



ТРАНСПОРТ ШЁЛКОВОГО ПУТИ

№ 1-2 2019



г. Ташкент

EDITORIAL TEAM

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- 1. Mirakhmedov, Makhamadjan Mirakhmedovich**, DSc, Professor - Chief Editor,
Tashkent Institute of Railway Engineers (Uzbekistan).
Мирахмедов Махамаджан Мирахмедович, д.т.н., профессор - гл. редактор,
Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта (Узбекистан).
- 2. Adilkhojaev, Anvar Ishanovich**, DSc, Professor,
Vice-rector of the Tashkent Institute of Railway Engineers (Uzbekistan).
Адълходжаев Анвар Ишанович, д.т.н., профессор,
Проректор Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта (Узбекистан).
- 3. Ibragimov, Umidulla Nazrillaevich**, Ph.D., Senior Researcher,
Chairman of the NGO “Research Informatization Center” – the Founder of the Magazine,
Head of the Main Department of Logistics Development and Digitalization
of Uzbekistan Temir Yollari JSC (Uzbekistan).
Ибрагимов Умидулла Назриллаевич, к.т.н., с.н.с.,
Директор ННО «Научно-исследовательский информатизационный центр»
Начальник Главного управления развития логистики и цифровизации
АО «Узбекистон темир йуллари» (Узбекистан).
- 4. Sladkovsky, Alexander Valentinovich**, DSc, Professor,
Head of the Department of Logistics and Transport Technologies,
Deputy Dean for Research, Transport Department,
Silesian University of Technology (Poland).
Сладковский Александр Валентинович, д.т.н., профессор,
Зам. декана по научной работе транспортного департамента,
Зав. кафедрой логистики и транспортных технологий,
Силезский технологический университет (Польша)
- 5. Blazhko, Lyudmila Sergeevna**, DSc, Professor, Head of the Department – Railway Track,
The First Vice-Rector of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (Russia).
Блажко Людмила Сергеевна, д.т.н., профессор, зав. каф. «Железнодорожный путь»,
Первый проректор Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I (ПГУПС) (Россия).
- 6. Pshinko, Alexander Nikolaevich**, DSc, Professor, Rector,
Academician V. Lazaryan Dnipro National University of Railway Transport (Ukraine).
Пшинько Александр Николаевич, д.т.н., проф., ректор,
Днепровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна (Украина).
- 7. Boronenko, Yuri Pavlovich**, DSc, Professor, Head of the Department of Wagons and Wagon Economy,
St. Petersburg State University of Railway Engineering (Russia).
Бороненко Юрий Павлович, д.т.н., профессор, зав. каф. «Вагоны и вагонное хозяйство»,
Санкт Петербургский государственный университет путей сообщения СПбГУПС (Россия)
- 8. Uljabaev, Kamal Uljabaevich**, DSc., Professor,
Academician of the International Academy of Transport,
CEO of a private enterprise «TRANS ЕКО» (Uzbekistan).
Ульджабаев Камал Ульджабаевич, д.э.н., профессор,
академик Международной академии транспорта,
ген. директор ЧП «TRANS ЕКО».
- 9. Gelashvili, Otar**, DSc, Professor, Dean,
Georgian Technical University (Georgia).
Гелашвили Отар, д.т.н., профессор,
Декан Грузинского технического университета (Грузия).

10. **Mukhitdinov, Akmal Anvarovich**, DSc, Professor,
Head of the Department Operation of Road Transport,
Tashkent Institute of Design, Construction and Operation of Roads (Uzbekistan).
Мухитдинов Акмал Анварович, д.т.н., профессор,
Зав. каф. «Эксплуатация автомобильного транспорта»,
Ташкентский институт по проектированию, строительству и
эксплуатации автомобильных дорог (Узбекистан).
11. **Pencheva, Velizara**, Ph.D, Prof.,
University of Ruse named after A. Kanchev (Bulgaria).
Пенчева Велизара, Ph.D., профессор,
Русский университет им. А.Канчева (Болгария).
12. **Kerimov, Kamil Fikratovich**, Ph.D., Head of the "System and Applied Programming" Department,
Tashkent University of Information Technology named after Muhammad Al-Khorazmi (Uzbekistan).
Керимов Комил Фикратович, к.т.н., зав. каф. "Системное и прикладное программирование",
Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада Ал-Хоразми (Узбекистан).
13. **Mocan, Marian**, Prof.Dr.Eng., Dean of the Faculty of Management in Production and Transportation,
Politehnica University Timisoara (Romania).
Мокан Мариан, профессор, декан фак. Управление производством и транспорт,
Тимисоарский политехнический университет (Румыния).



**Приветственное слово Министерства транспорта Республики Узбекистан в
пилотном номере научно-практического журнала
«Транспорт шелкового пути»**

Дорогие читатели,

Разрешите, воспользовавшись предоставленным случаем, поприветствовать вас на страницах первого номера научно-практического журнала «Транспорт шелкового пути», который выходит в преддверии 25-летия со дня образования АО «Узбекистон темир йуллари». Данный журнал стал «первым локомотивом», издаваемым в сети Интернет в Узбекистане и посвященный транспортной тематике.

Особенности современного экономического потенциала Узбекистана обусловили важнейшую роль транспортно-дорожной деятельности на пути ее социально-экономического развития.

Транспорт и транспортная инфраструктура определены государством как важнейшая часть дальнейшего развития страны.

Результаты деятельности в области транспорта не только определяют усиление экономики республики в целом, но и являются важнейшей составляющей итогов внешнеэкономической и социальной политики государства.

С каждым годом в сферу транспорта вовлекается все большее число людей, и все больше людей получает выгоду от результатов его работы.

Новый журнал задумывался, как инструмент достижения и реализации планов дальнейшего развития транспортного и транзитного потенциала Республики Узбекистан.

Ясно осознавая объективность и неизбежность самой тесной интеграции транспортной системы Узбекистана с такими же системами стран-соседей и всего Евразийского континента в целом, редакция журнала постаралась создать условия для привлечения к участию в его работе зарубежных специалистов и ученых в области транспорта.

Создание новой системы транспортных связей, ориентированной на взаимовыгодное сотрудничество на Евразийском континенте, – важнейшая задача на сегодня и на перспективу.

Формируя национальную транспортную политику, мы исходим из того, что географическое положение Узбекистана и его транспортный потенциал позволяют внести значительный вклад в решение этой задачи.

Стратегическими приоритетами в этой сфере мы видим опережающее развитие транспортной инфраструктуры, формирование международных транспортных коридоров, создание транспортно-логистических центров.

Каждый из видов транспорта в отдельности не может обеспечить всеобъемлющее решение задач, связанных с движением материальных потоков. Необходим инструмент, который обеспечит поиск рациональных путей своевременной доставки грузов в любую точку земного шара с наименьшими затратами. А это уже задача транспортной логистики.

Неслучайно акцент в работе журнала сделан в сторону инновационного развития транспортной отрасли страны, повышения ее конкурентоспособности на мировом рынке.

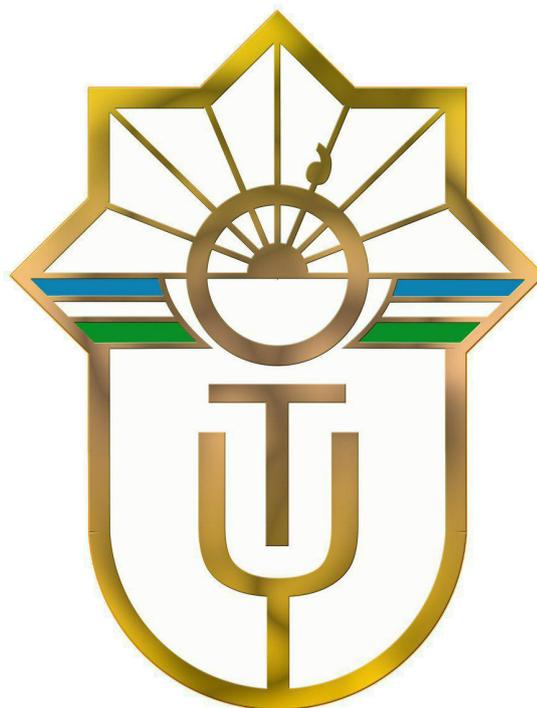
В свете поставленных перед транспортной отраслью страны задачами и приоритетами видятся следующие направления, к работе над которыми мы призываем научное сообщество:

- возрождение транзитного потенциала всего региона в традициях Великого Шелкового Пути;
- организация высокоскоростного и скоростного движения поездов;
- решение логистических проблем и вопросов, включая развитие мультимодальных перевозок;
- современное состояние и тенденции развития транспорта и транспортной науки;
- вопросы разработки и внедрения новых технических средств и технологических процессов на всех видах транспорта;
- внедрение инноваций на транспорте, повышению уровня развития и управления транспортной отрасли;
- развитие транспортного машиностроения;

- применение математических методов для оптимизации транспортных систем;
- совершенствование систем автоматизации сложных технических устройств, методы и средства передачи и обработки информации;
- внедрение навигации с использованием космической техники и технологий;
- развитие единой транспортной системы страны;
- организация взаимодействия разных видов транспорта в области пассажирских и грузовых перевозок;
- вопросы экономики транспорта, финансово-кредитного обеспечения предприятий;
- вопросы правового регулирования транспорта;
- вопросы экологии и охраны окружающей среды, а также другие актуальные проблемы.

С наилучшими пожеланиями читателям журнала и творческих успехов его коллективу,

**Министерство транспорта
Республики Узбекистан**



ПОСЛАНИЕ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ ПРАВЛЕНИЯ АО «УЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙУЛЛАРИ»

7 ноября исполняется 25 лет железным дорогам Узбекистана. Ровно четверть века назад подписан очень важный исторический документ в жизни железнодорожников страны – Указ Президента Республики Узбекистан «О создании государственной акционерной железнодорожной компании «Узбекистон темир йуллари».

Сегодня можно с уверенностью сказать, что за прошедшие четверть века система оправдала оказанное государством доверие. Пройденный период насыщен реформами в железнодорожной отрасли. За этот отрезок времени в эксплуатацию сданы новые железнодорожные линии, соединившие разные точки на географической карте не только нашей республики, но и другими странами мира, построены величественные сооружения, современные станции и вокзалы, соответствующие требованиям сегодняшнего дня.

В железнодорожной отрасли страны достигнуты большие успехи в плане налаживания непосредственного сотрудничества с железнодорожными системами мира, модернизации материально-технической базы, эффективного использования внутренних возможностей, привлечения в сферу иностранных инвестиций и обновления действующего состава. А, самое главное, возросло доверие народа к железнодорожному виду транспорта, полностью изменилось отношение работников сферы к своему делу.

Отрадно, что сегодня растет интерес к профессии железнодорожника. Тысячи юношей и девушек с мечтой работать в этой сфере получают образование в учебных заведениях, готовящих специалистов железнодорожной отрасли.

За минувший период сформировался многонациональный коллектив железнодорожников Узбекистана. Самоотверженный труд, знания и опыт работы слаженной команды получают все более справедливо заслуженную оценку.

С апреля 2015 года распоряжением Президента Республики Узбекистан Государственная акционерная железнодорожная компания «Узбекистон темир йуллари» продолжает свою деятельность в качестве акционерного общества «Узбекистон темир йуллари».

Благодаря огромному вниманию, уделяемому руководством страны развитию сферы железнодорожного транспорта, в этой базовой отрасли экономики достигнуты высокие и значимые результаты. Коренное реформирование железнодорожной отрасли и последовательная реализация масштабных инвестиционных проектов по строительству новых железных дорог, организации высокоскоростного движения пассажирских поездов, электрификации железных дорог, строительству новых грузовых и пассажирских вагонов способствовали развитию не только транспортной инфраструктуры, но и всей республики в целом.

Сегодня в Узбекистане выстроена и слаженно функционирует единая система железнодорожных транспортных коммуникаций, позволяющая надежно и эффективно связать комфортным железнодорожным, в том числе, высокоскоростным сообщением все регионы нашей страны, обеспечивающая выход к международным транспортным коридорам.

Немаловажно и то, что АО «Узбекистон темир йуллари» сотрудничает с международными вузами, научно-исследовательскими институтами по повышению квалификации своих работников и обмену опытом. В

частности, налажены связи с ведущими профильными ВУЗами Российской Федерации, Южной Кореи, Беларуси, Казахстана, Польши, Германии, Китая и др.

В целях привлечения совершенствования кадрового потенциала, обеспечения прямого участия инженерно-технических работников в процессе дальнейшего развития и внедрения современных информационно-коммуникационных технологий в АО «Узбекистон темир йуллари», в феврале 2016 года начала свою деятельность Негосударственная некоммерческая организация «Научно-исследовательский информатизационный центр» (ННО «НИИЦ»). Коллектив объединил в себе состав из научных, инженерно-технических работников и новаторов производства, а также профессорско-преподавательский состав профильных образовательных учреждений, студентов высших учебных заведений, сотрудников научных организаций, отдельных ученых и специалистов, занимающихся проблемами транспорта, проблемами информационно-коммуникационных технологий и цифровизации в сфере транспорта.

Примечательно, что с нынешним юбилеем совпал и выход в свет электронного международного научного журнала «Транспорт Шёлкового пути», результат слаженной работы коллектива ННО «НИИЦ». Теперь у нас имеется своё собственное научно-техническое издание на любимую тематику.

Мы с большой радостью представляем нашей аудитории новый номер журнала. Надеемся, что он станет востребованным в регионе серьезным периодическим изданием, которое будет публиковать на своих страницах актуальные темы, затрагивающие не только железнодорожную сферу, но и проблемы ИКТ. На журнал возложена непростая миссия – донести до читателя информацию о предстоящих событиях, новых технологиях, планах и перспективах развития благодатной нашей страны и, конечно же, результаты научных исследований. Уверен, что с этой задачей редакция научного издания справится успешно.

Пусть этот 25-летний юбилей станет отчетом новой страницы в истории научного журнала, наполненной научными работами и нестандартными решениями!

Искренне желаю коллективу творческого успеха, неустанного поиска, креативного мышления, реализации новых планов и благополучия, а также поздравляю всех сотрудников компании с 25-летием АО «Узбекистон темир йуллари»!

Хасилов Хуснутдин Нуриддинович

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

Ежеквартальный электронный научно-технический журнал «Транспорт шелкового пути» ННО «Центр» — уникальное в Узбекистане и мировой практике издание. С 2019 года журнал начинает знакомить русскоговорящих читателей с отечественными и зарубежными научными работами, а также опытом инновационной деятельности по всем видам транспорта, касающиеся вопросов исследования, проектирования, строительства, текущего содержания и ремонта инфраструктуры, прежде всего, пути, дорог, трубопроводов, наземного подвижного состава, водного и воздушного средств доставки, внедрения информационных технологий, устройств СЦБ и связи, перспектив развития сети и транспортных коридоров в историческом, научно-техническом, перспектив развития, экономики и других аспектов транспорта.

«Транспорт шелкового пути» — единственное периодическое издание на территории стран СНГ, которое планирует публикует статьи авторитетных специалистов-практиков по видам транспорта.

Важной задачей журнала является информирование читателей о ключевых событиях и внедрении инновационных технологий.

Периодичность издания: 4 раза в год. Все выпуски журнала выставляются в интернет пространство в открытом доступе.

Свидетельство о регистрации СМИ №1321 от 23.10.2019.

Главный редактор: профессор Мирахмедов Махамад Мирахмедович.

