переселиться в другую часть Африки. Покидая родную деревню, они отсекали у божка одно ухо, чтобы унести с собой хотя бы частичку священной статуи. Но судьба не была к ним милостива. Они попали в руки торговцев живым товаром, те перевезли их в Америку, они стали рабами. Талисман-ухо в конце концов оказался у старой негритянки, которая опекала доктора Ефсона.

Негры верили, что недостающее ухо вернет идолу посланец небес. Поэтому они сохранили жизнь доктору, более того, считали его полубожеством. Горинг не скрывал, что хочет стать царем негров и что из-за амулета опасается конкуренции со стороны белого человека. Поэтому он хочет помочь Ефсону вернуть свободу и тем самым избавиться от него.

Подпокровом ночи он довел доктора до берега, усадил в лодку. Выгребая в море, Ефсон довольно долго видел мулата, который активно жестикулировал руками, то ли прощаясь, то ли в последний раз демонстрируя свою ненависть к белым. Через пять дней бедного путешественника заметили с какого-то судна, подняли на борт и доставили в Ливерпуль.

Сенсационное признание доктора Ефсона всех всполошило. Газеты и журналы запестрели статьями, письмами, полемикой. Нашлись такие, кто принял историю доктора Хабакука Ефсона за чистую монету. Они требовали от правительства направить экспедицию в погоню за бандитом-мулатом Септимусом Горингом. Другие, более осторожные, настаивали на создании комиссии по пристрастному допросу доктора Ефсона. Нашлись и такие, которые посчитали всю историю отъявленной ложью.

Прошло еще несколько лет, и все узнали, кто был автором истории доктора Хабакука Ефсона. Оказалось, что зловещие приключения «Марии Целесты» ради шутки выдумал создатель Шерлока Холмса писатель Артур Конан-Дойль, который, конечно же, смеялся про себя, что так легко провел тысячи читателей американской и английской печати. Но пример был заразителен. Еще много лет появлялись более или менее правдоподобные признания мнимых свидетелей катастрофы. Их нельзя было сравнить с Конан-Дойлем ни по силе воображения, ни по ловкости использования в выдуманной истории доктора Ефсона официально установленных фактов, так что их с легкостью изобличали как мистификаторов.

ЧТО БЫЛО В РЕАЛЬНОСТИ?

Выяснением таинственных событий занялся один из выдающихся английских специалистов по морским проблемам сэр Локкарт. Он не щадил ни времени, ни сил, ни средств, чтобы установить все факты и на их основе реконструировать то, что могло произойти на «Марии Целесте». Локкарт не только проштудировал протоколы из Гибралтара и Нью-Йорка, он советовался с разными специалистами, бесе-

довал с ближайшими родственниками погибшего капитана Бриггса.

После старательных поисков Локкарт пришел к убеждению, что ключ к разгадке тайны следует искать в грузе брига, каковым были 1700 бочек с алкоголем. Специалисты морских страховых компаний утверждали, что в нормальных условиях это абсолютно безопасный груз, но слишком высокая температура может вызвать взрыв разогретого алкоголя.

Мы знаем, что у одной из бочек затычка вынималась, и из нее вылилось некоторое количество алкоголя. Этот факт послужил Локкарту основой для реконструкции трагического происшествия. Вероятно, кто-то из матросов почувствовал сильный запах улетучивающегося алкоголя, побежал за капитаном, чтобы сообщить об этом. Но прежде чем команда успела что-либо предпринять, раздался взрыв, который отбросил в сторону крышку люка.

Команду охватила паника. В любую минуту мог взлететь в воздух весь груз и разнести на мелкие кусочки и бриг, и всю команду. Матросы в лихорадочной спешке спустили спасательную шлюпку, сели в нее и изо всех сил заработали веслами, чтобы очутиться как можно дальше от страшного судна. Потом, отойдя на безопасное расстояние, ждали катастрофы.

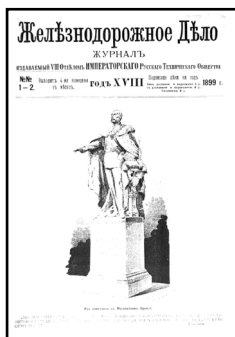
Но ничего не произошло. Открывшийся в результате взрыва люк позволил скопившемуся под палубой газу свободно вытечь наружу, и это предупредило катастрофу. Спустя какое-то время команда решила вернуться на бриг, но, к ее ужасу, поднялся внезапный шквал, который погнал «Марию Целесту» на полных парусах в открытое море. Матросы бешено гребли, но догнать бриг не смогли. В такой ситуации им оставалось только взять курс на близлежащий остров Сан-Мартин.

Этот остров прославился бурными прибрежными водами и опасными подводными рифами. Поэтому можно предположить, что перегруженная шлюпка не смогла пройти сквозь пенящиеся волны, разбилась о риф и затонула вместе со всем экипажем. ●





Откуда взять машинистов?



Технолог ЦВАНЦИГЕР

На репродукции: обложка журнала, где напечатана статья.

Process engineer
ZWANZIGGER

Here is reproduced the cover page of the volume of the journal containing the cited article.

Эта статья, автор которой технолог Цванцигер, опубликована в журнале «Железнодорожное дело» (1899, № 1-2, с. 7-10). Его издателем был VIII Отдел Императорского русского технического общества.

The author of this article is designated as process engineer Zwanzigger, the article itself was published in journal «Railway Proceedings» (Zheleznodorozhnoe Delo) (1899, vol. 1-2, pp. 7-10) edited by 8th department of the Imperial Russian Engineering Society.

Рубрика «Актуальный архив» предлагает журнальный материал, написанный 110 лет назад. Парадоксально, но он во многом совпадает по теме с сегодняшними проблемами подготовки машинистов на отечественных железных дорогах. Только вместо паровозов теперь поезда тянут электровозы и тепловозы.

Ключевые слова: подготовка, машинист, история железных дорог, управление персоналом, человеческие ресурсы.

Where can we get the Locomotive Engineers from?

The item «Actual archives» introduces the texts written 110 years ago. Paradoxically but it coincides to a large extent as for its topic with some modern problems of training of locomotive engineers at the modern railways. But instead of then steam engines there are diesel and electric locomotives which are hauling trains now.
Key words: training, locomotive engineer, engine driver, history of railways, personnel management, human resources.

Сбыстрым развитием сети железных дорог спрос на железнодорожных машинистов с каждым годом возрастает, а так как мы к удовлетворению этого спроса не подготовлены, то в число этих служащих попадают люди, не удовлетворяющие своему назначению, вследствие чего сильно страдает правильность и безопасность движения, а потому и настало время озаботиться приготовлением достаточного числа опытных и дельных машинистов.

Вот по этому поводу я и позволю себе высказать свои соображения как человек, близко стоящий к этому делу ныне и стоявший в течение многих лет.

I.

Недостатка в опытных и дельных машинистах на старых дорогах, как Николаевская, Варшавская и др., у нас нет, но зато на новых дорогах дело в этом отношении стоит очень печально, а на строящихся и будущих, надо полагать, будет еще хуже, если мы не примем к подготовке машинистов надлежащих мер и не поставим это дело на твердую почву.

В большинстве случаев начальники депо новых линий поставлены в отношении формирования паровозных бригад

в самое безвыходное положение. От этого начальника требуют правильного обслуживания поездов, но машинистов не дают, а если каких и высылают для первоначального обзаведения, то таких, которых никому не нужно (неопытных и нетрезвых), а затем требуют, чтобы начальник депо сам воспитывал себе машинистов.

На старой дороге такое требование вполне логично и иначе даже быть не может, но требовать воспитания машинистов во вновь открытом депо – невозможно, потому что там нет ни учителей, ни учеников, ни времени для учебных занятий.

Машинистами на новые дороги поступают бывшие помощники машинистов старых дорог, которые не могли быть там терпимы по каким-нибудь порокам, или малоопытные, малограмотные и неразвитые люди, случайно попавшие в машинисты, сами ничего не видевшие и не знающие своего дела. Какие это воспитатели, и чему они могут научить будущих машинистов?

Новые дороги очень часто проходят местности, куда ещё не проникла ни промышленность, ни цивилизация, – откуда же там взять людей, из которых можно было бы воспитать машинистов?

На новой дороге коммерческое движение развивается иногда очень быстро, и так же быстро требует увеличения количества паровозных бригад. Но сформировать «скоро» паровозные бригады из *местного* населения, как мы только что видели, невозможно – мало того: если бы мы даже случайно и попали с новой дорогой в какой-нибудь промышленный край, то и тогда «скоро» сформировать названные бригады мы не можем, так как тому препятствуют известные правила и инструкции для определения на службу машинистов и помощников.

Слесарь, не прослуживший на дороге при сборке паровозов *одного полного года*, в помощники машиниста допущен быть не может, а мастерские других наименований, как токари, котельщики, кузнецы, осмотрщики вагонов и пр. – *ранее двух лет*.

У меня были в депо прекрасные мастерские с механических заводов, которые желали сделаться машинистами,

но которые ушли опять на заводы, не желая ждать до помощника машиниста два года, а до машиниста еще больше.

Вот в таких условиях находится начальник депо новой дороги в отношении подготовки себе машинистов.

Из приведенного видно, что новые дороги находятся в таких условиях, при которых воспитывать машинистов им очень трудно, а воспитывать их «срочно», в короткий промежуток времени, как это часто требуется – совсем нельзя. Но машинисты нам нужны, и само дело требует, чтобы тут было что-нибудь предпринято и притом в широких размерах, так как потребность в этих служащих велика.

Старые дороги, как Николаевская, Варшавская и друг., обеспечили себя хорошим составом паровозных бригад и на том остановились. Вот эти-то дороги и нужно обязать не довольствоваться воспитанием бригад для удовлетворения своей личной потребности, но воспитывать бригады и в запас удовлетворения нужд новых дорог. Если все старые депо возьмутся серьезно за это дело, то воспитание машинистов будет у нас поставлено на широкую ногу, и мы в скором времени будем в состоянии удовлетворить всем нашим требованиям в машинистах. Следовательно, вопрос решается воспитанием машинистов в широких размерах на *старых* дорогах, где имеются опытные машинисты, могущие быть хорошими наставниками, и где нет недостатка в людях, из которых бы можно было формировать бригады.

Решив, где именно нам следует воспитывать машинистов, следовало бы, по моему мнению, организовать это дело так:

1) Все большие депо, в особенности расположенные в больших промышленных центрах и при главных железнодорожных мастерских, приступают к подготовке слесарей в помощники машинистов, не ограничиваясь при этом данной и возможной (со временем) потребностью своего депо, а приготавливая их как можно больше, в запас.

2) Слесари, достаточно подготовленные к занятию должности помощника машиниста, отправляются в главные железнодорожные мастерские для ремонтных работ, впредь до действительной в них надобности на паровозах.

Примечание. Собственно говоря, слесари должны быть подготовлены боль-





ше к занятию должности машинистов, чем помощников, на чем я в особенности настаиваю, так как слесарю учиться тому, что именно обыкновенно требуется от помощника – почти нечего. Всю эту науку – как надо смазать паровоз и как ходить за машиной – он постигнет скоро, но ему нужно научиться главным образом внимательному и добросовестному отношению к службе, и познакомиться со всевозможными случайностями ухода и исправления паровоза в пути, а всему этому он может скорей всего научиться у старого поездного машиниста. Все предъявляемые к машинисту требования должны войти такому слесарю машинисту в плоть и кровь, чтобы он в каждый момент при всяких обстоятельствах *незадумываясь* знал, что ему следует делать под именем «обучения» поездного машиниста. Я понимаю только *такое* обучение и оно дается лучше всего на деле, а не по книжке и не на словах.

3) Дорога, имеющая надобность в машинистах, командирует на старые дороги своего агента для набора машинистов на месте, а этот агент должен относиться к своему поручению со всей строгостью, дабы не пригласить человека неопытного.

4) Набор машинистов производится из штатных помощников машинистов, но может быть сделан и из поденных помощников-слесарей.

5) Кандидатам на должность машинистов делается строгое практическое и теоретическое испытание.

6) Каждому штатному машинисту предоставляется право выбирать себе для обучения двух слесарей.

Примечание. Разрешается машинистам брать себе в ученики, в качестве *третьего* на паровоз лица, и не слесарей, при условии, чтобы эти лица были более или менее интеллигентные и предварительно выдержали бы установленный теоретический экзамен. Такие лица могут быть допущены на паровоз не иначе, как с ведома и разрешения местного начальника депо.

Если штатный или поденный помощник успешно выдержит экзамен на право самостоятельного управления паровозом в поездах, то его машинист получает от дороги нанимающей известную премию. Эта премия могла бы быть не менее 10 руб. сер.