В журнале публикуются только оригинальные статьи, имеющие международное значение. Статьи публикуются на русском языке. Статьи для журнала рецензируются анонимно сторонними рецензентами, которые отбираются из числа специалистов по тематике рецензируемых материалов.

Подача статей в журнал осуществляется в электронном виде через личный кабинет в ЭЛЕКТРОННОЙ РЕДАКЦИИ журнала.

Контактная информация

На сайте редакции aitm.uz в открытом доступе размещены на английском, узбекском и русском языках название статьи, ее аннотация, ключевые слова, информация об авторах. Полные тексты статей в обязательном порядке выкладываются на интернет-ресурсе.

В журнале под соответствующими рубриками публикуются научные статьи проблемного и научно-практического характера, отражающие достижения современной научной мысли в области техники, технологии и их истории, экономики, управления, финансов, строительства и права.

Идет прием статей в журнал №3-4, 2019 г.

Контакты: Ташкент, 100060, Проспект Амира Тимура, 4.

Тел.: (+998 71) 236-48-82. E-mail: info@journal.uz, nno.niits@inbox.ru.

Транспорт Шёлкового Пути

Выпуск 1-2

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1. Ж. Раматов, Б. Юлдашев: Железные дороги Узбекистана: история, сегодня, перспективы	10
2. К. Ульджабаев, В. Ярашова: Приоритеты и направления стратегического развития транспорта Узбекистана на долгосрочную перспективу	15
3. А. Халиков, О. Ибрагимова: Анализ способов обеззараживания воды импульсным электромагнитным полем	26
4. С. Джаббаров, М. Мирахмедов: Организация скоростного движения пассажирских поездов на эксплуатируемых железных дорогах	35
5. С. Худайбергенов, Ш. Каюмов: Анализ пропускной способности существующих участков АО «Узбекистон темир йуллари»	46
6. Х. Туранов, Я. Рузметов: Основные недостатки методики расчета крепления грузов на вагоне по ТУ	51
7. Я. Рузметов: О новой методике расчёта крепления груза на вагоне	56
8. Ш. Файзибаев, А. Самборский, Н. Самборская: Кадастр – важный инструмент информационной поддержки принятия управленческих решений в железнодорожной отрасли	59
9. Д. Баратов, Н. Арипов: Структурная схема формальной модели электронного документооборота технической документации	63
10. Г. Хромова, Д. Раджибаев, С. Хромов, Б. Сафаров: Разработка модернизированной конструкции моторвагонной тележки вагона метро с обоснованием динамических и прочностных параметров	74
11. А. Гуламов: Модель оценки эффективности воспроизводства основных фондов в железнодорожном транспорте	82
12. З. Маликов, М. Хаджимухамедова: Определение инжекционного потока при создании циркуляции воздуха внутри контейнеров	92

RAILWAYS OF UZBEKISTAN: HISTORY, TODAY, PROSPECTS

Ramatov Jumaniyoz Sultonovich – DSc, professor

Yuldoshev Baxtiyor Ergashevich – Candidate of Historical Sciences, dosent

Tashkent Railway Engineers Institute

1, Adilkhojaev Str., Tashkent, Uzbekistan, 700167,

Tel. +998998484595

E-mail: jumaniyoz@gmail.com

Abstract. Based on archival documents and current materials, this article analyzes the history of the development of railways in Uzbekistan, his current condition, as well as future prospects

Keywords: Central Asian railways, politics, economics, military strategy, problems in the railway system, Uzbekistan railways, perspective.

ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ: ТАРИХИ, БУГУНИ, ИСТИҚБОЛИ.

Раматов Жуманиёз Султонович – ф.ф.д., профессор

Юлдашев Бахтиёр Эргашевич – т.ф.н., доцент

Тошкент темир йўл мухандислари институти

700167, Ўзбекистон, Тошкент, Одилхўжаев кўч., 1

Тел.+998998484595

E-mail: jumaniyoz@gmail.com

Аннотация: Ушбу мақолада архив ҳужжатлари ҳамда амалдаги манбалар асосида Ўзбекистон темир йўл йўлларининг тарихи бугуни ва истиқболи таҳлил қилинган.

Калит сўзлар: Ўрта Осий темир йўли, сиёсат, иқтисодиёт, ҳарбий-стратегия, темир йўл тизимидаги муаммолар, Ўзбекистон темир йўллари, истиқбол.

ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ УЗБЕКИСТАНА: ИСТОРИЯ, СЕГОДНЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Раматов Жуманиёз Султонович – д.ф.н., профессор

Юлдашев Бахтиёр Эргашевич – к.и.н., доцент

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

700167, Узбекистан, Ташкент, ул. Адылхаджаева, 1

Аннотация: В данной статье на основе архивных документов и текущих материалов анализируется история развития железных дорог Узбекистана, его состояние в настоящее время, а также перспективы в будущем.

Ключевые слова: железные дороги Средней Азии, политика, экономика, военная стратегия, проблемы в системе железнодорожного транспорта, железные дороги Узбекистана, перспектива.

На протяжении веков земля Узбекистана, расположенная на перекрестке пути международной торговли и связи, имеет удобный транспортно-коммуникационный и транзитный потенциал с точки зрения налаживания международных связей. Как признает международное сообщество, Великий Шелковый Путь, который связывает Восток и Запад проходит именно через территорию нашей страны, это дает возможность для регулярного осуществления межкультурных отношений и партнёрских связей различных цивилизаций в регионах.

На сегодняшний день железнодорожный транспорт занимает особое место в транспортно-коммуникационной системе. Данная отрасль является самой крупной естественной монополией в нашей стране, ее эффективная деятельность оказывает значительное влияние на все экономические реформы, осуществляемые в нашем государстве. “В настоящее время, - отмечает Президент Республики Узбекистан Шавкат Мирзиёев, - тот факт, что на сегодняшний день в стране железнодорожным транспортом перевозится свыше 60 процентов грузов и более 75 процентов пассажиров, свидетельствует о том, какую важную роль играет данная сфера в развитии экономики” [1]. Построение независимой и целостной системы железнодорожных транспортных коммуникаций в прошедший период, который надежно и эффективно связывает все регионы страны, обеспечивает доступ к международным транспортным сетям, без сомнения, это было нашим величайшим историческим достижением. Это не произошло само по себе. Чтобы почувствовать, ощутить это глубже, при объективной оценке значения и роли железнодорожного транспорта и делая соответствующие выводы, важное значение имеет изучение истории его строительства и места в экономически-социальной жизни общества.

История прокладывания железных дорог в Узбекистане начинается со второй половины XIX века. После захвата царской Россией узбекских ханств и создания Туркестанской генерал-губернии (1867 г.) начался процесс адаптации богатств страны к интересам России. Но отсутствие удобной и недорогой (доступной) транспортной связи, соединяющей Туркестанский край с центральными регионами России, препятствовало

реализации предполагаемой политики. Поэтому Россия, чувствуя потребность в торгово-промышленной области, т.е. в новых торговых рынках и источниках сырья, особенно в хлопке, начала широкую пропагандистскую работу по развитию транспортной связи, соединяющей центральные регионы империи с Средней Азией. Вопрос соединения Туркестанского края с центральными регионами России посредством железной дороги обсуждался более 25 лет и в период с 1854 по 1880 год Российскому правительству было представлено более 40 проектов [2]. По решению Российского правительства в целях выбора более оптимального проекта, предложенных в 1877-1878 годы и их изучения несколько раз были организованы научные экспедиции. Научная экспедиция пришла к выводу, что направление Оренбург-Ташкент "... по сравнению с другими направлениями удобна во всех отношениях, имеет множество преимуществ, с точки зрения важности имеет существенное значение" и целесообразно будет строить железную дорогу именно в этом направлении [3]. Однако Российское правительство с учетом политической ситуации на российско-афганской границе* приняла решение "...немедленно приступить к строительству военной базы, для этого организовать перевоз верблюдов, лошадей и других необходимых резервов с помощью дековилькой колеи железной дороги" в Михайловском заливе Каспийского моря. И таким образом было принято решение о строительстве Закаспийской военной железной дороги [4].

В 1881-1888 годы Закаспийская военная железная дорога, соединяющая Россию с Туркестаном, была построена и запущена. К 1898 году общая протяженность Закаспийской железной дороги достигла 1579 верст. Данная линия 1 января 1899 года была объединена с направлениями Самарканд-Андижан (с Ташкентской веткой) и Марв-Кушка, и получила название Среднеазиатская железная дорога [5]. Но, отсутствие прямой (непосредственной) железнодорожной связи между Средней Азией и Россией, в определенной степени препятствовало развитию взаимных торговых отношений между Туркестанским краем и Россией. Именно поэтому накануне завершения строительства Закаспийской железной дороги обсуждается вопрос соединения Туркестан с центральными регионами России с самым коротким непрерывным железнодорожным путем Оренбург-Ташкент. После утверждения строительства железной дороги 4 апреля 1890 года со стороны императора России, на ветке Оренбург-Ташкент весной 1901 года приступили к строительству железной дороги Оренбург-Казалинск, и 9 октября 1901 года железной дороги Ташкент-Казалинск. 1 января 1906 года Оренбург-Ташкентская магистраль длиной 1736 верст (1 верста – равна 1,0668 км.) была полностью завершена и введена в эксплуатацию [6].

Подъем российской промышленности, особенно растущий спрос на хлопковую промышленность в текстильной промышленности России в 1909-1914 годах дало толчок к практической реализации проекта Ферганской железной дороги.

14 июля 1908 года со стороны второго департамента Российского Государственного Совета был утвержден устав железнодорожного акционерного общества Каканд-Наманган. После оплаты требуемого залога со стороны акционерного общества в государственный банк 9 мая 1911 года начались работы по прокладыванию железной дороги по направлению Коканд-Наманган и за год до намеченного срока, то есть 7 июля 1912 года данная ветвь была сдана в эксплуатацию. В 1912-1916 годы также было завершено строительство железных путей по направлениям Учкурган-Хаккулабад протяженностью 60 миль (1 миля равна 0,9 км) и Наманган-Джалалабад протяженностью 99 миль [7].

В начале XX века экономическая, политическая, и особенно военно-стратегическая ситуация требует строительство железной дороги на юге и юго-восточной части Бухарского эмирата, а также объединения Среднеазиатской железной дороги с Термезом, который расположен на самой восточной части, на пограничном регионе эмирата. 13 июля 1913 года императором России был утвержден устав Бухарского железнодорожного акционерного общества, после чего в апреле 1914 года началось строительство железных дорог от Кагана до Термеза [8]. 9 февраля 1916 года закончились работы по прокладыванию железнодорожных рельсов от станции Каган до города Термез и в этот день первый военный поезд прибыл в Термез из Новой Бухары [9].

Строительство Среднеазиатской железной дороги, если с одной стороны, открыла возможность развитию промышленного и сельскохозяйственного производства, улучшению торговых отношений, привела к интенсивности внутренней и внешней торговли в Туркестанском крае, то с другой стороны, стабилизировала военно-стратегическое положение царской России в Туркестане, предоставила российским инвесторам прекрасные возможности для освоения природных ресурсов и богатств края.

В годы советского правительства открытие новых месторождений полезных ископаемых в республике, появление новых городов в этих местах, освоение заповедных и песчаных почв Мирзачульских и Каршинских степей, вызвало необходимость открытия второго «транспортного коридора» из Центральной Азии в центральные регионы России, обеспечения возможности доступа на Поволжье и Кавказские регионы, а также строительство новых железных дорог для устранения нерациональных длинных и объездных дорог. Поэтому был проложен и сдан в эксплуатацию ряд железнодорожных линий: 1947-1955 годы – линия Чоржоу-Кунград длиной 627 километров [10], 1959-1962 годы – линия Навои-Учкудук протяженностью 289,2 километров, включающая в себя такие населенные пункты, как Тинчлик, Кармана, Канимех, Каракатта, Кизил кудук и Учкудук [11], 1957 году – линия Сырдарья-Джизак длиной 110 километров [12], 1966-1970 годы – линия Самарканд-Карши длиной 154 километров [13], 1972 году – линия Конград-Бейнеу длиной 406 километров [14]. Открытие этих железнодорожных линий дала Узбекистану и другим республикам Средней Азии возможность доступа к регионам Поволжья и Кавказа, связала Каракалпакскую АССР, Хорезмскую и Ташаузкую области с административными и промышленными центрами республик Центральной Азии, оказало положительное влияние на развитие цветной металлургии в Узбекистане, сыграла важную роль в удовлетворении спроса на грузовые и пассажирские перевозки, оказало положительное влияние на освоение

земель Мирзачульских, Каршинских и Шерабадских степей, а также способствовало развитию производительных сил в этих регионах.

После обретения независимости стало очевидным, что в железнодорожной системе существует ряд проблем, ожидающих своего решения и которые могут помешать ее дальнейшему функционированию. В частности, после распада СССР, чтобы добраться до морских портов, грузы республики должны были пройти через территорию нескольких стран. «В настоящее время, – отмечает Президент Республики Узбекистан Шавкат Мирзиёев, – транспортно-транзитные расходы стран, регионов, не имеющих прямого доступа к морским портам очень высоки, они достигают 70-89% стоимости экспортируемых товаров» [15]. Эта ситуация ограничивает возможности развития экономических связей нашей страны, делает нас зависимыми от стран, по территории которых проходит наш транзитный груз; во-вторых, «в результате введения официальных таможенных и торговых барьеров между бывшими советскими республиками, перевозчики напрасно тратят до 40% времени, отведенного на доставку груза... Все это приводит к снижению конкурентоспособности транспортного сектора во всем регионе» [16]; в-третьих, в связи с отсутствием единой национальной железнодорожной системы, охватывающей регионы и территории Узбекистана железные дороги, ведущие в Ферганскую долину, Сурхандарьинскую область и в республику Каракалпакстан были вынуждены пересекать территорию соседних государств Таджикистан и Туркменистан; в-четвертых, одной из проблем является «физический износ», старение подвижного состава железной дороги (локомотивы и вагоны), отсутствие техники и технологий, дающих возможность предоставление услуг на уровне современных требований.

С первых дней независимости правительство Республики Узбекистан особенное внимание направило вопросам развития и совершенствования железнодорожной системы. В целях удовлетворения потребностей народного хозяйства и населения в грузовых и пассажирских перевозках по железной дороге, в также обеспечения стабильной и безопасной эксплуатации дороги по Указу Президента Республики Узбекистан 7 ноября 1994 года была создана Государственно-акционерная железнодорожная компания «Узбекистон темир йуллари» на базе линейных подразделений, предприятий, организаций и учреждений бывшей Среднеазиатской железной дороги. Указ Президента Республики Узбекистан «О мерах по демонополизации и акционированию железнодорожного транспорта» от 2 марта 2001 года и Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан «О дальнейшем совершенствовании организации управления государственно-акционерной железнодорожной компании "Узбекистон темир йуллари"» от 3 марта 2001 года принятые в целях развития коммуникаций железнодорожного транспорта, широкого привлечения иностранных инвестиций, повышения уровня и качества услуг железнодорожного транспорта дало толчок реформам в сфере железной дороги [17].

В годы независимости для развития коммуникаций и инфраструктуры железнодорожного транспорта было направлено более 8 миллиардов долларов капиталовложений, в том числе 2,6 миллиард долларов иностранных инвестиций [18]. На основе Указа Президента Республики Узбекистан и Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан [19] дали возможность ввода в эксплуатацию новых железных дорог: в конце 2001 года была запущена железнодорожная линия «Навои–Учкудук–Султан Увайстог–Нукус» протяженностью 633 километров, в августе 2007 года 223-километровая линия «Ташгузар–Байсун–Кумкурман», в июне 2016 года введена в эксплуатацию электрифицированная линия «Ангрен–Пап» длиной 123 километра, что способствовало дальнейшему развитию экономического потенциала северных и южных регионов страны, комплексному освоению минеральных ресурсов, нефти, газа, цветного металла, строительных материалов и другие богатые сырьем месторождения, и самое главное, дала возможность созданию новых рабочих мест и трудоустройству тысячи наших соотечественников. Эти дороги стали одним из важнейших шагов на пути к созданию единой и целостной национальной железнодорожной системы в нашей стране.