Примечание. Премию считаю необходимою для того, чтобы привлечь и заинтересовать в успешной подготовке самих машинистов. Без премии машинисты будут всячески стараться от учеников отделаться.

Машинистам, которые в подготовке паровозных бригад особенно потрудятся, можно объявлять благодарность в приказе по дороге.

8) Практический экзамен на машиниста должен быть сопряжен с каким-нибудь действительным, собственноручным исправлением паровоза экзаменуемым.

Примечание. Этому условию я придаю очень важное значение при даровании права самостоятельного управления паровозом, так как за последнее время развелось много машинистов, которые ездят только до первого, иногда пустяшного случая с паровозом, а затем требуют резерв. Это я приписываю тому, что практический экзамен делается слишком слабо и односторонне. На таком экзамене обыкновенно спрашивают об устройстве паровоза вообще, о сборке паровоза и главнейших случаях порчи его, но как будет экзаменуемый с этими порчами обращаться и исправлять их – не видят. Между тем необходимо посмотреть: как будущий машинист будет в действительности забивать какую-нибудь лопнувшую дымогорную трубу, как будет он исправлять течь труб, как, в случае надобности, прикроет парораспределительный золотник и т.д., и насколько он со всеми этими работами успешно и быстро справляется.

Только что перечисленные порчи можно производить искусственно, и заставлять экзаменуемого их исправить.

В настоящей статье я не имею в виду изложить *полную* организацию подготовки паровозных бригад, а хочу только, по мере сил моих, представить верную картину того, что на практике существует, и лишь в общих чертах наметить те меры, которые, по моему разумению, могли бы улучшить дело, а потому и ограничиваюсь только что приведенным. Дело это большое, требующее общего соглашения между железными дорогами, и цель моей настоящей заметки – поднять лишь вопрос о том, как бы нам *скорее* воспитать опытных и дельных машинистов; детальная же разработка данного вопроса может быть сделана в свое время.

II.

Чтобы показать, что именно нам в машинистах надо и к чему мы при воспитании их должны стремиться, скажу несколько слов о том: какие у нас на новых дорогах машинисты, какие требуются и как должны быть воспитаны.

Разница между машинистами старых и новых дорог громадна, – в особенности вскоре после открытия новой линии. При открытии новой линии бывают прямо чудовищные составы паровозных бригад. Конечно, со временем личный состав бригад все больше и больше очищается от вредных и непригодных элементов, но сколько это вызывает нарушений правильности движения!

Постараемся же найти причину этой разницы в составах бригад.

Машинисты старых дорог имели перед своими глазами пример добросовестного отношения к службе первых железнодорожных машинистов, которые в этом отношении стояли действительно высоко. При открытии первых железных дорог машинисты набирались осторожно и с большим выбором, а потому представляли из себя людей вполне нравственных и преданных своему делу.

Я еще застал машинистов, которые не ездили, не сопровождали поезда просто, а если так выразиться, священнодействовали на паровозе.

Такой машинист был во время сопровождения им поезда «весь внимание». Со своим помощником он не разговаривал, а только знаками ему указывал что делать, и помощник должен был строго следить за всеми его молчаливыми указаниями.

Этим самым помощник машиниста приучался уже заранее быть на паровозе внимательным. Остановиться с поездом в пути, затребовать вспомогательный паровоз – считалось позорным и машинист готов был лучше живот свой положить, чем допустить, чтобы его за хвост поезда назад на станцию притащили.

Я видел, как забивали лопнувшую дымогарную трубу на адском огне вполне разгоревшегося антрацита в топке 7-ми фут длины.

Я видел, как приезжали на станцию без воды в котле и как машинист с помощником собственноручно буксировали ломами паровоз под гидравлический кран, чтобы дополнить котел водой и ехать дальше.

Привожу эти примеры для того, чтобы показать, какое старание и какую заботливость к службе проявляли прежние машинисты и какую при них школу проходили помощники машинистов.

Никакой такой школы наши помощники машинистов новых дорог не проходят и не знают.

Машинисты новых дорог, как уже было упомянуто, едут с поездом до первого случая, а затем требуют резерв.

На моих глазах один машинист затребовал вспомогательный паровоз вследствие течи трех дымогарных труб, причем оказалось, что про то, что можно трубы трамбовать и пробками забивать, – ему известно только понаслышке, а как приступить к этому он не знает, и это пришлось ему тут же еще показывать.

Другой машинист остановился с пассажирским поездом за две версты от станции и затребовал вспомогательный паровоз вследствие того, что у него незаметно захлопнулось поддувало топки, и он не мог добыть достаточного количества пара.

Положим, этого машиниста уволили, да можно бы было и всех уволить, но откуда взять других?

Таких случаев, указывающих на неопытность и беспечность машинистов, я бы мог привести целые тома, но не статистику железнодорожных случаев я хочу тут вести, а показать только, какие машинисты имеются и какие требуются.

В заключение позволю себе высказать свой взгляд: каким путем можно скорее всего воспитать порядочность машинистов.

Учить человека относиться внимательно и добросовестно к своим обязанностям на словах и по книжке – дело очень долгое. Для того, чтобы эти качества человеком вполне усвоились и вошли в плоть и кровь, нужно целое воспитание, а нам на железной дороге воспитывать или *перевоспитывать* людей теоретическим путем – некогда.

Но научить человека относиться к делу известным образом надо, и я думаю, что сделать это при настоящих условиях можно лучше всего и скорее всего наглядным обучением, т.е. показать человеку *наглядно*: в чем именно заключается добросовестное отношение машиниста к делу. Но для этого нам нужны люди, которые все это действительно могли бы показать «сами» – и таких людей я надеюсь найти на старых дорогах, где





не перевелись еще машинисты старого закала: опытные и добросовестные. Вот почему я за воспитанием машинистов предлагаю обратиться на такие линии, как Николаевская, Варшавская и др., и образовать там по всем депо школы машинистов; там же найдутся и достойные ученики, которых на новых дорогах так трудно найти.

III.

Говоря о воспитании машинистов, я не могу обойти молчанием учебные заведения, которые могли бы выпускать прекрасных машинистов, это технические железнодорожные училища.

Ученики этих заведений могли бы составлять, так сказать, самый цвет корпорации железнодорожных машинистов, но они по окончании курса как-то расплываются в разные стороны, уходя на другие занятия, и их мало заметно на линейной службе железных дорог; по крайней мере, мне очень редко приходилось встречать их машинистами.

Одно время я был преподавателем железнодорожного училища и, несколько ознакомившись с этими заведениями и их учениками, я думаю, что причина редкого появления этих учеников машинистами лежит: 1) в характере училищ, 2) в условиях жизни, при которых ученики выпускаются из училища, 3) в тяжком труде, который подчас требуется от железнодорожного машиниста.

Кончают эти воспитанники курс в 18 лет, то есть почти детьми – кончают с самыми радужными надеждами на будущее, и в награду за понесенные школьные труды должны на самых же первых порах (если поступают на паровоз) предаться грязной и весьма тяжелой для непривычного человека работе, при грубом с ним обращении их новых начальников-машинистов. Неудивительно, что они, пораженные первым приемом, бегут от паровозной службы без оглядки.

У меня на глазах один воспитанник Московско-Рязанского училища поступил на паровоз помощником машиниста и после *первой* же поездки сбежал с паровоза и перешел в конторщики, а затем был у меня же письмоводителем.

И таких найдется много...

Труднее всего этим воспитанникам выдержать себя при начале службы,

труднее потому, что они люди молодые, холостые, которым не, Бог весть, как много денег нужно для удовлетворения жизненных потребностей, – зачем же идти на грязный и тяжелый труд?.. Такой воспитанник за 30 руб. в месяц занимается в конторе в тепле, чистоте, с известным комфортом и чувствует себя очень хорошо. Конечно, когда женится, да не будет надлежащих достатков, так пожалеет о сделанном, и рад бы он тогда взяться за паровозную службу, да время ушло, а опять начинать службу сызнова – тяжело...

Так теряются полезные для паровозной службы люди.

Я уверен, что учеников железнодорожных училищ можно бы было удерживать на этой службе, если бы их с ней знакомить в самом училище, т. е. заставлять их ездить на паровозе «третьим» лицом, в присутствии какого-нибудь преподавателя или мастера училища.

Но ездить на паровозе, бездействовать и только смотреть по сторонам – скучно и мало полезно. Нужно поставить дело так, чтобы раз воспитанник вступает на паровоз, он вместе с тем вступает и во все права и обязанности помощника машиниста, а штатный помощник делается зрителем его деятельности.

При этих ученических и пробных поездках можно бы воспитанников приучать к бдительности и вниманию, выставляя на пути разные сигналы остановки поезда и тихой езды, и точно так же показывать с хвоста поезда разные сигналы так, чтобы все время держать молодого человека в напряженном внимании.

Я должен тут заметить, что из выше приведенного не следует, что нужно действительно останавливать для практики поезда в пути: нет, достаточно, чтобы только подавались сигналы, которые ученик обязан вовремя увидеть и передать машинисту.

Все это отнюдь не должно иметь форму шалости или потехи; это должно быть введено в план учения, за что ставится строгий балл «за внимание».

Моя идея: сделать таким образом действительную службу на паровозе по окончании курса – продолжением школьного учения и тем самым облегчить воспитанникам практику жизни. ●



СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ 176

*Общественные
и корпоративные интересы
в плену у социальной политики.*

АВТОРЕФЕРАТЫ 178

- Управление воспроизводством капитала.
- Информационная база конкурентоспособности.
- Принципы бюджетирования в транспортной компании.
- Эффективность контейнерного сообщения.
- Снабжение железных дорог запчастями.

НОВЫЕ КНИГИ 180

Научная и учебно-методическая литература центральных и региональных российских издательств. Транспортная тема на столах и прилавках.

SOCIAL RESPONSIBILITY 176

Social and corporate interests captivated by social politics.

AUTHORS' ABSTRACTS OF THESES 178

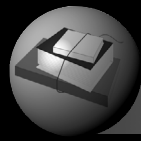
- Management of reproduction of a capital.
- Infobase of competitiveness.
- Principles of budgeting in a carrier company.
- Efficiency of container haulage.
- Supply of spare parts for railways.

NEW BOOKS 180

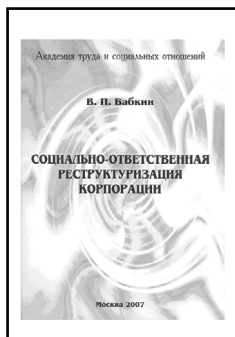
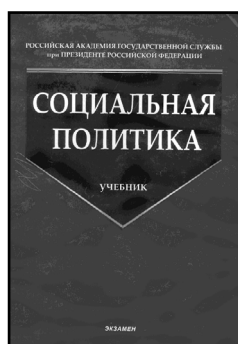
Scientific, educational and methodological literature published by Russian publishing houses. Transportation issues on tables and shopboards.

КНИЖНАЯ ЛОЦИЯ





Иллюзии экономии на социальном



Социальная политика: Учебник/Под общ. ред. Н.А.Волгина. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Экзамен, 2008. – 943 с.

Бабкин В.П. Социально-ответственная реструктуризация корпораций: Монография. – М.: АТиСО, 2007. – 205 с.

Социальные инвестиции как амортизация человеческих ресурсов, за которые несут ответственность не только государство, но и компании.

Illusions of Savings on Social Matters

Social Politics: Textbook. Ed. By N.A.Volgin. – 4th ed., rev. and suppl. – Moscow: Examen editions. – 943 pp.
Babkin V.P. Socially-responsible Restructuring of Corporations. Monograph. – Moscow: AT&CO editions, 2007. – 205 pp.

The author of the two books' review understands social investment as amortization of human resources and sphere of mutual responsibility of State and business.

Социальная политика должна быть направлена не в последнюю очередь на то, чтобы научить крупный бизнес (прежде всего – корпорации монопольного типа) не транжирить бездумно материальные средства и человеческие ресурсы. Такой неожиданный для кого-то поворот мысли не имеет ничего общего с обычными дефинициями. Ведь специалисты традиционно определяют социальную политику как систему мер и взаимодействий, направленных на жизнеобеспечение населения, рост уровня и качества его жизни (см. с. 10 первой из рассматриваемых книг).

Почему вдруг новый крен-призыв? Во многом он идет от все более понимаемой в обществе необходимости социальной ответственности бизнеса, что является темой второй рецензируемой книги, но еще большей причиной стоило бы считать неизбежное осознание очевидных уже сегодня иллюзий по поводу неких экономических и социальных саморегуляций. Причем здесь надо сказать откровенно и прямо: постоянное противопоставление экономической выгоды и социальных затрат до добра никогда никого не доводило. Наука и история

это давно знают, однако желающих использовать их знания пока, увы, обнаруживается явно недостаточно.