В годы независимости особое внимание уделялось электрификации железных дорог. За прошедший период были электрифицированы такие железнодорожные линии, как «Ташкент – Ходжикент», «Тукимачи–Ангрен», «Ташкент–Самарканд», «Мараканд–Карши». На стадии электрификации 325 километровый железнодорожный участок «Карши–Термез», и осуществляется второй этап строительства электрифицированной железнодорожной линии «Джизак–Янгиер», имеющий двухстороннее направление. За прошедшие годы было электрифицировано более 1800 километров железной дороги [20]. В результате движения электропоездов появилась возможность снижения затрат на поезд на 20%, повышения в 1,3 раза скорости перевозки пассажиров и груза. Если в 2011 году высокоскоростной электропоезд «Afrosiyob», приобретенный в Испанской компании «Talго» начал курсировать между городами Ташкент и Самарканд, то уже в августе 2015 года такой же скоростной поезд был запущен по маршруту Ташкент–Карши и 25 августа 2016 года по маршруту Ташкент–Бухара. Следует отметить, что такая техника новейшей модификации эксплуатируется всего в восьми странах мира. Данный поезд способен перевозить 215 пассажиров, проходит путь Ташкент–Самарканд – за 2 часа, Ташкент–Карши – за 2,5 часов и Ташкент–Бухара – за 3 часа 25 минут.

В целях повышения уровня и качества транспортных услуг акционерным обществом «Узбекистон темир йуллари» особенное внимание уделяется работам обеспечения и модернизации движущих составов высокоэффективными локомотивами и комфортабельными вагонами. За последние годы было приобретено 49 современных электровозов и 10 пассажирских тепловозов, было модернизировано 120 локомотивов, что указывает на то, что объем работ в этой области все увеличивается [21]. В настоящее время в железнодорожной области функционируют интенсивно развивающиеся, основанные на высоких технологиях такие предприятия, как Ташкентский завод по строительству и ремонту пассажирских вагонов, Литейно-механический завод, унитарное предприятие «Узтемирйулмаштаъмир», занимающиеся не только ремонтом и модернизацией локомотивов и пассажирских вагонов, которые заложили фундамент развитию вагоноремонтной промышленности страны [22].

В настоящее время перед железнодорожниками Узбекистана поставлены такие задачи, как “наряду с повышением объема перевозки пассажиров и груза, дальнейшее развитие экономического потенциала регионов, комплексное освоение минеральных ресурсов, подготовка специалистов для отраслевых предприятий, реализация инвестиционных проектов, направленных на удовлетворение постоянно растущего спроса экономических отраслей и населения на угольную продукцию” [22], “дальнейшее развитие транзитного потенциала и увеличение доли транспортного сектора в составе национальных экономик страны... привлечение современных технологий и иностранных инвестиций в транспортную инфраструктуру” [22], в рамках проекта “Восток–Запад” формирование новых транспортных коридоров, начинающихся с Китая, которые проходят через Киргизию и Узбекистан, затем через недавно построенную железнодорожную магистраль Баку–Тбилиси–Карс, выходящую на Южную и Восточную Европу, в страны Ближнего Востока и на морские порты Средиземного моря [23].

Таким образом, железные дороги Средней Азии – как передовая техника и транспортное средство послужили одним из факторов экономического развития Туркестана, все изменения, которые последовали за строительством железной дороги, были осуществлены в колониальных интересах метрополии. Развитие транспортной системы в годы независимости способствовала укреплению территориальной целостности и безопасности нашей страны, глубокое реформирование системы транспортных коммуникаций открыла возможности развития экономики республики и для освоения крупных природных богатств, реализация масштабных проектов, направленных на развитие транспортных коммуникаций в стране влияет на рост внешнеэкономических связей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг "Ўзбекистон темир йўллари" акциядорлик жамияти жамоасига табриги // "Халқ сўзи", 2018 йил, 4 август. [In Uzbek: Greetings from the President of the Republic of Uzbekistan Shavkat Mirziyoev to the team of Uzbekistan Railways].
2. Туркестанские ведомости. Туркестанская железная дорога. 1882, 9 февраль. [In Russian: Turkestan state paper. Turkestan Railway].
3. ЎЗР МДА, И-1 жамғарма, 11-рўйхат, 1308-йиғма жилд, 5-орқа варақ. О проведении железной дороги от Оренбурга до Ташкента через Чимкент и до Великой Сибирской железной дороги. [In Russian: On construction of the from Orenburg to Tashkent through Chimkent and to the Great Siberian Railway].
- * 1878-1880 йилларда иккинчи инглиз-афгон уруши давом этмоқда эди. Муаллиф изоҳи.
4. Туркестанские ведомости. Памяти Закаспийских железнодорожных батальонов. 1910, 27 июнь. [In Russian: Turkestan state paper. In memory of the Trans-Caspian railway battalions]
5. А.Тоғоева. Тошкент–Оренбург темир йўли қандай мақсадларда қурилган? "Жамият ва бошқарув", 2006, 84-бет.[In Uzbek: What is the purpose construction of Tashkent-Orenburg railway? "Жамият ва бошарув".
6. Суворов В. А. Историко-экономический очерк развития Туркестана (по материалам железнодорожного строительства в 1880-1917 гг.). Т., Госмздат УзССР, 1962, с.31. [In Russian: Historical and economic outline of the development of Turkestan (based on materials of railway construction in 1880-1917)].
7. Ахмеджанова З.К. К истории строительства желеных дорог в Средней Азии (1880-1917 гг.). Ташкент, "Наука", 1965, 49-56 -бетлар [In Russian: (1965) On the history of the construction of rail roads in Central Asia (1880-1917). Tashkent, Sceince].
8. Ковалев П.А., Рахматов М. Страницы строительства Бухарской железной дороги в 1914-1916 годах. Труды Среднеазиатского Государственного Университета им. В.И.Ленина. Материалы к вопросу прогрессивного значения присоединения Средней Азии к России. Новая серия, выпуск 142. Исторические науки, книга 30, Т., Издательство САГУ, 1958, С. 96-97. [In Russian: (1958) Work on the construction of the Bukhara railway in 1914-1916. Proceedings of the Central Asian State University. V.I. Lenin. Materials on the issue of the progressive significance of the accession of Central Asia to Russia].
9. Ахмедов Х., Туманов Г.А., Снежжа Г.Т. Формирование и развитие транспортной системы Туркменистана..Ашхабад, "Туркменистан", 1989. С.108-109. [In Russian: (1989) Formation and development of the transport system of Turkmenistan].
10. Линии Навои-Учкудук - первую категорию.// "Темирйўлчи", 2001, 12 январь. [In Russian: (2001) Navoi-Uchkuduk lines - first category].
11. Рустамов Б.,Садовников В. Стальных путей связующая нить. Т. "Мехнат", 1988, С.123. [In Russian: (1988) Steel Path Binder Thread].
12. Абдурахмонов Э.,Тўйчиев А. Жанубий сарҳадларда (Ўзбекистон жанубий вилоятлари темир йўл тарихи). Т., "Ўзбекистон", 1999, 92-94 бетлар. [In Uzbek: (1999) On the southern frontier (railroad history of the southern regions of Uzbekistan)].
13. Рустамов Б.,Садовников В.Стальных путе связующая нить. Т.,"Мехнат", 1988, С.143 [In Russian: (1988) Steel Path Binder Thread].
14. "Марказий Осиё халқаро транспорт йўлаклари тизимида: стратегик истиқболлар ва фойдаланилмаган имкониятлар" халқаро конференция иштирокчиларига. (Ўзбекистон Республикаси Президенти кутлови) // "Халқ сўзи", 2018 йил 21 сентябрь.(To the participants of the international conference "Central Asia on the international transport corridor system: strategic perspectives and untapped opportunities". [In Uzbek: (2018) Greetings from the President of the Republic of Uzbekistan].

15. "Ўзбекистон темир йўллари" Давлат-Акционерлик темир йўл компаниясини тузиш тўғрисида"ги Ўзбекистон Республикаси Президентининг 1994 йил 7 ноябрдаги фармони.//*"Темирйўлчи"*, 1994, 12 ноябрь, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2001 йил 2 мартдаги "Темир йўл транспорти монополиядан чиқариш ва акциялаштириш чора-тадбирлари тўғрисида"ги фармони, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг қарори. "Ўзбекистон темир йўллари" Давлат-Акциядорлик компаниясини бошқаришни ташкил этишни такомиллаштириш тўғрисида" // *"Темирйўлчи"*, 2001, 16 март. In Uzbek: (2001) Decree of the President of the Republic of Uzbekistan "On Establishment of the State Joint-Stock Railway Company" Uzbekiston Temir Yollari "on November 7, 1994. Resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan. About improvement of management of the state joint-stock company "Uzbekiston temir yullari".
16. Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг "Ўзбекистон темир йўллари" акциядорлик жамияти жамоасига табриги // *"Халқ сўзи"*, 2018 йил, 4 август. [In Uzbek: (2018) Greetings from the President of the Republic of Uzbekistan Shavkat Mirziyoev to the team of Uzbekistan Railways].
17. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 1993 йил 6 августдаги "Навоий-Учкудук-Султонудок-Нукус темир йўлини қайта қуриш ва унинг янги линиясини қуриш масалалари тўғрисида"ги қарори // WWW Lex. Uz. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 1995 йил 17 августдаги "Ўзгўр-Бойсун-Қумқўрғон (қизил октябрь) янги темир йўл линиясини лойиғалаштириш ва қуриш масалалари тўғрисида"ги қарори // *"Темирйўлчи"*, 1995, 26 август. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2003 йил 24 январдаги "Тошгузар-Бойсун-Қумқўрғон янги темир йўл линиясини қурилишини жадаллаштириш тўғрисида"ги қарори // *"Темирйўлчи"*, 2003 йил, 31 январь. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2004 йил 21 октябрдаги "Тошгузар-Бойсун-Қумқўрғон янги темир йўл қурилишини жадаллаштиришга доир қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида"ги қарори // *"Темирйўлчи"*, 2004 йил, 28 октябрь. (Decree of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan dated August 6, 1993 "Navoi-Uchkuduk-Sultonuzdag-Nukus Railway Rebuilding and Construction of the Owing Line" // WWW Lex. Dist. The resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan "About projecting of the railway line Guzora-Baysun-Kumkurgan (Red October) on August 17, 1995" About repair and construction of the railway line // *"Temiryulchi"*, 1995, August 26. The resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan "About modernization of the railway line Toshguzar-Baysun-Kumkurgan on January 24, 2003" / *"Temirulul"*, January 31, 2003. [In Uzbek: Decree of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan dated on 21 October 2004 "On additional measures to accelerate the construction of the Toshguzar-Baysun-Qusqurgan railroad" // *"Temiruluchi"*, October 28, 2004].
18. "Ўзбекистон темир йўллари" акциядорлик жамияти жамоасига табриги // *"Халқ сўзи"*, 2018 йил, 4 август. [In Uzbek: Congratulations to the team of Uzbekistan Railways].
19. "Ўзбекистон темир йўллари" акциядорлик жамияти жамоасига // Шавкат Мирзиёев. Халқимизнинг розилиги бизнинг фаолиятимизга берилган энг олий баҳодир. 2-жилд, Т., "Ўзбекистон", 2018, 431-бет. [In Uzbek: To the team of Uzbekiston railways// Shavkat Mirziyoev. The consent of our people is the highest value given to our work. Volume 2].
20. "Ўзбекистон темир йўллари" давлат акциядорлик жамияти жамоасига // *"Темирйўлчи"*, 2014, 13 ноябрь. [In Uzbek: To the team of Uzbekistan Railways].
21. "Ўзбекистон темир йўллари" акциядорлик жамияти жамоасига табриги // *"Халқ сўзи"*, 2018 йил, 4 август. [In Uzbek: Congratulations to the team of Uzbekistan Railways].
22. "Марказий Осиё халқаро транспорт йўлакларини тизимида: стратегик истиқболлар ва фойдаланилмаган имкониятлар" халқаро конференция иштирокчиларига. (Ўзбекистон Республикаси Президенти кутлови) // *"Халқ сўзи"*, 2018 йил 21 сентябрь. [In Uzbek: To the participants of the international conference "Central Asia on the international transport corridor system: strategic perspectives and untapped opportunities" (Greetings from the President of the Republic of Uzbekistan)].

PRIORITIES AND DIRECTIONS OF STRATEGIC DEVELOPMENT OF TRANSPORT OF UZBEKISTAN FOR A LONG-TERM PROSPECT

Uljabaev, Kamal Uljabaeovich, DSc., professor, Academician of the International Academy of Transport CEO of a private enterprise «TRANS EKO» (Uzbekistan)
2/27, Bodomzor Str., Tashkent, Uzbekistan, 100084,
Tel. 998 (71) 234 40 02, +998 (93) 547 18 01
E-mail: transeko@list.ru

Yarashova Vasila Kamalovna, Ph.D., doctoral student
Forecasting and Macroeconomic research Ministry of Economy of the Republic of Uzbekistan
2-21, Tarakkiet St., Olmazar district, Tashkent, Uzbekistan, 100069
Tel. +998 (91) 134 10 11
E-mail: v.yarashova@polito.uz

Abstract. An analysis of the current state of the transport system of Uzbekistan has revealed bottlenecks, prevailing problems and risks. Taking into account the directions of the transport policy of developed countries, conceptual approaches have been formulated for the development and implementation of the Strategy for the development of transport of Uzbekistan for the long term, in particular, the principle of separating the tasks of state regulation of the industry and the performance of economic functions by private entrepreneurs has been put forward, priority areas of antitrust, budget and financial policies, spheres have been identified State responsibility in the management of the transport system, recommended ways to increase the social and economic efficiency of transportation activities, identified the most important areas for improving transport technologies based on logistics principles and the main indicators for the implementation of the Transport System Development Strategy for the future.

Key words: transport system, development strategy; regulation of the transport sector; antitrust and budget policy; tariff and price regulation; priority areas of development, transport infrastructure; structural reform; social politics; Expected Results of the Strategy.