Аспект корпоративной социальной политики, превалирующий в данном случае, отражает ситуацию на одном из четырех уровней, которые детально анализируются авторами «социальной политики». Тем не менее, на мой взгляд, именно на этом уровне сосредоточены основные противоречия рыночной психологии идеологов ограничения социального и альтернативной ей стратегии социальной ответственности. Другие уровни — государственный, региональный, муниципальный — выполняют каждый свою важную задачу в рамках общего федерального финансового поля, а корпоративная социальная политика при этом еще и обладает собственными автономными ресурсами, обособленным управлением и может достаточно гибко реагировать на любые внешние и внутренние вызовы и риски.

Насколько актуальны названные противоречия, иллюстрируют продолжающиеся внутрикорпоративные дискуссии и концентрирующиеся вокруг них выступления в СМИ и различные исследования. Характерен, в частности, комментарий к одному из последних заседаний руководящего штаба ОАО «РЖД» президента акционерного общества В.И.Якунина. Выступая 27 ноября 2008 г. на радио «Россия», он выделил долгое и пристрастное обсуждение коллегами перспектив железнодорожного здравоохранения, которое сформировалось в силу профессиональных особенностей работников и условий их труда, одновременно сказав и о том, как непросто столь нужную сферу поддерживать на фоне сокращающихся в период глобального экономического кризиса объемов перевозок. Сюда же примыкает и проблема сокращения непрофильных объектов, к коим, как можно было понять, есть повод причислять и некоторые социальные учреждения масштабной отраслевой структуры, что и добавляет, собственно, остроту в обсуждаемые вопросы.

Изначально тема обострилась с момента реструктуризации отрасли.

Но бывшее министерство путей сообщения вело ее как раз отнюдь не форсированно. Ей предшествовала очень длительная подготовка, несомненно снизившая социальные издержки и способствовавшая относительно безболезненной адаптации к рыночным отношениям, в монографии В.П.Бабкина (с.139 — 143) довольно подробно показана специфика существующих здесь подходов. Подчеркивается неизменность традиций, предписывавших с XIX века иметь на железных дорогах свою социальную инфраструктуру и социальные гарантии. Это одно из условий, которое позволило сохранять стабильность порядка и безопасность перевозок в самые кризисные для государства годы. Потому и сейчас система оставила в действующем виде значимые для работников отрасли социальные объекты — больницы, профилактории, спортивные сооружения и оздоровительные комплексы, детские интернаты и иные подобные структуры.

Схожие позиции были и у ряда других монополистов — например, у «Газпрома», анализу реструктуризации которого в книге придается особое значение, надо полагать, именно из-за типичности, а значит и ассоциативности опыта этой крупнейшей корпорации. Сделанные исследователем обобщения помогают уточнению оценок, связанных с пониманием сути идущих процессов и теоретических посылов, а заодно и формированию более емких научных определений основному предмету обсуждения.

Показательно, как трансформируется понимание социальной ответственности бизнеса в мировом сообществе. По консолидирующему разным источникам определению ООН, такая ответственность частного сектора касается отношений компании не только с клиентами, поставщиками и работниками, но также и ее отношения к потребностям, ценностям и целям общества (В.Б., с.105). В документах Европейской комиссии фигурирует близкая к этому трактовка: «Корпоративная социальная ответственность по своей сути является концепцией, которая отражает добровольное реше-





**Взаимосвязь и взаимозависимость
экономического и социального блоков.
Схема из книги «Социальная политика».**

ние компании участвовать в улучшении общества и защите окружающей среды» (с. 106). Причем тут важна еще авторская ремарка в монографии, когда корпоративная социальная ответственность, особенно в пору реструктуризации, рассматривается не неким произвольным пополнением к профильной деятельности, но представляет собой метод, используемый в управлении корпоративными делами (с.107, 116).

Подчеркнутая позиция коррелируется со многими концептуальными положениями академического учебника «Социальная политика», но отдельно хочу выделить ее связь с главой, носящей название «социальная политика как системная социальная технология» (с. 142-154). Сущность рассматриваемых в ней технологических модулей касается решения управленческих задач разного уровня и разного назначения (прогноз, проектирование, планирование, программно-целевое управление и т.д.). И вместе с тем они — вот, по-моему, главное! — определяют саму возможность реализации стратегических целей корпорации. А это, конечно, ключевое звено ее социальной ответственности.

АВТОРЕФЕРАТЫ ДИССЕРТАЦИЙ

*Научные работы защищены
в Московском государственном
университете путей сообщения*

Подсорин В.А. Управление воспроизводством основного капитала на железнодорожном транспорте (теория, методология, практика)/Автореф. дис... док.экон.наук. — М., 2008. — 48 с.

Общество, население, совокупность работников вправе ожидать от лидеров крупного бизнеса осознанной работы не столько на получение сиюминутной прибыли, сколько и прежде всего — на поступательное развитие качества нашей общей жизни.

Прибылью надо вовремя и справедливо делиться. Не экономя там, где социальные последствия очевидны. Не вложишь впрок сейчас — потеряешь потом гораздо больше. Амортизация нужна не только машинам и оборудованию. Она столь же необходима и работающим людям. Социальные инвестиции — та же амортизация человеческого ресурса. Нельзя, чтобы подобного рода нагрузку несло одно государство.

Это не пафосные слова в защиту государства. Помочь хочется человеку. Труженику и профессионалу, без которого любая корпорация — ничто.

Б. УСМАНОВ,
доктор социологических наук,
профессор МГУ

Boris F.Usmanov,
D.Sc. (Sociology),
professor of Moscow State University
of Humanities

В диссертационной работе исследована сущность экономической категории «капитализация компании» и выполнена ее адаптация применительно к железнодорожному транспорту. Научно обоснован системный подход к оценке эффективности деятельности транспортной компании с точки зрения ее капитализации и организации управления воспроизводством основного капитала для целей и задач стратегического планирования и развития производства.

Предложено при оценке влияния на капитализацию транспортной компании макроэкономических показателей, конъюнктуры рынка, а также факторов внутрипроизводственного характера использовать моделирование изменения эффекта, возникающего в ходе осуществления ею финансово-хозяйственной деятельности. Разработаны методические подходы к регулированию процессов воспроизводства основного капитала с учетом факторов капитализации. Мотивировано применение линий безразличия коэффициентов износа в разрезе групп основных средств и отраслевых хозяйств для целей планирования инвестиционных потребностей компании и определения приоритетов воспроизводства основного капитала.

Бахтиев Е.Ю. Управление конкурентоспособностью транспортной компании на основе современных систем корпоративной информатизации/ Автореф. дис... канд.экон.наук. – М., 2008. – 24 с.

Автор рассматривает особенности обеспечения конкурентных преимуществ железнодорожного транспорта на базе управления корпоративным знанием, обосновывает переход к парадигме «экономика знаний» и определяет ее отличительные признаки, основные составляющие управления корпоративным знанием для поддержки стратегического развития транспортной корпорации. Диссертантом разработан комплекс методов и средств совершенствования информационно-технологической службы на основе внедрения АСУ «Единая служба поддержки пользователей» и предложена экономико-математическая модель оценки результатов ее использования.

Бутенко К.В. Организация экономической деятельности транспортной компании на принципах бюджетного управления/ Автореф. дис...канд.экон. наук. – М., 2008. – 24 с.

Научная новизна исследования заключается в разработке методологии бюджетирования как совокупности методов, позволяющих реализовать планирование, учет, контроль, анализ и регулирование доходов и расходов, финансовых результатов корпорации

и элементов действующей финансовой структуры на этапе формирования и исполнения бюджетов. При этом предложены универсальная методика создания информационной базы бюджетирования, классификация бюджетов на основе генеральных и соподчиненных группировочных признаков, однозначно идентифицирующая виды и разновидности бюджетов на уровне предприятия и подразделений его финансовой структуры. Обоснованы принципы мониторинга исполнения бюджетов по формуле его гибкости, предложенной зарубежными специалистами, а также адаптирован метод анализа «издержки – объем – прибыль» и определен состав показателей мониторинга финансового состояния субъектов бюджетирования.

Лукашева И.В. Экономическая эффективность организации регулярного международного контейнерного сообщения/ Автореф. дис... канд.экон. наук. – М., 2008. – 24 с.

Диссертант предлагает свой методический подход к регулированию рыночных процессов в сфере внешнеторговых перевозок с применением комплексного анализа грузопотоков в рамках контура емкости транспортного рынка. Обоснован метод оценки влияния величины порожнего пробега транспортных средств на затраты владельцев подвижного состава, разработан вариант распределения эффектов между участниками регулярных внешнеторговых перевозок.

Рябков Н.А. Управление снабжением железных дорог запасными частями тягового подвижного состава/ Автореф.дис...канд.экон.наук. – М., 2008. – 24 с.

В ходе исследования создана экономико-математическая модель конкурсного выбора поставщиков запасных частей при наличии многокритериальных условий, сформирован критерий управления запасами с учетом возможностей поставщиков и потребностей железнодорожников. Предложена соответствующая новым модельным построениям стратегия снабжения железной дороги – филиала ОАО «РЖД» запасными частями для ремонта используемого ТПС.





НОВЫЕ КНИГИ О ТРАНСПОРТЕ

Асмолов Г.И. Виды информации и датчики в системах транспортной телематики: Учеб. пособие. — М.: МАДИ (ГТУ), 2008. — 73 с.

Гарбар А.В. Правовое регулирование страхования в сфере железнодорожного транспорта: Монография. — Хабаровск: ДВГУПС, 2008. — 155 с.

Гоголь К.Э. Транспортное обеспечение коммерческой деятельности: Учеб. пособие. — Краснодар: ИнЭп, 2008. — 207 с.

Голоскоков В.Н. Инновационная логистика в реформировании и развитии сферы услуг пассажирского железнодорожного транспорта. — М.: Креатив. экономика, 2008. — 423 с.

Дигковская А.С. Компьютерный практикум по трубопроводному транспорту нефти, нефтепродуктов и газа: Учеб. пособие. — М.: МАКС Пресс, 2008. — 158 с.

Егизаров В.А. Транспортное право: Учебник. — 6-е изд., доп. и перераб. — М.: Юстицинформ, 2008. — 591 с.

Касаткин Р.Г. Система морской транспортировки сжиженного природного газа из Арктики. — М.: URSS, 2008. — 103 с.

Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации. — 3-е изд. — М.: Ось-89, 2008. — 111 с.

Козликин В.И. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц: Учеб. пособие. — Курск: Кур. гос. тех. ун-т, 2008. — 189 с.

Козлова В.П. Снижение экономических рисков в проектах развития транспортной инфраструктуры: Монография. — М.: ГУУ, 2008. — 229 с.

Компьютерное моделирование и основы дизайна на транспорте: учеб. пособие / Н.А.Елисеев и др. — СПб.: ПГУПС, 2008. — 151 с.

Лаврентьев А.В. Автомобильный транспорт российского Дальнего Востока (20 — 90-е гг. XX века). Исторический опыт. — Владивосток: ВГУЭС, 2008. — 194 с.

Манько О.Б. Железнодорожные перевозки. Правовые аспекты: Учеб.-практ. пособие. — М.: Юрист, 2008. — 286 с.

Махитько В.П. Интегрированная информационно-коммуникационная система

логистической поддержки технической эксплуатации воздушных судов. — Ульяновск: УВАУ ГА, 2008. — 292 с.

Николайчук В.Е. Транспортно-складская логистика: Учеб. пособие. — 3-е изд. — М.: Дашков и Ко, 2008. — 451 с.

Основы технологии изготовления деталей транспортных и технологических машин: Учеб. пособие / А.П.Шнырев и др. — М.: МГУП, 2008. — 240 с.

Паршина Р.Н. Логистика транссибирских контейнерных перевозок. — М.: ВИНТИ РАН, 2008. — 419 с.

Полосин М.Д. Устройство и эксплуатация подъемно-транспортных и строительных машин: Учебник. — 3-е изд., стер. — М.: Академия, 2008. — 421 с.

Проблемы функционирования и развития транспортного комплекса Сибири: Сб. науч. тр. / Новосибирск. гос. акад. водн. тр-та — Новосибирск, 2008. — 119 с.

Рыбников А.М. Сооружения портов и транспортных терминалов и их техническая эксплуатация: Учеб. пособие. — Новороссийск: МГА им. Ф.Ф.Ушакова, 2008. — 223 с.

Санников В.А. Технология управления воздушным движением в особых случаях и особых условиях в полете: Учеб. пособие. — СПб.: Ун-т ГА, 2008. — 164 с.

Спирин И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: Учебник. — 4-е изд., стер. — М.: Академия, 2008. — 397 с.