UZOQ MUDDATLI ISTIQBOLDA O'ZBEKISTON TRANSPORTINING STRATEGIK RIVOJLANISHNING USTUVORLIKLARI VA YO'NALISHLARI

Ўлжабоев Камол Ўлжабоевич, и.ф.д., проф., Ҳалқаро транспорт академиясининг академиги
“TRANS EKO” ХКнинг бош директори
100084, Ўзбекистон, Тошкент ш., М.Улуғбек тум., Бодомзор кўч., 2 уй, 27 хонадон
Тел. 998 (71) 234 40 02, +998 (93) 547 18 01
E-mail: transeko@list.ru

Ярашова Васи́ла Камаловна, и.ф.н., докторант
ЎЗР Иқтисодсаноат Вазирлиги,
Прогнозлаш ва макроеқтисодий тадқиқот институти
100069, Ўзбекистон, Тошкент ш., Олмазор тум., Тараққиёт кўч., 2 уй, 21 хонадон
Тел. +998 (91) 134 10 11
E-mail: v.yarashova@polito.uz

Аннотация. Ўзбекистон транспорт тизимининг ҳозирги аҳволини таҳлили асосида мазкур соҳани тўпланиб қолган заиф томонлари, йирик муаммолари ва уларга боғлиқ тизимли ҳавфлар аниқланган. Ривожланган давлатларнинг транспорт сиёсатлари йўналишларини ҳисобга олган ҳолда Ўзбекистон транспортини узок муддатга ривожлантириш истиқболларини ишлаб чиқиш ва уни амалга оширишга тегишли концептуал ёндошувлар таърифланган. Жумладан, тармоқни тартибга солиш ва хусусий тадбиркорлар томонидан хўжалик амалларини бажаришни тамомила ажратган ҳолда олиб бориш, монополияга қарши, бюджет ва молия сиёсатларини юритишни устувор йўналишлари аниқланган, транспорт тизимини бошқаришда давлатни масъулияти сфералари белгиланган, таркибий ислохотларнинг устувор йўналишлари, транспорт технологияларининг муҳим йўналишлари белгиланган, мамлакат транспорт тизимини ривожлантириш истиқболлари Стратегиясини амалга оширишни асосий индикаторлари аниқланган.

Таянч тушунчалар. Транспорт тизими; стратегик ривожлантириш; тартибга солиш; монополияга қарши ва бюджет сиёсати; тариф ва нарх-навони; транспорт инфраструктураси, устувор йўналишлар; таркибий ислохотлар; ижтимоий сиёсат; транспортни ривожлантириш, Стратегия натижалари.

ПРИОРИТЕТЫ И НАПРАВЛЕНИЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТА УЗБЕКИСТАНА НА ДОЛГОВРЕМЕННУЮ ПЕРСПЕКТИВУ

Ульджабаев Камал Ульджабаевич, д.э.н., профессор, академик Международной академии транспорта
Ген. директор ЧП “TRANS EKO”

100084, Узбекистан, г.Ташкент, М.Улугбекский тум., ул. Бодомзор, д.2, кв.27

Тел. 998712344002, +998935471801

E-mail: transeko@list.ru

Ярашова Васи́ла Камаловна, к.э.н., докторант

Институт прогнозирования и макроэкономических исследований Минэкономпрома РУз

100069, Узбекистан, г.Ташкент., Алмазарский тум., ул. Таракиёт, д. 2, кв. 21

Тел. +998 (91) 134 10 11

E-mail: v.yarashova@polito.uz

Аннотация. Анализ современного состояния транспортной системы Узбекистана позволил выявить узкие места, сложившиеся проблемы и риски. С учетом направлений транспортной политики развитых стран сформулированы концептуальные подходы по выработке и реализации Стратегии развития транспорта Узбекистана на долгосрочную перспективу. В частности, выдвинут принцип разделения задач государственного регулирования отрасли и выполнения хозяйственных функций частными предпринимателями, определены приоритетные направления антимонопольной, бюджетной и финансовой политики, сферы ответственности государства в управлении транспортной системой, рекомендованы пути повышения социальной и экономической эффективности перевозочной деятельности, определены важнейшие направления совершенствования транспортных технологий на принципах логистики и основные индикаторы реализации Стратегии развития транспортной системы на перспективу.

Ключевые слова: транспортная система, стратегия развития; регулирование сферы транспорта; антимонопольная и бюджетная политика; тарифно-ценовое регулирование; приоритетные направления развития, транспортная инфраструктура; структурная реформа; социальная политика; ожидаемые результаты Стратегии.

1. ВВЕДЕНИЕ

За годы независимости в Узбекистане были проведены крупномасштабные структурные и институциональные преобразования на транспорте. Поэтапно реализуются государственные программы по разгосударствлению и приватизации объектов транспорта, продолжается последовательный переход от прямого административного управления к государственному регулированию субъектов рынка. К настоящему времени в основном создана правовая база транспортной деятельности в условиях рынка. Узбекистан является одним из суверенных участников и полноправным субъектом глобальных экономических процессов международной интеграции в рамках СНГ, ШОС, ОИС по решению проблем транспорта успешно сотрудничает с известными международными организациями (ИКАО, ОСЖД, АСМАП) и международными финансовыми институтами (МВФ, АБР, ИБР, ЕБРР, Всемирный Банк и др.).

В настоящее время на долю транспорта приходится 8% ВВП страны, 17,6% основных фондов, 1,5% занятых в экономике, 30% оказываемых населению платных услуг. За последние 18 лет среднегодовой прирост транспортных услуг составил для грузовых перевозок 2,1%, для пассажирских перевозок – 5%. При этом темпы роста транспортных услуг неодинаковы по видам транспорта. Личный автотранспорт сегодня принял на себя часть грузо- и пассажиропотока массового общественного транспорта не только с короткопробежных и пригородных линий, но и с дальних сообщений [10].

На рынке услуг пассажирского транспорта происходит непрерывное перераспределение пассажиропотоков между альтернативными видами транспорта, исходя из возможностей удовлетворения ими платежеспособного спроса различных слоев населения. Начавшееся ускорение темпов роста экономики и повышение уровня жизни в Узбекистане положительно сказались на объемах перевозок пассажиров. В 2018 г. пассажирооборот всех видов транспорта составил 121,3 млрд. пасс-км и увеличился по сравнению с уровнем 2010 г. на 58% (в т. ч. на автотранспорте на 60%, по железным дорогам – на 48%, авиатранспортом – на 52%, городским электротранспортом – уменьшился на 20,4%), выросла подвижность населения [10].

На рынке грузовых перевозок сложились несколько медленные темпы роста грузооборота. В 2018г. его величина составила 71,3 млрд. ткм, т.е. по сравнению с 2010 годом он возрос на всего 6,3%, в т.ч. на железных дорогах – на 2,3%, трубопроводном – на 16%, а на автотранспорте – он уменьшился на 40,4%. При этом средняя дальность перевозки 1 т груза за указанный период в среднем на всех видах транспорта уменьшилась с 64 км до 57 км (в т. ч. на железных дорогах с 392 до 335 км, на автотранспорте – с 23 до 13,2 км, на трубопроводном – с 626 км до 464 км, что также свидетельствует о перераспределении между этими видами транспорта грузовых перевозок.

2. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ, СИСТЕМНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И РИСКИ

В мировых рейтингах по оценке уровня компетенции в сфере транспорта и доступности логистики Республика Узбекистан, получив наименьший балл по критерию «Эффективность и скорость работы таможи» для бизнеса по расчётному показателю «Logistics Index Performance (LPI)», занимает 99-е место среди 160 стран, охваченных Всемирным Банком для изучения данного вопроса. Поэтому особую актуальность для Узбекистана приобретает изучение опыта других государств, в первую очередь развитых стран, в регулировании и финансировании отраслей, обеспечивающих жизнедеятельность транспортной системы и логистики.

В транспортной системе страны в целом и отдельных ее подотраслях накопились и сохраняются ряд нерешенных проблем и риски, связанные с её развитием и регулированием:

- отсутствует необходимая координация и комплексность в управлении развитием и функционированием транспортной системы;
- недостаточное использование выгод от геополитического состояния и транзитного потенциала страны, что связано с чрезмерной сложностью для выхода её в мировые транспортные коммуникации и прежде всего отсутствием путей сообщений к железным дорогам Индии и Китая;
- транспортёмкость ВВП (приведенные тонна-км, приходящиеся на единицу ВВП), хотя и сократилась за годы независимости более чем втрое, но она остаётся ещё высокой в сравнении с развитыми странами;
- состояние и темпы развития автомобильных дорог, особенно в сельской местности, не соответствуют установленным стандартам и темпам роста автомобилизации;
- существуют определенные различия по регионам в развитии транспортной инфраструктуры;
- доля однопутных железных дорог составляет 90% от общей протяженности путей сообщения, что снижает маневренность и мобильность железнодорожного транспорта, прежде всего при перевозке дорогостоящих товаров и скоропортящихся продуктов, особенно при экспортных их отправлениях;
- доля железных дорог на рынке услуг транспорта явно недостаточна в освоении массовых грузо- и пассажиропотоков во внутренних межрегиональных сообщениях, что в конечном счете сказывается на низкой доле их в ВВП (в 2017г. -1 %);
- наличие разных стандартов железнодорожной колеи приводит к финансовым, временным и другим потерям при перевозках по межконтинентальным транспортным коридорам, что в известной мере актуализирует поиски решений проблем автоматического перевода колесных пар вагонов для работы на другой ширине колеи;
- технологический уровень транспортных систем не обеспечивает в необходимой мере установленные технические регламенты и требования по их безопасной эксплуатации;
- устойчиво сохраняются тенденции старения основных фондов во всех отраслях транспорта, не в полной мере используются производственные мощности действующих объектов, особенно транзитного потенциала страны;
- меры по государственной поддержке отраслей транспорта сильно ослабли, а излишнее присутствие государства в деятельности предприятий транспорта существенно усилилось;
- на транспорте не завершены институциональные и структурные преобразования, не сбалансированы в должной степени механизмы государственного и рыночного регулирования.

Все это уже сегодня сказывается на мобильности и конкурентоспособности транспортной системы страны, создает серьезную угрозу замедления общеэкономического роста республики, ослабления ее позиции на мировом рынке.

3. НАПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ПОЛИТИКИ РАЗВИТЫХ СТРАН

В последнюю четверть XX века в ряду основных направлений социально ориентированной стратегии западных государств транспортная политика заняла видное место, нацеленная на повышение эффективности национальной экономики, которая стала измеряться не традиционными количественными показателями, а качественными индикаторами, прежде всего уровнем качества жизни населения. При этом эффективность транспорта в странах Запада не сводится только к улучшению его собственных технико-экономических, эксплуатационных или финансовых показателей, но и выражается степенью участия в экономической и социальной жизни общества [5, 6, 9].

Поэтому все большее применение находят такие формы организации рыночных связей, как логистика, а транспорт становится неотъемлемым участником логистического «конвейера товаро- и пассажиродвижения» и вся система управления работает на общий экономический и социальный эффект[5]. Доля транспорта в ВВП большинства стран колеблется в пределах 4-9%, а в занятости – 3-8%. Эти данные не включают индивидуальный и внутрифирменный транспорт, который увеличивает значение транспортных услуг в экономике, особенно в случае наличия значительного неформального сектора. Как правило, доля транспортных услуг в ВВП понижается по мере увеличения национального дохода. Наиболее высока она в странах Азии, затем – в Латинской Америке и Африке. Занятость на транспорте в 1980-е годы увеличилась в основном в странах мировой периферии [16].

С учетом серьезности негативных аспектов процесса автомобилизации, транспортная политика стран ЕС, США и других развитых государств направляется не на прямое ограничение этого процесса, а на его регулирование в целях снижения потерь от дорожно-транспортных происшествий (ДТП), недопущения

необратимых экологических последствий автомобилизации и предотвращения коллапса в наиболее загруженных сегментах автодорожных сетей. Эта политика реализуется в рамках так называемой концепции устойчивого развития транспорта, предусматривающей сбалансированное развитие различных видов транспорта, повышение роли общественного транспорта, введение ряда ограничений движения личных легковых автомобилей в крупных городах и на наиболее напряженных автомагистралях (платный проезд, ограничения времени движения, выделение приоритетных полос движения автобусов, проведение парковочной политики и т.д.).

С одной стороны, государственное управление в транспортной системе необходимо, поскольку транспорт является стратегической областью деятельности и необходимым условием всякого производства.

При этом учитываются следующие направления регулирования сферы: контроль деятельности предприятий-монополистов; контроль и во многих случаях ограничение уровня транспортных тарифов; введение и контроль единых норм, стандартов и правил в области охраны окружающей среды, безопасности движения, условий труда на транспорте, а также единых технических стандартов.

С другой стороны, чем выше уровень развития транспорта, тем очевиднее, что при ограниченности бюджетных ресурсов многие задачи могут эффективно решаться посредством привлечения частного капитала.

Мировой опыт показывает, что вне зависимости от выбранной модели, правительства и администрации многих городов мира пытаются проводить политику ограничения роста бюджетных субсидий и тарифов на перевозку [8, 9, 15]. Однако выбор модели предопределяет средства достижения этой цели. Статистические данные показывают, что введение частной, основанной на рыночных условиях, поставки услуг транспорта может снизить издержки, а значит, и субсидии до 150 %. Если в среднем в мире на транспорт тратится от 5 до 10 % доходов населения, то в развивающихся странах эти цифры достигают 15 % [16].

В настоящей статье изложены концептуальные подходы по выработке и реализации транспортной политики Узбекистана с использованием принципиальных подходов и приемов составления концепций и стратегических программ развития транспорта, принятых Комиссией ЕС [7], правительствами Российской Федерации [11], Республики Казахстан [12] и других стран.

4. УСИЛЕНИЕ РОЛИ ГОСУДАРСТВА В РЕГУЛИРОВАНИИ СФЕРЫ ТРАНСПОРТА

Государственное регулирование сферы транспорта и финансирование государством отдельных элементов и видов транспортной деятельности транспортной системы в условиях рынка остаются объективной необходимостью. В основу транспортной стратегии должен быть положен принцип разделения задач государственного регулирования отрасли и выполнения хозяйственных функций частными предпринимателями [7]. При этом государство, ограничивая свои функции как хозяйствующего субъекта, усиливает свою роль как главного реформатора экономики, так и регулятора рыночных взаимоотношений. Это является одним из основополагающих принципов узбекской модели реформирования экономики [2, 3, 13].

Государство сохраняет ответственность за состояние транспортной инфраструктуры и безопасность транспортного процесса, а также за предоставление транспортных услуг в секторах, где еще рынок недостаточно развит. Оно исходит из принципа исключения излишнего вмешательства в управление перевозочной деятельностью, как в сфере транспортного бизнеса, так и в отдельных вопросах регулирования транспорта.

Государство в стратегическом плане на макроуровне, учитывая технико-экономические и экологические особенности эксплуатации каждого вида транспорта, а также конкурентные преимущества и слабые стороны их на рынке транспортных услуг, рассматривает транспорт в целом как единый объект управления.

Единство транспортной системы в процессе управления данной сферой экономики предполагает развитие ее на единых принципах институционального регулирования всех видов транспорта, координацию развития всех видов транспортной инфраструктуры, сбалансированное распределение бюджетных ресурсов между различными видами транспорта, а также регулирование конкуренции между различными компаниями на рынке транспортных услуг [5]. На единых подходах и принципах требуется согласование интересов и объединение усилий государства и бизнеса в сфере транспорта, координация обеспечения средствами транспорта национальной безопасности и обороноспособности страны, а также формирование на транспорте единого информационного пространства.

Экономической основой функционирования транспортной системы является конкуренция независимых операторов-поставщиков транспортных услуг и услуг транспортной инфраструктуры. Государство должно прекратить свое участие на конкурентных рынках в качестве предпринимателя транспортных услуг [7, 14, 15]. В части услуг транспортной инфраструктуры необходима коммерциализация ее использования, привлечение частных операторов к ее созданию и эксплуатации. В перспективе возможна поэтапная приватизация отдельных элементов транспортной инфраструктуры. В тех секторах, где приватизация не оправдана, следует поощрять использование различных форм государственно-частного партнерства (ГЧП).

Сферами ответственности государства в управлении транспортной системой страны являются [11, 12, 13]:

- недопущение возникновения правовых и административных барьеров в процессах перевозок пассажиров и грузов, а также оказания сопутствующих им услуг;
- совершенствование институциональных механизмов регулирования транспортной деятельности;
- решение задач оборонного и мобилизационного характера;

- обеспечение технологической и экологической безопасности на транспорте, выработка и контроль выполнения стандартов безопасности транспортных процессов и норм воздействия транспорта на окружающую среду[5];
- поддержание в работоспособном состоянии опорной транспортной инфраструктуры;
- выработка и контроль соблюдения правил конкуренции и условий доступа к инфраструктуре;
- обеспечение минимальных стандартов транспортного обслуживания для всех слоев населения и регионов страны, целевая поддержка пользователей или операторов в тех случаях, когда рынок не может обеспечить их соблюдение;
- обеспечение соответствия в каждом регионе степени развития транспортной инфраструктуры уровню развития экономики;
- обеспечение интеграции транспортной инфраструктуры Узбекистана в мировую транспортную систему;
- проведение структурных реформ на транспорте, с учетом структуры созданного Минтранса с его структурными органами в регионах.

Государство стимулирует и поддерживает развитие конкуренции на рынке транспортных услуг, обеспечение доступности и полноты транспортных услуг для наименее обеспеченных слоев населения и для людей с ограниченными физическими возможностями, создание условий для инноваций на транспорте. Приоритетными направлениями транспортной политики являются реализация инвестиционных проектов, особо значимых для экспорта транспортных услуг и ликвидации отставания в развитии транспортной инфраструктуры, создание благоприятных условий для отечественных транспортных операторов на международных рынках транспортных услуг [2, 3, 4].

Государственное управление транспортом включает также и меры, учитывающие повышение доступности и безопасности перевозочной деятельности при диверсификации оказываемых транспортными компаниями услуг. Обеспечение доступности и расширение использования транспортных средств (автомобилей, речных и воздушных судов) для личных потребностей, нужд домохозяйств и широкого слоя различных потребителей-субъектов рынка предполагает наличие адекватных форм регулирования и контроля, направленных, прежде всего, на соблюдение стандартов безопасности и экологичности транспортного процесса в сфере некоммерческого использования транспортных средств. При этом важнейшая и ответственная задача государства – обеспечение системного регулирования процесса автомобилизации страны, активное налаживание ГЧП в сфере транспорта.

В рамках разграничения предметов ведения и полномочий между республиканскими и местными органами управления транспортом на уровне правительства Республики Узбекистан:

- принимаются кодексы, законы и иные базовые нормы и стандарты, относящиеся ко всей транспортной системе и к отдельным видам транспорта;
- устанавливаются единые требования по обеспечению безопасности и экологичности транспортного процесса;
- принимаются принципиальные решения по развитию опорной транспортной сети;
- принимаются нормативные правовые акты, относящиеся к межрегиональным перевозкам, и осуществляется их регулирование.
- Законодательство должно предусматривать возможность применения в регионах дифференцированных социальных, экологических и иных нормативов как в потреблении транспортных услуг, так и в уровнях развития транспорта[1, 13, 14]. Состав модели стратегического планирования включает следующие подсистемы:
 - экономический рост: основные показатели – стоимость перевозок (постепенное снижение), полнота транспортного обслуживания (последовательное повышение) и рентабельность транспортных отраслей (постепенное увеличение);
 - социальное благополучие: основные показатели – густота транспортной сети (тенденция к повышению), ДТП на транспорте (тенденция к понижению) и повышение качества транспортного обслуживания (постепенное улучшение);
 - охрана окружающей среды: основной показатель – доля транспорта в общем загрязнении окружающей среды (тенденция – всеобщее снижение);
 - учет геополитических условий: основной показатель – использование выгод транзитного положения страны (существенный рост).

Совокупность вышеуказанных показателей конечного потребления транспортных услуг составляют так называемые социальные нормы потребления услуг транспорта, рекомендуемые национальными стандартами и другими нормативными актами Республики Узбекистан. Указанные нормы и нормативы определяют уровень реализации конституционных прав и гарантий граждан, регулируют социальную защиту клиентов и формирование отраслей социальной сферы. Эти нормативы предназначены для регулирующих органов управления в качестве социального ориентира как с целью повышения качества жизни, так и для регулирования и выравнивания уровня жизни, в т. ч. уровня и качества транспортного обслуживания регионов.

Основными предпосылками установления социальных стандартов в системе транспорта является инфраструктурный характер, тесная связь его функционирования со всеми отраслями экономики и социальной сферы, непосредственное влияние нарушений нормальной работы транспорта на состояние сфер национальной экономики, на условия жизни в регионах, не только нынешнего, но и последующего поколения. При этом в принятой модели планирования развития транспорта должны учитываться такие индивидуальные особенности

отдельных регионов, как обеспеченность потребностей в транспортных услугах, показатели безопасности транспортного процесса, экологическая ситуация, загруженность транспортной инфраструктуры и т.д.

Отдельные функции управления транспортом могут передаваться специализированным государственным учреждениям и унитарным предприятиям, создаваемым с участием операторов и пользователей транспортных услуг, специализированным структурам, а также другим саморегулируемым (ассоциациям, союзам и т.п.) организациям.

Налоговая политика в транспортном секторе должна учитывать особенности формирования и развития внешнего и внутреннего рынков товаров и транспортных услуг и обеспечивать для отечественных транспортных организаций, как минимум, равные конкурентные условия при работе на этих рынках, а также существенные различия в рентабельности различных видов транспортной деятельности и не создавать одним операторам неоправданных конкурентных преимуществ перед другими. Она должна обеспечивать необходимые условия для нормального воспроизводства объектов транспортной инфраструктуры, многие из них носят характер долгосрочной эксплуатации, с учетом их высокой фондоемкости и длительных периодов амортизации и стимулировать применение экономически наиболее эффективных, безопасных и экологически ориентированных транспортных технологий [8, 9, 10]. В перспективе здесь должен быть осуществлен переход к принципу "пользователь платит", в соответствии с которым стоимость услуг, включая налоговые платежи, приближается к полным экономическим издержкам, прежде всего, связанным с экологическим ущербом, наносимым транспортной деятельностью, и с использованием инфраструктуры.

Основными направлениями регулирования и развития рынка транспортных услуг являются совершенствование антимонопольного регулирования, поэтапный переход от ценового регулирования к рынку свободных цен, создание условий, обеспечивающих недискриминационный доступ операторов-перевозчиков и потребителей транспортных услуг к транспортной инфраструктуре, а также устранение неоправданных административных и экономических барьеров для конкуренции транспортных операторов.

Коммерциализация использования транспортной инфраструктуры с привлечением частных операторов потребует поэтапную приватизацию отдельных элементов транспортной инфраструктуры, совершенствования системы допуска к транспортной деятельности на основе механизмов лицензирования и подтверждения соответствия транспортных средств и услуг установленным требованиям, а также усилением в сфере стимулирования и инициирования малого и частного бизнеса и государственно-частного партнерства (ГЧП).

Улучшение антимонопольного регулирования транспорта предусматривает разграничение рынка транспортных услуг и сектора нерыночной эксплуатации транспортных средств, сокращение естественно-монопольных сфер деятельности с постепенным замещением прямого регулирования рыночными методами, развитие механизмов реального контроля рыночной и нерыночной концентрации транспортных средств на рынке услуг.

Тарифно-ценовое регулирование в сфере транспорта должно быть, по-возможности, ограничено сферами естественных монополий. При этом должен обеспечиваться баланс интересов операторов и пользователей транспортных услуг. Развитие рыночных отношений в сфере должно сопровождаться адекватным совершенствованием содержания форм статистического наблюдения и улучшения коренным образом всей системы информационного обеспечения как пользователей, так и поставщиков транспортных услуг [7].

Перспективная модель финансирования транспортной инфраструктуры должна быть ориентирована на создание условий для повышения ее инвестиционной привлекательности. Приоритетным направлением привлечения негосударственных средств в эту сферу является ГЧП, основной формой его являются концессии, прежде всего, в сферах железнодорожного строительства, платных дорог, реконструкция транспортно-дорожной инфраструктуры, развития аэропортов, городского общественного транспорта, ремонта подвижного состава [7, 9].

Важным направлением инновационного развития и совершенствования транспортных технологий в сфере грузовых перевозок является интеграция производственных и транспортных процессов на принципах логистики [5]. Государство стимулирует создание в регионах транспортно-логистических кластеров на рынке транспортных услуг, способствуя комплексной информатизации транспортного процесса.

На основе современных подходов к техническому регулированию необходимо усовершенствовать системы формирования и контроля нормативных требований к транспортным средствам и оборудованию, которые разрабатываются, производятся в стране или ввозятся в Узбекистан по импорту. В стране должен быть установлен единый порядок введения в действие на ее территории международных технических требований, к которым она уже присоединилась.

Бюджетное финансирование транспортного сектора должно, прежде всего, направляться на:

- обеспечение выполнения в транспортной сфере функций государственного управления, целевое субсидирование операторов на отдельных видах транспортной деятельности;
- гарантированное поддержание в работоспособном состоянии и воспроизводство объектов транспортной системы, находящихся в государственной собственности;
- стимулирующее или доленое финансирование важнейших проектов, связанных с ликвидацией отставания в развитии транспортной инфраструктуры, в т. ч. – в форме бюджетного обеспечения иностранных или коммерческих заимствований;
- гарантированное финансирование закрепленных в нормативных актах государственных обязательств, в т. ч. по финансированию выданных органами государственной власти социальных мандатов;
- компенсацию потерь доходов владельца инфраструктуры и перевозчика, возникших в результате государственного регулирования тарифов;

- выполнение мероприятий по поддержке мобилизационной готовности транспортных формирований. Совершенствование бюджетной политики в отношении транспорта может осуществляться в следующих направлениях [7, 9, 10]:
- при субсидировании отдельных видов деятельности – переход от покрытия убытков транспортных операторов к закупке транспортных услуг;
- расширение среднесрочного бюджетного планирования, отражающего стратегические направления развития транспорта;
- исключение бюджетного финансирования проектов при наличии конкурирующих частных проектов или потенциально конкурирующих между собой инвестиционных проектов;
- увеличение доли иницилирующего или частичного бюджетного финансирования инвестиционных проектов с участием частного капитала;
- отказ от полномасштабного финансирования коммерчески окупаемых проектов, усиление целевого характера финансирования проектов по развитию транспортной инфраструктуры, реализация программно-целевого принципа при их планировании и исполнении бюджета по статьям расходов;
- исключение нецелевого использования финансовых средств транспортных организаций в сферах, не связанных непосредственно с транспортной деятельностью.

5. НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СТРУКТУРНЫХ РЕФОРМ

Стратегическими направлениями осуществления структурных преобразований на транспорте являются повышение социальной и экономической эффективности транспортной деятельности, снижение издержек на доставку грузов и пассажиров, улучшение качества работы и конкурентоспособности транспорта, повышение привлекательности его как сферы бизнеса и инвестиций. Содержанием структурных реформ в сфере являются дальнейшее совершенствование правовой базы для развития рыночных механизмов, сокращение государственного участия в транспортной деятельности, уменьшение доли монопольного сектора [1, 2, 3, 9].

Реформа железных дорог осуществляется на принципах централизованного диспетчерского управления при сохранении единой государственной инфраструктуры и государственного контроля за деятельностью железнодорожного транспорта. Основными направлениями развития инфраструктуры железных дорог в долгосрочной перспективе являются:

- усиление линий на направлениях Бухара – Мискин, Ургенч – Хива, формирование альтернативного транспортного коридора с постройкой новых железных дорог (Кучлук – Янгиер – Рзд.205, Учкулач – Навои), разгружающих основные напряженные направления на подходах к Ташкенту, Самарканду и другим крупным транспортным узлам, вторых путей на направлениях Ташкент – Ангрэн, Мароканд – Карши – Бухара – Мароканд;
- участие в постройке и усилении международных транзитных коридоров на направлениях Узбекистан – Киргизия – Китай, Кунград – Актау, Мазари Шариф – Герат и далее в Пакистан и Индию;
- поэтапное обновление и модернизация производственных фондов и оптимизация эксплуатационной работы транспортной сети, совершенствование управления перевозочным процессом;
- расширение полигона электрификации с доведением доли электротяги в грузо- и пассажирообороте до 80%;
- развитие скоростного и высокоскоростного движения, поэтапная реконструкция и модернизация железнодорожных линий общей протяженностью более 2 тыс. км для организации скоростного и высокоскоростного движения пассажирских поездов; участие в организации скоростного движения по туристическим маршрутам на направлениях Ташкент – Туркестан, Ургенч (Нукус) – Самарканд – Ташкент – Алматы;
- внедрение разработки по автоматическому преобразованию колесных пар с системой переключения на нормальную колею и наоборот;
- внедрение современных информационно-управляющих систем, модернизация устройств АТС и энергоснабжения.

Структурные преобразования на автотранспорте предусматривают: максимальное использование конкурентных его преимуществ и возможностей для повышения мобильности населения и ускорения товародвижения; уменьшение негативных последствий автомобилизации; снижение всех видов издержек, связанных с осуществлением автотранспортной деятельности. Автомобилизация в стране, обеспечивая новое качество жизни людей и способствуя развитию предпринимательства, сопровождается и серьезными негативными последствиями, связанными с ущербом от ДТП, загрязнением атмосферы, перегрузкой дорог и городских улиц и рядом других факторов.

Стратегия развития дорожного хозяйства должна быть ориентирована на достижение соответствия между спросом и предложением пропускной способности дорожной сети в условиях роста парка транспортных средств исходя из перспективного уровня автомобилизации «один автомобиль на семью», а также доведение транспортно-эксплуатационных качеств дорог до уровня международных стандартов, повышение безопасности дорожного движения и сокращение числа ДТП по причине дорожных условий [5, 9, 10].

Главные направления развития инфраструктуры автомобильного транспорта: завершение формирования единой автодорожной сети и ее интеграции в системы автодорог международного значения Европы и Азии; развитие сети местных дорог для решения социальных проблем сельского населения; улучшение городских

улично-дорожных сетей и совершенствование системы организации и регулирования дорожного движения; модернизация и строительство кольцевых и обводных дорог в целях разгрузки радиальных магистралей на подходах к Ташкенту и другим крупнейшим городам; повышение несущей способности важнейших магистралей в составе международных транспортных коридоров (МТК); формирование скоростных автомобильных дорог с элементами платных дорог на направлениях Ташкент – Самарканд – Бухара – Хива, Ташкент – Андижан, создание крупных терминальных комплексов, в первую очередь, в регионах, примыкающих к МТК.

Реформа сферы городского пассажирского транспорта (ГПТ) осуществляется на основе: полномочий хокимиятов и ответственности их за организацию транспортного обслуживания; государственной поддержки реформ (принцип «субсидии и гранты – в обмен на реформы»); развития рыночно-конкурентной среды при свободе выбора конкурентной модели.

Важнейшие направления развития инфраструктуры ГПТ: формирование опорной сети Ташкентского метрополитена; приоритетное развитие электрического транспорта в Ташкенте и других регионах; обновление парка подвижного состава, модернизация ремонтной базы.

Осуществляемая реформа сферы гражданской авиации предусматривает: создание условий для обновления основных фондов аэропортов и внедрение современных технологий для обеспечения международного уровня работы пересадочных узлов; расширение сферы услуг по ремонту и техническому обслуживанию авиатехники, включая экспортные услуги в этой сфере; приватизацию аэропортов и акционирование объединенных авиапредприятий с одновременным разделением их на независимые хозяйствующие субъекты (авиационные компании и аэропорты).