Суховая О.Н. Экономика путевого хозяйства: Учебник. — М.: Учеб.-метод. центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2008. — 276 с.

Туревский И.С. Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта. Введение в специальность: Учеб. пособие. — М.: Форум, ИНФРА-М, 2009. — 191 с.

Турищев Ю.В. Техничко-экономическое обоснование схем механизации и технологии перегрузки грузов: Учебно-метод. пособие. — Новосибирск: НГАВТ, 2008. — 141 с.

Устройство и ремонт тепловозов: Учебник / Л.А.Собенин и др. — 3-е изд., испр. — М.: Академия, 2008. — 416 с.

Эльдарханов Х.Ю. Логистика: управление городским грузодвижением. — Тамбов: Грамота, 2008. — 143 с.

Эльдарханов Х.Ю. Транспорт и логистика. — Тамбов: Грамота, 2008. — 196 с.

Подготовила В.МЕШКОВА

УСЛОВИЯ ПУБЛИКАЦИИ АВТОРСКИХ СТАТЕЙ

(Базовая и оперативная информация на эту тему
размещается на сайте учредителя – www.miit.ru
на странице журнала «Мир транспорта»)

Любые научные статьи в журнале «Мир транспорта» **бесплатны** для всех категорий авторов, включая аспирантов и соискателей ученых степеней.

Желающие опубликовать свои работы должны представить в редакцию:

- подписанный автором (соавторами) распечатанный текст статьи с номерами страниц, а также полностью идентичный ему вариант на электронном носителе в формате не ниже MS Word 6,0 (желательно на CD- или DVD-диске, возможна передача по электронной почте);

- данные об авторе (-ах): фамилия, имя, отчество полностью, ученая степень, звание, полное наименование должности и места работы. Если автор хочет, он может указать желательный для него перевод этих данных на английский язык, однако редакция оставляет за собой право на самостоятельный перевод в целях единообразного оформления журнала;

- фото автора (-ов) (цветная или черно-белая, любого формата, но резкая и четкая на контрастном фоне; в электронном или бумажном виде);

- номер УДК;

- ключевые слова (не более 4-5 слов или коротких словосочетаний, отражающих основное содержание статьи, ее методологию);

- аннотацию (3-4 предложения, по желанию автора может быть предложен и ее вариант на английском языке; редакция оставляет за собой право изменять текст аннотации и осуществлять собственный перевод);

- контактные координаты автора для указания в статье (адрес, номера

стационарных и мобильных телефонов, электронной почты);

- контактные координаты автора для переписки с редакцией (мобильный телефон, электронная почта; публиковаться не будут);

- адрес с почтовым индексом для высылки авторских экземпляров журнала;

- подписанные и заверенные печатью учреждения отзывы-рекомендации, рецензии (для аспиранта, преподавателя, ученого — от кафедры, ученого совета, научного, экспертного совета; для практических работников — от указанных выше структур или от имеющего ученую степень и работающего в близкой к тематике статьи сфере эксперта, преподавателя) об актуальности темы, выявленных достоинствах и недостатках работы, ее соответствии требованиям, предъявляемым к научным публикациям, общий вывод о возможности и целесообразности публикации в научных изданиях (журнале «Мир транспорта»), любые иные соображения и выводы;

- иные рецензии по желанию автора;

- заключение (акт экспертизы) о возможности публикации в открытой печати (в случае, если в статье затрагиваются вопросы, материалы или исследования, сведения закрытого характера как в отношении государственной, так и корпоративной деятельности; подобное заключение автор должен представить самостоятельно или по просьбе редакции, если она сочтет это нужным);

- правильно заполненные и подписанные автором (или каждым со-



автором в отдельности) с заверением подписи (-ей) два экземпляра соглашения о передаче прав на публикацию материалов (бланки направляются по почте или на электронный адрес). (В случае, если автор будет против какого-либо из пунктов данного типового соглашения, касающегося размещения полнотекстовой версии в электронных базах цитирования, редакция оставляет за собой право после консультаций с ним и отсутствия взаимоприемлемого решения отклонить рукопись, так как данные условия продиктованы требованиями ВАК к порядку публикаций научных статей).

Указанный комплект документов представляется в редакцию лично, посредством передачи через третье лицо или по почте (высылается по адресу: 127994, г. Москва, ул. Образцова, д.15., Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), редакция журнала «Мир транспорта»). В последнем случае рекомендуется в разумные сроки обратиться за подтверждением о получении редакцией пакета по электронной почте или по телефону 495 – 6842877.

Вместе с тем для сугубо предварительной оценки статьи на предмет соответствия профилю издания, качества и актуальности раскрытия темы, заключения о принципиальной возможности публикации допускается направление и заявочного электронного варианта без полного набора требуемых документов.

Если для автора важно обоснование научного приоритета в целях защиты авторских прав, патентования, то он должен особо оговорить этот вопрос в сопроводительном письме с просьбой указать в публикации дату первоначального поступления рукописи в редакцию.

Редакция обращает внимание авторов на обязательность соблюдения требования о том, что представляемые материалы должны носить оригинальный характер, рукописи идентичного содержания, с тем же названием, теми же текстовыми фрагментами не могут быть опубликованы или предложены

для публикации в иные издания. В случае выявления подобных фактов статьи будут отклонены. Автор со своей стороны, по тем или иным основаниям может сообщить об отзыве рукописи и отказе от публикации.

По целому ряду причин максимальное число соавторов – три. (При необходимости упоминания вклада в подготовку статьи большего числа исследователей просьба особо оговаривать этот момент в сопроводительном письме в редакцию).

Название статьи должно быть лаконично, отражать основное содержание темы, новизну авторского подхода, и иметь при этом не более 5-6 слов (редакция оставляет за собой право редактировать и изменять название статьи, согласуя при необходимости свои действия с авторами).

Статьи должны быть ориентированы на раскрытие результатов оригинальных, самостоятельных исследований, содержать новые теоретические положения или новые решения научных и практических проблем, а не ограничиваться обзором существующей литературы, ранее известных исследований и подходов. Новизна проблемы или ее постановки, выводы и предложения, направленность полученных результатов должны быть достаточно аргументированы, обоснованы потребностями практики. Обязательны ссылки на авторов использованных при написании статьи работ или исследований, следует привести соответствующие печатные источники. Если какие-либо идеи или разработки были получены в составе коллектива или в соавторстве, это должно быть отдельно оговорено.