Важнейшие направления развития инфраструктуры: обновление и модернизация самолето-моторного парка; реконструкция и модернизация аэропортов в регионах; открытие новых воздушных трасс для полетов воздушных судов отечественных и зарубежных авиакомпаний; повышение эффективности взаимодействия национальной системы с зарубежными системами организации воздушного движения (ОВД); оптимизация количества международных и узловых аэропортов, осуществление в приоритетных аэропортах глубокой модернизации производственных объектов; техническое перевооружение системы ОВД; возрождение «малой авиации» в отдаленных регионах Узбекистана [2, 9].

Основные направления развития инфраструктуры на трубопроводном транспорте: реконструкция и техническое переоснащение действующих нефтепроводов и газопроводов; расширение и реконструкция газотранспортной системы; развитие инфраструктуры в соответствии с приоритетами обеспечения надежного газоснабжения потребителей и диверсификации экспорта энергоносителей; формирование развитой трубопроводной сети с выходами в Китай, Россию через соседние страны.

5.1. Формирование системы научного обеспечения сферы

Разработка и реализация в рамках Стратегии приоритетных направлений развития транспортной системы, сбалансированных со стратегическими целями и задачами экономического и социального развития страны, немыслима без создания научной базы и систем научного обслуживания транспортного комплекса. Мероприятия по реализации инновационной политики транспортных компаний формируются в рамках «Программы НИР: Транспорт–2035». Данной программой необходимо охватить актуальные решения по исследованиям и разработкам всего комплекса проблем в области научно-технической и экономической политики в отраслях транспорта

Среди научно-технических и экономических проблем приоритетными являются Целевые комплексные программы (ЦКП) по разработке и внедрению результатов научных и проектных решений по следующим тематическим направлениям:

- Стратегия развития рыночных отношений в сфере транспорта (Транспорт–2035: Регулирование рынка услуг транспорта);
- Генеральная схема развития и модернизации транспортных коммуникаций Узбекистана на период до 2040 года (Генсхема–2040);
- Прогрессивная технология организации перевозок на принципах транспортной логистики (Транспортная логистика–2030);
- Концепция расширения и организации скоростного и высокоскоростного движения на перспективу (ВСД–2040);
- Разработка и внедрение с учетом достижений передового зарубежного опыта прогрессивной технологии и систем технического обслуживания и ремонта подвижного состава (ТОиР–2030);
- Совершенствование статистики и информационного обеспечения системы управления перевозками (ТрансИнформ–2030 и др.).

В целях разработки и осуществления контроля за реализацией программ научно-исследовательских разработок в области транспорта рекомендуется создать Национальный научно-исследовательский институт транспорта.

В целом для реализации комплексных мер по эффективному взаимодействию государства и частного сектора, а также эффективного государственного регулирования необходимо завершить разработку Стратегии развития транспорта Республики Узбекистан на период до 2035 года (далее Стратегия ТС-2035), в которой на первом этапе предусматривается формирование соответствующей «Дорожной карты» и принятие ее на уровне правительства Узбекистана. Дорожная карта станет основой для подготовки нормативных правовых актов,

разработки и корректировки государственных и отраслевых программ, а также проведения отдельных мероприятий, направленных на реализацию положений Стратегии ТС-2035.

5.2. Основные направления социальной политики

Главным направлением социальной политики в сфере транспорта является разработка и реализация системных мероприятий по усилению социальной защиты работников [1, 2]. Важным аспектом социальной политики является также разработка и реализация до 2030 г. мероприятий по росту производительности труда в транспортных компаниях, обеспечивающих ее прирост ежегодно не менее чем на 1,5 - 2% [11, 13, 14].

Реализация целенаправленных мер по организации непрерывного образования персонала предусматривает подготовку кадров в колледжах и специализированных учебных заведениях с учетом их профессиональных наклонностей и навыков, повышение квалификации руководящего персонала и специалистов на постоянно действующих курсах в учебных заведениях страны с целью их дополнительного профессионального и бизнес-образования, более глубокого овладения ими навыков рыночной экономики. Здесь необходимо, прежде всего, соблюдение условий государственных стандартов, определяющих возросшие требования к содержанию и качеству обучения на всех ступенях образования.

Для комплексного решения этих и других актуальных задач социальной политики требуется создание Государственного университета транспорта (ГУТ) с Научным центром транспортной логистики.

5.3. Ожидаемые результаты реализации Стратегии

Реализация Стратегии ТС-2035 будет способствовать:

- обеспечению устойчивой и ритмичной работы потребителей-клиентуры транспортных услуг путем повышения качества и надежности функционирования транспорта;
- повышению конкурентоспособности национальной экономики, ускорению темпов экономического и социального развития страны путем прироста объемов валового регионального продукта и занятости населения в регионах, благодаря снижению издержек на перевозку грузов и пассажиров, обеспечению бесперебойной работы транспорта;
- улучшению экологической обстановки в регионах за счет приоритетного развития экологически чистых видов транспорта и укрепления их технической базы; росту благосостояния народа и улучшению качества жизни вследствие обеспечения доступности и повышения качества транспортных услуг, комфорта, роста скорости доставки и экономии общественного времени;
- укреплению экономической и политической независимости страны, повышению ее обороноспособности, благодаря формированию единой транспортной системы, а также приоритетному развитию и модернизации транспортной инфраструктуры;
- повышению синергетической эффективности транспортной системы путем улучшения взаимодействия и координации работы различных видов транспорта и благодаря обеспечению системного сбалансированного подхода к развитию транспортного комплекса;
- надежному транспортному обеспечению внешнеэкономических связей, реализации транзитного и экспортного потенциала транспортного сектора, что, в конечном счете, содействует эффективной интеграции Узбекистана в мировой рынок и международные транспортные коммуникации;
- повышению уровня доходности транспортных компаний, благодаря увеличению объемов перевозок и улучшению использования инфраструктуры транспортной сети и показателей работы подвижного состава;
- росту занятости населения, благодаря созданию новых рабочих мест, как по основной деятельности, так и в сопутствующих секторах инфраструктуры сервиса и сферах культурно-бытового и информационного обслуживания населения и грузоклиентуры;
- увеличению притока инвестиционных ресурсов в сферу транспорта вследствие значительного роста привлекательности его услуг в результате повышения качества и надежности работы транспорта, подъема уровня капитализации объектов транспорта;

В результате реализации Стратегии ТС-2035 будет в основном завершено создание Национальной (опорной) сети транспортных коммуникаций Узбекистана, в стране практически каждая семья сможет активно пользоваться автомобилем, транспортная подвижность населения вырастет вдвое (в 2017 г. – 4017 пасс-км на 1 жителя в год, в развитых странах – более 10000 пасс-км).

Транспортноемкость ВВП снизится на 42 – 50% (в 2017 г. – 4,4 прив. ткм/1 долл. США ВВП). Повышение темпов развития скоростного движения на железных дорогах, ускоренное развитие гражданской авиации, а также повсеместное развитие автобусов общего пользования, особенно в сельской местности, дадут значительную экономию общественного времени. Заметно возрастут также скорости грузовых сообщений, прежде всего, на основных международных транспортных коридорах. Транзитные перевозки через территорию Узбекистана к концу 2030 года составят 60 – 65 млн. т [9];

Показатель числа дорожно-транспортных происшествий на 100 тыс. населения снизится на 22% (в 2017 году. – 37,1 случаев ДТП). Доля транспорта в загрязнении окружающей среды снизится в 1,5 - 2 раза и составит 35 - 40% (в 2017г. – 70 %, в развитых странах – менее 20%).

Система реализации Стратегии ТС-2035 предусматривает:

- разработку и реализацию мер стратегического и тактического характера, направленных на претворение в жизнь основных положений Стратегии;
- завершение создания институциональных основ регулирования транспорта, внедрение системы индикаторов результативности транспортной политики;
- актуализацию Целевой комплексной программы по приоритетам развития и модернизации транспортной системы Узбекистана на перспективу с подсистемами по отдельным видам транспорта, рассматриваемой в качестве одного из важных инструментов реализации Стратегии.

Ход реализации Стратегии должен отражаться в ежегодном докладе Минтранса «О ходе реализации Стратегии развития транспорта Республики Узбекистан на период до 2035 года». Целесообразно один раз в пять лет осуществлять подготовку ее скорректированной редакции.

В целом реализация Стратегии ТС-2035 обеспечит наиболее эффективное использование возможностей транспорта в интересах социально-экономического развития страны.

6. ВЫВОДЫ

Изложенные в статье концептуальные подходы к стратегическому развитию транспорта Узбекистана на долговременную перспективу охватывают следующие аспекты проблемы:

1. Услуги транспорта как и всякого товара имеют двойственную природу – потребителям их, необходим максимум комфорта, качества и безопасности услуг при минимуме стоимости, а поставщикам указанных услуг – высокие доходы при минимуме затрат. Взвешенный подход, обеспечивающий сбалансированность спроса и предложений этих услуг на данном недостаточно организованном этапе переходного периода, является крайне сложной задачей, требующей от заинтересованных сторон довольно больших усилий, средств и времени.
2. Регулирование сферы транспорта является довольно сложной проблемой, поскольку услугами данной сферы экономики пользуются практически все многочисленные хозяйствующие субъекты и достаточно большая часть населения регионов страны и за ее пределами. Многообразные механизмы взаимоотношений между различными операторами-поставщиками услуг и их потребителями еще не отлажены в должной мере.
3. Стратегическая ориентация развития сферы транспорта должна быть сориентирована на формирование и опережающее развитие единой национальной транспортной системы, обеспечивающей устойчивое и динамичное развитие национальной экономики, рост ее конкурентоспособности, повышение благосостояния и качества жизни в каждом регионе.
4. Усиление роли государства в регулировании сферы основано на качественном улучшении механизмов антимонопольной, бюджетной и налоговой политики, формировании и упрочении конкурентной среды на рынке транспортных услуг при обособлении монопольного и рыночного секторов рынка транспортных услуг и улучшении механизмов тарифно-ценового регулирования и информационного обеспечения как пользователей, так и поставщиков услуг.
5. Разработаны важнейшие принципы и направления развития каждой отрасли транспортной инфраструктуры, включая вопросы интеграции транспортной системы в мировые транспортные коммуникации.
6. Определены важнейшие этапы развития структурных реформ, направления инновационного развития в сфере, изложены механизмы технического регулирования, включая вопросы научного ее обеспечения, подготовки кадров и решения социальных проблем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шавкат Мирзиёев: Интересы человека – превыше всего. Доклад Президента Республики Узбекистан на торжественном собрании в связи с 24-летием Конституции Республики Узбекистан 7 декабря 2016 года. [In Russian: Shavkat Mirziyoyev. (2016) *The interests of man are above all*. Report of the President of the Republic of Uzbekistan at the solemn meeting in connection with the 24th anniversary of the Constitution of the Republic of Uzbekistan on December 7].
2. Указ Президента Республики Узбекистан «О мерах по коренному совершенствованию системы государственного управления в сфере транспорта» от 01.02.2019г. № УП-5647. [In Russian: (2019) Decree of the President of the Republic of Uzbekistan “*On measures to radically improve the public administration system in the field of transport*” dated 01.02.2019. No. UP-5647].
3. Постановление Президента Республики Узбекистан «Об организации деятельности Министерства транспорта Республики Узбекистан» № от 01.02.2019г. ПП-4143.[In Russian: (2019) Decree of the President of the Republic of Uzbekistan “*On the organization of activities of the Ministry of Transport of the Republic of Uzbekistan*” No. 02/01/2019. PP-4143].
4. Постановление Президента Республики Узбекистан от 05.02.2019 г. № ПП-4160 «О дополнительных мерах по улучшению рейтинга Республики Узбекистан в ежегодном отчете Всемирного банка и Международной финансовой корпорации «Ведение бизнеса» [In Russian: (2019) Decree of the President of the Republic of Uzbekistan dated 05.02.2019 No. PP-4160 “*On additional measures to improve the rating of the Republic of Uzbekistan in the annual report of the World Bank and the Doing Business International Finance Corporation*].
5. Bowersox, D. J., Closs, D. J., Cooper, M. B. (2007) *Supply Chain Logistics Management*, McGraw-Hill, New York, 2007.
6. Бернс Д. Цена прибыльности железных дорог США /Железные дороги мира, 2002. С. 417-420. [In Russian: Burns D. U.S. (2002) *Railways Profitability Price /Railway Gazette International*.].

7. White paper – 'European transport policy for 2010: development strategy adopted by the European Council in Gothenburg in June 2001.
8. Oppenheimer P. Mozer N. Privatisation of railway transport in Britain//Modern railways/ - 1999/ - № 4, p.168-169/
9. Транспорт и связь в Узбекистане. Государственный комитет Республики Узбекистан по статистике. Ташкент: 2018. – 141 с. [In Russian: (2018) *Transport and communications in Uzbekistan*. State Committee of the Republic of Uzbekistan on statistics].
10. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года. Утв. министром транспорта РФ 12 апреля 2005 г. [In Russian: (2005) *Transport strategy of the Russian Federation for the period until 2020*. Approved Minister of Transport of the Russian Federation April 12].
11. Транспортная стратегия Республики Казахстан на период до 2015 года. Утв. Президентом Республики Казахстан 11 апреля 2006 г. [In Russian: (2006) *Transport strategy of the Republic of Kazakhstan for the period until 2015*. Approved By the President of the Republic of Kazakhstan on April 11].
12. Ульджабаев К. У. Концептуальные подходы и методологические принципы разработки транспортной стратегии страны/ Илм-фан ва инновацион ривожланиш, 2018, № 2, с.24-43. [In Russian: Uljabaev K. U. (2018) Conceptual approaches and methodological principles for the development of the country's transport strategy. *Ilm-fan wa innovation rivojlanish*, No 2].
13. Ульджабаев К. У., Ярашова В. К. Стратегическое планирование развития железнодорожных пассажирских перевозок. Ташкент: «Exstremum-Press», 2013. – 344 с. [In Russian: Uljabaev K. U., Yarashova V. K. (2013) Strategic planning for the development of rail passenger transportation. Tashkent: *Exstremum-Pres*].
14. *Economic reforms in railway transport*. – Moscow: Nauka, 2012. 192 p.
15. Хусаинов Ф. И. Экономические реформы на железнодорожном транспорте. – М.: Наука, 2012. 192 с. [In Russian: *The economy of countries*. General characteristics.] Available at: <http://f-husainov.narod.ru/monogr2012text.pdf>
16. Экономика стран. Общая характеристика. [In Russian: (2019) *The economy of countries*. General characteristics].

УДК 621.396

ANALYSIS OF WAYS OF DISINFECTING WATER BY A PULSE ELECTROMAGNETIC FIELD

Khalikov, A.A., DSc, professor

Ibragimova, O.A., DSc

Tashkent Institute of Railway Engineers

Abstract. The paper provides a comparative analysis of the methods of disinfecting water by a pulsed electromagnetic field. To increase the areas of possible applications with improved energy performance and reliability, an improved design of the device for controlling systems of a single spatial electromagnetic field is considered, the improved design of the control system of a single spatial electromagnetic field is considered, the theoretical foundations of the method of disinfecting water are given.

Key words. Water disinfection method, control system, single spatial electromagnetic field.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ ИМПУЛЬСНЫМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

Халиков Абдулхак Абдулхаирович, д.т.н., проф.

Ибрагимова Озода Абдулхаковна, доктор философии по техническим наукам (DSc)

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Tel. +998903194924.

E-mail: xalikov_abdulxak@mail.ru

Аннотация. В работе приведены сравнительный анализ способов обеззараживания воды импульсным электромагнитным полем. Для повышения областей возможного применения с улучшенными энергетическими показателями и надежностью, рассмотрена усовершенствованная конструкция устройства систем управления единым пространственным электромагнитным полем, приведены теоретические основы способа обеззараживания воды.