Оформление библиографических данных отныне производится по государственным стандартам (ГОСТ Р 7.0.5 – 2008, вводимый в действие с 1.01.2009 г.). Авторы должны четко сверять свои библиографические сноски с первоисточниками, не допускать разночтений или указания неполных сведений. Упоминание источников в тексте должно обязательно сопровождаться взятым в квадратные

скобки номером работы, соответствующим нумерации библиографического списка в конце статьи; после номера, если это необходимо, через запятую указывается номер страницы. Авторы могут предоставлять перевод библиографии на английский язык или редакция осуществит перевод самостоятельно.

Ссылки (сноски) небиблиографического характера размещаются на каждой странице, а не в конце текста, и имеют сплошную нумерацию для всей статьи.

Научная статья даже при описании новых технологий не должна носить рекламного характера, содержать коммерческие предложения. Редакция оставляет за собой право изымать подобные фрагменты из текста.

Редакция просит авторов давать четкие данные для публикации в случае, если описываемые в статье исследования или часть из них выполнялись в рамках предоставленных авторам грантов или в рамках конкурсного финансирования.

Объем переданной на рассмотрение рукописи должен быть не менее 6 и не более 24 распечатанных на черно-белом принтере вертикально ориентированных страниц формата А4 (шрифт Times New Roman, 14 кегль, полуторный межстрочный интервал, размер полей со всех сторон листа — 2 см, без автоматического переноса строки).

Для масштабных иллюстраций, таблиц допускается создание отдельного горизонтально ориентированного раздела (страницы в тексте). Иллюстрации, схемы, диаграммы должны быть выполнены с использованием компьютерной графики, не допускаются (кроме уникальных рисунков, схем, проектов перспективных разработок) выполненные ручным способом и сканированные иллюстрации. Объем всего сопутствующего материала учитывается в общем объеме статьи. Сложные графики и рисунки, схемы, фотографии, кроме основного текста, дублируются также в виде отдельных файлов, где они должны быть пред-

ставлены в оригинальном формате (например, диаграммы Майкрософт в формате Visio, а не в виде изображения или картинки; все таблицы должны быть выполнены в формате Эксель и могут не дублироваться в отдельном файле). Каждая иллюстрация, схема, рисунок должны быть пронумерованы с использованием сквозной нумерации от начала статьи и обязательно иметь подрисовочную подпись или наименование таблицы.

Все сложные формулы в статье набираются с использованием стандартных редакторов формул и в едином формате, не превышающем размер кегля основного текста (14 pt), размещаются по центру листа и имеют сквозную нумерацию в скобках после каждой формулы (простые формулы могут быть набраны обычным латинским шрифтом непосредственно в строке без нумерации).

Авторы должны соблюдать должные пропорции текста, иллюстраций, математического аппарата, диктуемые темой и целью статьи, ее содержанием.

Применяется стандартизированная в данной научной отрасли терминология. Иностранные термины (а также географические названия) приводятся в принятой в русском языке транскрипции. Если устоявшегося перевода нет или если автор считает это нужным (например, для названий научных учреждений, программ, ведомств, компаний), кроме русского перевода он может в скобках привести оригинальный термин на иностранном языке.

Редакция оставляет за собой право редактировать текст, вносить в него изменения и сокращения, обращаться к авторам при работе над текстом за необходимыми уточнениями, сопровождать текст редакционными комментариями, определять тематические разделы, в которых публикуется статья.

При первом использовании в тексте сокращений, аббревиатур требуется предварять их полной расшифровкой. Не допускаются сокращения типа «т.е.», «т.к.» и им подобные.





Статьи подлежат обязательному рецензированию редакцией, в том числе с привлечением внешних рецензентов. Основное содержание рецензии сообщается автору (в том числе по электронной почте, по его просьбе рецензия может быть выслана также почтой). В случае отказа в публикации автору направляется мотивированное заключение.

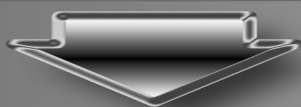
После выхода печатного варианта журнала полнотекстовая версия статьи размещается на веб-сайте, а полнотекстовая версия журнала передается для размещения в российскую систему индекса научного цитирования.

Направление статьи в адрес редакции означает согласие автора с изложенными условиями публикации.

Уважаемые авторы!

Особо обращаем внимание тех из вас, кому важны сроки публикации, на необходимость направлять статьи в журнал заблаговременно. Редакция делает все от нее зависящее для оперативного опубликования ваших работ, однако ввиду большого числа поступающих на рассмотрение материалов время ожидания в отдельных случаях может составлять при ежеквартальном выходе номеров от полугода до года.

Просим учитывать это и максимально полно помогать экономить на сроках подготовки рукописей в печать за счет своевременного выполнения всех оговоренных нами условий.



МИИТ: ВЕХИ ЛЕТОПИСИ

ПРИКАЗ ПО МИНИСТЕРСТВУ П.С. 26 ЯНВАРЯ 1899 Г. № 9.

«Государь Император, в 24-й день сего января, на всеподданнейшей телеграмме Министра Путей Сообщения об освящении собственных зданий Императорского Московского Инженерного училища, ведомства путей сообщения, и о выражении от имени присутствовавших на сем торжестве лиц верноподданических чувств беспредельной любви и благодарности за окончательное устройство Императорского Московского Инженерного училища, Всемилостивейше соизволил Собственноручно начертать:

«Прошу передать Мою благодарность и искреннее пожелание успеха новому училищу».

Всеподданнейшая телеграмма Министра Путей Сообщения была составлена в следующих выражениях: «Сегодня, 24 января, состоялось освящение сооруженного по Высочайшему Вашего Императорского Величества повелению на средства железнодорожного училищного фонда собственных зданий Императорского Московского Инженерного училища и находящейся в оном церкви Святителя «Чудотворца Николая». После торжественного богослужения с вознесением молитв о здравии и долгоденствии Вашего Императорского Величества и всего Августейшего Дома и произнесения приветственных пожеланий сему учебному заведению, по ходатайству присутствующих на торжестве представителей ведомства путей сообщения, местных властей, высших технических и других учебных заведений и населения г.Москвы, приемлю долг повергнуть к стопам вашего Императорского Величества верноподданические чувства беспредельной любви и благодарности за окончательное устройство Императорского Московского Инженерного училища.

Об изложенной Монаршей милости объявляю по ведомству путей сообщения».

Подписал: Министр Путей Сообщения, князь М. Хилков

(«Железнодорожное дело». – 1899. – № 12. – С. 123)