Ключевые слова. Способ обеззараживания воды, система управления, единое пространственное электромагнитное поле.

1. ВВЕДЕНИЕ: ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОБЛЕМ, АКТУАЛЬНОСТЬ, ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

В Узбекистане построены и строятся новые линии железных дорог, которые проходят по пустынным и полупустынным районам. В связи с этим возникает проблема обеспечения обслуживающего персонала, населения питьевой водой. Железнодорожный транспорт также является потребителем воды, в частности вода используется во многих производственных процессах, таких как охлаждение компрессоров дизельных двигателей тепловозов и другого оборудования, получение пара, заправка пассажирских вагонов, реостатные испытания тепловозов и т.д. Следовательно, для этого требуется подготовка технической воды для локомотивного хозяйства и других служб. В связи с этим особый интерес представляет вопрос обеззараживания и очистки воды [1].

Известен способ обработки жидкостей и жидкотекучих продуктов, включающих обработку воды импульсным электромагнитным полем с длительностью импульса $10^{-5} \div 10^{-7}$ мкс и мгновенной мощностью импульса $50 \div 1000$ мВт [2, 3, 4].

Недостатки этого способа: низкая степень обеззараживания воды, малая производительность, большие удельные расходы электроэнергии.

Другим, близким по техническим возможностям является способ обеззараживания воды электромагнитным импульсом, основанный на обработке воды электромагнитным полем с индукцией $7 \div 8$ Тл, частотой следования импульсов $10 \div 15$ Гц, длительностью импульса $10 \div 15$ мс и потребляемой мощностью $4,0 \div 4,5$ кВт [3].

Недостатком этого способа является трудность достижения необходимых значений индукции магнитного поля и большие затраты электроэнергии.

В работе [5] рассмотрены способы очистки сточных вод с высокой концентрацией органических загрязнителей методом метанового брожения и электроплазменными разрядами, устройство которого является очень сложным.

В работах [6, 7] предлагается обработка воды электромагнитным полем специального генератора, работающего в диапазоне частот от 10 до 20 кГц, что является малоэффективным методом очистки сточных вод и устройство является очень сложным.

В работе [8] рассмотрена технология водоподготовки в сельских населенных пунктах с использованием комплексного электрического и магнитного воздействия на подземные питьевые воды.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому способу является способ обеззараживания воды электромагнитным импульсом, основанный на обработке воды электромагнитным полем с индукцией $7\div 8$ мТл (миллitesла), частотой следования импульсов $10\div 15$ Гц, длительностью импульса $10\div 15$ мс и с амплитудой импульса тока $200\div 300$ А [2].

Недостатком данного способа является малое влияние электромагнитного поля на молекулы воды, так как силовые линии поля направлены вдоль течения жидкости, а не перпендикулярно, что дает низкую степень обеззараживания воды.

Устройство [9] состоит из реактора для обработки воды и электродной системы.

Недостатками данного способа являются сложность устройства, низкий ресурс работы изоляции электродов систем и электродов, применение высоковольтных импульсов равных 1000 импульс/сек, применение фильтров с песчаной–гравийной загрузкой для осветления воды.

Целью работы является обеззараживание воды единым пространственным электромагнитным полем.

2. МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Предлагается решение поставленной задачи воздействием электромагнитного поля на обрабатываемую воду, применением поперечного магнитного поля, силовые линии которого направлены перпендикулярно направлениям течения жидкости, а также вихревого электрического поля, создаваемого стержнем, находящимся внутри и посередине диэлектрической трубы. Под действием магнитного поля создается дополнительное давление, которое влечет за собой увеличение расстояния между молекулами воды. Внутри воды образуются пузырьки с высокой плотностью содержания микробов. После прекращения импульса напряжения, за счет изменения давления пузырек лопаются, и микробы погибают. Для отделения чистой воды от примесей используется вихревое электрическое поле, под действием которого ионы кислорода воды движутся по винтовой траектории, закручиваясь вокруг стержня, а все примеси оседают на дно трубы. Ввиду того, что скорость электромагнитной волны в воде составляет $5 \cdot 10^5$ м/с, а скорость жидкости $1,5\div 2$ м/с, то есть превышает во много раз, происходит многократная очистка. Этим самым обеспечивается требуемый колли–индекс и необходимое число микробов в грамм-молекуле воды. Время очистки не зависит от геометрических размеров трубы и скорости движения жидкости.

Разработан способ обеззараживания воды импульсным электромагнитным полем с поперечными силовыми линиями, направленными перпендикулярно течению воды, создаваемыми индуктивностью, а также вихревым электрическим полем.

Индуктивность находится вне диэлектрической трубы, стержень находится внутри (посередине) диэлектрической трубы.

Устройство обеззараживания воды, представляет собой соленоид общей длиной $l_c=2$ м, намотанный поверх неметаллической трубы (для изоляции от воды) диаметром $d=159$ мм и помещенные во внутрь металлические трубы для предотвращения от внешних повреждений. Соленоид должен обеспечивать индукцию в пределах $7\div 10$ мТл. Вода, проходя через соленоид со скоростью $V=1$ м/с, служит естественным теплоотводом для него. Таким образом, проходя через соленоид длиной $l_c=2$ м, вода обрабатывается в течение времени T , равным $T_{обр}=l_c/V=2$ с.

Соленоид питается от трансформатора, включенного в сеть переменного тока напряжением 220 В через управляющий тиристор. Сам же тиристор управляется устройством управления импульсным генератором, так как тиристор и трансформатор представляют собой импульсный генератор. При подаче управляющих импульсов на тиристор, он попеременно открывается и закрывается, подавая импульсное напряжение на соленоид. Для управления импульсным генератором требуются импульсы частотой следования $10\div 15$ Гц и длительностью $10\div 15$ мс.

Для этого требуется источник питания, питающий один вибратор, делитель частоты и усилитель мощности прямоугольных импульсов [10–16].

Отсутствуют сведения, позволяющие определить параметры устройства и рабочего органа с учетом производительности источника воды и его исходной зараженности. В то же время наличие таких явных преимуществ электромагнитного устройства как возможность концентрации и выдача значительной энергии при небольших мощностях самих устройств с системой управления, компактность, надежность и управляемость процесса, предопределяют их использование для обеззараживания воды с широкими областями его применения.

Выявлено, что существующие устройства и способы обеззараживания воды импульсным электромагнитным полем, основанные на обработке воды электромагнитным полем с вышеперечисленными параметрами имеют относительно низкий к.п.д, малое влияние электромагнитного поля на молекулы воды, так как силовые линии поля направлены вдоль течения жидкости, а не перпендикулярно, что дает низкую степень обеззараживания воды.

Сравнительным анализом существующих способов и устройств обеззараживания воды определены пути решения поставленной задачи по обеспечению увеличения воздействия электромагнитного поля на обрабатываемую воду применением поперечного магнитного поля, силовые линии которого направлены перпендикулярно направлению течения жидкости, а также вихревое электрическое поле, создаваемое стержнем, находящимся внутри и посередине диэлектрической трубы.

Предлагаемое усовершенствованное устройство [17, 18] системы управления единым пространственным электромагнитным полем, представлено на рис. 1.

Требуется улучшение техника–экономических и эксплуатационных характеристик с широкими возможностями его практического применения.

Исходя из этого, поставлена следующая задача: повысить область возможного применения с улучшенными энергетическими показателями и надежностью.

Эта задача решена путем совершенствования конструкций устройств систем управления единым пространственным электромагнитным полем – ЕПЭП.

Схематическое изображение экспериментального образца разработанного устройства с системой управления и конструкция установки представлена на рис. 1.

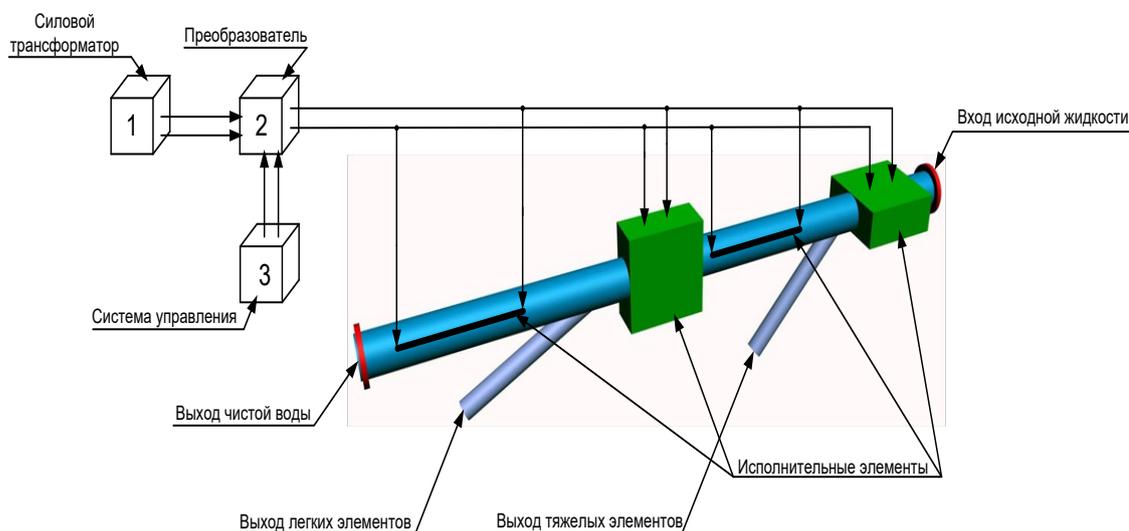


Рис. 1. Схематическое изображение экспериментального образца разработанного устройства с системой управления:

1– Силовой трансформатор; 2–Преобразователь; 3–Система управления

Импульсный генератор состоит из следующих функциональных блоков: одновибратор, делитель частоты, усилитель мощности, блок питания тиристора, согласующий трансформатор. Установка закреплена на подвижном устройстве, т.е. может работать в любом месте.

Для уменьшения потерь контакты выполнены в виде шин, длинные провода проходят в трубах для исключения влияния на них электромагнитного поля. Степень обеззараживания воды регулируется частотой импульсов, вырабатываемых генератором импульсов.

В установке по обеззараживанию воды можно выделить четыре энергоемких элемента: силовой трансформатор, катушки индуктивности (сухой трансформатор), система управления и стержень, которые самым тесным образом связаны друг с другом.

Силовой трансформатор питает систему двух катушек индуктивности и стержень, включенных между собой параллельно, встречно и последовательно. Из системы управления подается импульс, который открывает тиристор и через катушки индуктивности протекает ток 120А. Через трубу протекает вода со скоростью $0,2 \div 0,4$ м/с.

Катушки индуктивности создают поперечное электромагнитное поле.

Со стороны поля действует сила, которая создает дополнительное давление. Под действием этого давления увеличивается расстояние между молекулами воды, образуется область, в которую попадают микробы и микроорганизмы. Затем вода попадает в вихревое электрическое поле, создаваемое стержнем. Электрическое поле захлопывает область, микробы погибают и вода, снабженная ионами кислорода, накручивается на этот стержень, а более крупные частицы оседают вниз и выбрасываются через патрубок, расположенный под углом 45° к основной трубе. Интенсивность очистки можно менять, изменяя частоту следования импульсов, так и изменением диаметра отверстий в трубе. Для этой цели вход и выход трубы снабжены переходниками, позволяющими менять входные и выходные диаметры трубы. Амплитуду тока можно менять с помощью силового автотрансформатора.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Рассмотрим принцип обеззараживания с использованием положений теории электромагнитного поля [19–23].

Импульсный ток в катушке образует магнитное поле, электродвижущая сила которого равна:

$$e = L \frac{di}{dt}, \quad (1)$$

где L –индуктивность катушки.

В то же время электродвижущая сила равна:

$$e = \frac{\partial \Phi}{\partial t} = \frac{s \partial B}{\partial t}, \quad (2)$$

где Φ – поток магнитного поля;

S – площадь поверхности, через которую протекает магнитный поток.

Связь между током и возбужденным им в пустоте магнитным полем может быть выражена в дифференциальной форме следующим образом:

$$dB = \frac{\mu_0 [\overline{\delta l_R}] S a}{4\pi R^2} l_R, \quad (3)$$

где $\overline{\delta}$ – плотность тока в катушке;

\overline{S} – площадь поперечного сечения катушки;

R – расстояние до точки, по которой определяется \overline{B} ;

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ – магнитная постоянная;

l_R – единичный вектор.

При помощи обрабатываемой воды в импульсном магнитном поле, последнее будет оказывать влияние на движущиеся заряженные микроорганизмы по закону Ампера:

$$d\overline{F} = I [d\overline{l} \cdot \overline{B}], \quad (4)$$

где \overline{F} – сила, действующая на линейный элемент тока.

Чтобы усилить воздействия магнитного поля на органические загрязнители в воде, необходимо увеличить индукцию поля или увеличить амплитуду тока. Поэтому, в практических устройствах амплитуда тока достигает нескольких сот ампер [24–29].

Главным фактором, определяющим эффективность обеззараживания, является энергия магнитного поля. Чем больше энергия магнитного поля, тем сильнее проявляется эффект обеззараживания воды. Для энергии магнитного поля контура с током можно записать:

$$W_n = \int_s \frac{\overline{B}^2}{2\mu_0} l dS, \quad (5)$$

где W_n – энергия магнитного поля.

Нами предлагается способ обеззараживания и очистки воды, основанный на теории единого пространственного поля.

Теория единого пространственного поля предусматривает нелинейную зависимость механического эквивалента от энергии поля (рис. 2).

Начиная с точки «а», механическая энергия W_M резко увеличивается с увеличением энергии поля W_{II} . В результате под действием полученной энергии совершается механическая работа. Со стороны поля действует сила, которая определяется соотношением:

$$\overline{F} = \text{grad } W_M, \quad (6)$$

где W_M – механическая энергия;

\overline{F} – сила, действующая со стороны единого пространственного поля.

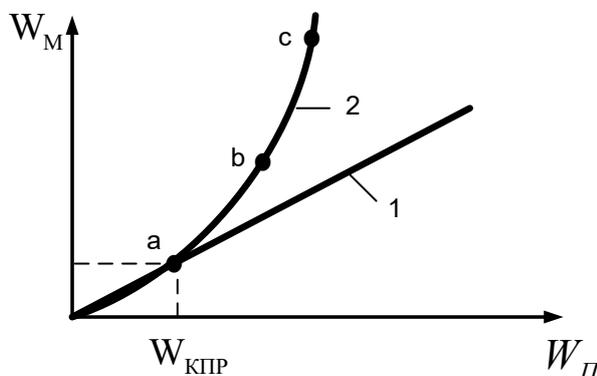


Рис. 2. Зависимость механического эквивалента от энергии поля

Формула (6) позволяет рассчитывать все известные взаимодействия: электромагнитные, гравитационные, сильные и слабые. Для этого необходимо знать уровень основной энергии, сконцентрированной в пространстве и перепады этой энергии от данного типа взаимодействия. Картина поля представляется не

эквипотенциальными поверхностями и силовыми линиями напряженности, а экви-энергетическими линиями и линиями направления силы \vec{F} , действующей со стороны поля.

Гравитационное взаимодействие, как и электромагнитное, имеет бесконечно большой радиус действия, поэтому, например, на тела, находящиеся на поверхности Земли, действует гравитационное притяжение со стороны всех атомов, из которых состоит Земля.

Согласно концепции поля, участвующие во взаимодействии частицы создают в каждой точке окружающего их пространства особое состояние - поле сил, проявляющееся в силовом воздействии на другие частицы, помещаемые в какую-либо точку этого пространства.

В системе взаимодействующих частиц сила, действующая в данный момент времени на какую-либо частицу системы, не определяется расположением другой частицы в этот же момент времени, то есть изменение положения одной частицы сказывается на другой частице не сразу, а через определенный промежуток времени,

Таким образом, взаимодействие частиц можно описать только через создаваемые ими поля. Теория единого пространственного поля предполагает взаимодействие четырех полей: импульсного электромагнитного, импульсного электрического, постоянного магнитного и гравитационного.

Теория единого пространственного поля позволяет рассматривать вопросы эффективного обеззараживания, обессоливания и очистки воды, а также изучить влияния электрического, магнитного полей и электромагнитных волн на физические, химические и биологические процессы, происходящие в жидкостях.

В произвольном сечении трубы с текущей жидкостью, центр тяжести которой находится на высоте h от нулевого уровня отсчета, должно выполняться следующее соотношение (Закон Бернулли):

$$p + \rho g h + \frac{\rho v^2}{2} = const, \quad (7)$$

где p – внешнее давление;

v – скорость движения через данное сечение;

ρ – плотность жидкости.

С энергетической точки зрения давление есть работа, совершаемая внешними силами над единичным объемом жидкости

$$W = \rho g h + \frac{\rho v^2}{2} \quad (8)$$

Для двух произвольных сечений потока жидкости соблюдается закон сохранения энергии для текущей жидкости:

$$p_1 + \rho g h_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = p_2 + \rho g h_2 + \frac{\rho v_2^2}{2}, \quad (9)$$

Вода, находясь в замкнутом пространстве (непроводящей трубе), испытывает давление со стороны единого пространственного поля, которое определяется силой, приходящей на единицу внешней поверхности [30]:

$$F = \int_0^{\tau} \mu_0 H J dx = \mu_0 H_0^2 \int_0^{\tau} \frac{\tau - x}{\tau^2} dx = \frac{\mu_0 H_0^2}{2}, \quad (10)$$

где F – сила, действующая со стороны единого пространственного поля;

H – напряженность поля;

J – ток проводимости;

τ – длина тонкого слоя.

С другой стороны:

$$F = \frac{\mu_0 i^2}{8\pi^2 a^2} \quad (11)$$

где a – радиус трубы.

Однако, Максвелловское представление о давлении поля является общим. Поэтому, легче и нагляднее представить происхождение такого давления, как взаимодействие единого пространственного поля и тока движущихся зарядов.

Молекула воды имеет большой дипольный момент ($P_e = 6,1 \cdot 10^{-30} \text{ Кл} \cdot \text{ м}$), вследствие чего на расстояниях, имеющих порядок расстояния между молекулами в жидкостях ($r = 10^{-10} \text{ м}$), вокруг неё возникает сильное электрическое поле согласно:

$$E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d}, \quad (12)$$

$$\text{Откуда: } \varphi \approx \frac{P_e}{4\pi\epsilon_0 r^2} \approx \frac{6 \cdot 10^{-30} \cdot 36 \cdot \pi \cdot 10^9}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-20}} \approx 6 \text{ В}. \quad (13)$$

Это является причиной электрической диссоциации.

Следовательно, единое пространственное поле усиливает процесс диссоциации в воде, а орбитальные электроны двух атомов водорода и одного атома кислорода воды создают вокруг себя сильное неоднородное электрическое поле, что приводит к разделению воды и содержащихся в ней соединений на элементы.

Если жидкость движется со скоростью v поперек силовых линий поля с индукцией B , то в объеме жидкости наводится электродвижущая сила индукции:

$$\varepsilon = v \cdot B \cdot l, \quad (14)$$

где l —длина участка жидкости в трубе.

$$\text{Сопrotивление участка жидкости:} \quad R = \frac{I}{\gamma \cdot l}, \quad (15)$$

где γ —удельная проводимость жидкости.

Индукцированный ток в жидкости:

$$i_{\text{инд.}} = \frac{\varepsilon}{R} = \gamma \cdot v \cdot B \cdot l^2. \quad (16)$$

По правилу Ленца индуцированный ток взаимодействует с полем так, что возникающая сила взаимодействия препятствует перемещению воды.

Таким образом, кроме обычных гидродинамических сил, в жидкости действуют ещё и электромагнитные силы.

Магнитная индукция поля индуцированных токов:

$$B_{\text{инд}} = \mu_0 \cdot H_{\text{инд}} \approx \frac{\mu_0 \cdot i_{\text{инд}}}{l} \approx \mu_0 \gamma v B l. \quad (17)$$

Сила, действующая со стороны магнитного поля:

$$F_a = \gamma v B^2 l^3 \quad (18)$$

Эту силу можно сравнить с силой трения:

$$F_{\text{тр}} = \eta \cdot l \cdot v, \quad (19)$$

где, η —коэффициент вязкости жидкости. Сила сопротивления давления:

$$F_{\text{дав.}} \approx p \cdot v^2 \cdot l^2. \quad (20)$$

Отношение силы Ампера к силе сопротивления давления называют критерием Стюарта:

$$N = \frac{F_a}{R} = \frac{\gamma \cdot B^2 \cdot l}{\rho \cdot v} \quad (21)$$

Сравнение силы Ампера (18) с силой сопротивления давления (20) дает нам критерий Гартмана:

$$M = \sqrt{\frac{F_a}{F_{\text{тр}}}} = B l \sqrt{\frac{\gamma}{\eta}}. \quad (22)$$

Если жидкость течет по трубе поперек единого пространственного поля, то при малых числах Гартмана или Стюарта поле слабо влияет на характер течения, и сопротивление движению возникает в основном из-за вязкости жидкости.

При больших числах Гартмана или Стюарта вязкость жидкости отступает на второй план, сопротивление движению возникает в основном из-за взаимодействия жидкости с единым пространственным полем. В результате чего вода насыщается отрицательно заряженными ионами кислорода, то есть она является чистой. Положительные заряды водорода губительны для живого организма.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изучение вопросов сравнительного анализа силовых электромагнитных импульсных систем и силовых электромагнитных устройств систем управления импульсным электромагнитным полем показало, что наиболее полно предъявляемым требованиям отвечает устройство систем управления исполнительным элементом, базирующееся на использовании импульсного электромагнитного поля и вихревого электрического поля.

2. Согласно результатам анализа силовых импульсных систем определены пути развития устройства единого пространственного поля.

3. Установлено, что устройство управления единым пространственным электромагнитным полем обладает расширенными функциональными возможностями.

4. На основании изложенной теории можно сделать следующие выводы:

- а) единое пространственное поле позволяет обеззараживать и очищать воду;
- б) импульсные электрические и магнитные поля позволяют насыщать воду ионами кислорода;
- в) пространственное поле позволяет удалять из воды тяжелые металлы;
- г) с помощью импульсных электромагнитных полей можно проводить дезинфекцию воды без использования реагентов, уничтожать вирусы, проводить стерилизацию молока и соков, нагревать жидкость за

счет увеличения внутренней энергии, создавать экологически чистые устройства с высоким коэффициентом полезного действия;

д) использование единого пространственного поля в разработке технологии и технологических средствах для обеззараживания и очистки воды позволяет значительно сэкономить энергетические и материальные ресурсы в пустынных и полупустынных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. О.А. Ибрагимова. Разработка устройств систем управления единым пространственным электромагнитным полем. Монография. Ташкент: Издательство «Фан» АН РУз, 2012. 120 с. [In Russian: Ibragimova, O.A. (2012) *Development of control systems for a single spatial electromagnetic field*. Monograph. Publishing house "Fan" Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan Ташкент].
2. А.с. IAP 02841. БИ №5. 31.10. 2005. – С. 62–63. Айнакулов Э.Б., Ли-Фан М. Способ обеззараживания воды. [In Russian: RP IAP 02841. IB No. 5. 10/31. 2005. –S. 62–63. Ainakulov, E.B., Li-Fan, M. *The method of water disinfection*].
3. А.с. IDP №04888. БИ № 5, 2001. Айнакулов Э.Б., Ли-Фан М. Способ обеззараживания воды. [In Russian: RP IDP No. 04888. IB No. 5, 2001. Ainakulov, EB, Li-Fan, M. *The method of water disinfection*].
4. Предварительный патент № 52168.МПК С 02 F 1/48. 1998. [In Russian: *Preliminary patent* No. 52168. IPC C 02 F 1/48. 1998].
5. Обеззараживающее устройства /Л.И. Румянцев и др. //Патент Р.Ф. №2010773 //Бюллетень патентов и товарных знаков Р.Ф. –М.: МПО «Поиск» Роспатента. –№ 9.–15.04. 1994.–6с. [In Russian: *Disinfecting devices* / L.I. Rummyantsev, et al. // RP. No. 2010773 // Bulletin of patents and trademarks R.F. –Moscow: “Search” of Rospatent. –№ 9. – 15.04. 1994].
6. WIPO Patent Application WO / 2009 / 101528. [In Ukraine: Patent RU No. 2136600 published 1999.09.10.].
7. U S 005304302A. Patent Number: 5.304302, Apr. 19, 1994.
8. Раджабов А., Ибрагимов М., Бердышев А.С.. Технология водоподготовки в сельских населённых пунктах с использованием комплексно электрического и магнитного воздействия. //Инновационные технологии в управлении, образовании, промышленности. Часть 2. «АСТИНТЕХ –2007». Астрахань. –С.231–233. [In Russian: Radjabov, A., Ibragimov, M., Berdyshev, A.S. (2007) *Water treatment technology in rural areas using complex electric and magnetic effects*. // Innovative technologies in management, education, industry. Part 2. “ASTINTECH –2007”. Astrakhan].
9. Патент RU №2136600 опубликованный 1999.09.10. [In Ukraine: Patent RU No. 2136600 published 1999.09.10.].
10. Айнакулов Э.Б., Ибрагимова О.А. Способы обеззараживания воды импульсным электромагнитным полем. /Научный семинар молодых ученых «Актуальные проблемы инновационных технологии на железнодорожном транспорте». – Ташкент, 2011, –С.144–145. [In Russian: Ainakulov, E.B., Ibragimova, O.A. (2011) *Methods for disinfecting water by a pulsed electromagnetic field*. / Scientific seminar for young scientists "Actual problems of innovative technologies in railway transport." Tashkent].
11. Халиков А.А., Колесников И.К., Кривописин В.А., Айнакулов Э.Б. Очистка и обеззараживания воды импульсным электромагнитным полем. /Республиканская научно-техническая конференция Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте: Тез. докл.–Ташкент, 2005. –С.388–392. [In Russian: Halikov, A.A., Kolesnikov, I.K., Krivopishin, V.A., Ainakulov, E.B. (2005) Purification and disinfection of water by a pulsed electromagnetic field. / Republican Scientific and Technical Conference/ *Resource-Saving Technologies in Rail Transport*. Tashkent].
12. Халиков А.А., Колесников И.К., Нормухамедов А.А., Айнакулов Э.Б. Электромагнитная технология очистки и обеззараживания воды. /Всероссийская научная конференция Инновационные технологии в управлении, образовании, промышленности «АСИНТЕХ–2007» часть 2, Астрахань, 2007. –С.244–247. [In Russian: (2007) Halikov, A.A., Kolesnikov, I.K., Normuhamedov, A.A., Ainakulov, E.B. *Electromagnetic technology for cleaning and disinfecting water*. / *All-Russian Scientific Conference Innovative Technologies in Management, Education, and Industry "ASINTECH-2007"* part 2, Astrakhan, 2007. PP.244–247.].
13. Халиков А.А., Колесников И.К., Кривописин В.А., Айнакулов Э.Б. Очистка и обеззараживания воды импульсным электромагнитным полем. /Республиканская научно-техническая конференция Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте: Тез. докл.–Ташкент, 2005. –С. 388–392. [In Russian: Halikov, A.A., Kolesnikov, I.K., Krivopishin, V.A., Ainakulov, E.B. (2005) Purification and disinfection of water by a pulsed electromagnetic field. / *Republican Scientific and Technical Conference Resource-Saving Technologies in Rail Transport*.Tashkent].
14. Халиков А.А., Колесников И.К., Кривописин В.А. Промышленная установка очистки и обеззараживания воды импульсным электромагнитным полем. //Политранспортные системы. Материалы IV Всероссийской научно-технической конференции. –Красноярск. 2006. –С.315–321. [In Russian: Halikov, A.A., Kolesnikov, I.K., Krivopishin, V.A. (2006) *Industrial installation for purification and disinfection of water by a pulsed electromagnetic field*. // *Political transport systems. Materials of the IV All-Russian Scientific and Technical Conference*. Krasnoyarsk].
15. Ибрагимова О.А. Исследование вопросов устойчивости и определение запасов устойчивости устройств, разработанные системы управления с обмоткой возбуждения единым поверхностным электромагнитным полем. /Научный семинар молодых ученых “Актуальные проблемы инновационных технологий на железнодорожном транспорте”. – Ташкент, 2011. – С.142–143. [In Russian: Ibragimova, O.A. (2011) *Research*

- of stability issues and determination of stability margins of devices, developed control systems with field winding by a single surface electromagnetic field. / Scientific seminar for young scientists "Actual problems of innovative technologies in railway transport". Tashkent].
16. Ибрагимова О.А. Формирование и расчет переходных процессов устройств систем управления с обмоткой возбуждения. //Проблемы информатики и энергетики. –Ташкент, 2012. –№1.–С54–59 [In Russian: (2012) Ibragimova O.A. Formation and calculation of transients of control systems devices with field winding. // Problems of computer science and energy, No 16 Tashkent].
 17. Халиков А.А., Колесников И.К., Кадыров О.Х., Ибрагимова О.А. Создание единого электромагнитного поля для обеззараживания, обессоливания и очистки воды. //Международный журнал «Химическая технология. Контроль и управление». №1(43). –С. 20–25.Ташкент-2012. [In Russian: Halikov, A.A., Kolesnikov, I.K., Kadyrov, O.Kh., Ibragimova, O.A. (2012) Creating a single electromagnetic field for disinfection, desalination and water purification // International journal "Chemical technology. Control and management." No. 1 (43), Tashkent].
 18. Ibragimova, O.A., Khalikov, A.A. (2013) Blanket representation and expedient of disinfecting of water the pulsing electromagnetic field. //IIUM Ingengering JOURNAL. ISSN: 1511–788X, Malaysia. Vol. 14, No 1. PP.163–172.
 19. Khalikov, A.A., Kolesnikov, I.K., Ibragimova, O.A., Kurbanov, J.F. (2013) Theoretical bases of the disinfection, removing of salts and peelings of water by united spatial field. //Europen Applied Sciences, No1. ISSN 2195–2183. Nationales ISSN–Zentrum fur Deutschland. PP.82–85.
 20. Халиков А.А., Ибрагимова О.А. Пространственное вращающееся электромагнитное поле-основа обеззараживания, обессоливания воды. //Новый университет. Серия «Технические науки» №11–12 (21–22). С.38–41. Йошкар–Ола, 2013. [In Russian: Halikov A.A., Ibragimova O.A. (2013) Spatial rotating electromagnetic field is the basis of disinfection, desalination of water. // New University. Series "Engineering", No. 11-12. Yoshkar – Ola].
 21. Халиков А.А., Колесников И.К., Ибрагимова О.А. Вопросы областей применения, разработанного импульсного электромагнитного устройства обеззараживания и очистки воды//Журнал "Проблемы энерго и ресурсосбережение. –С. 208–211. Ташкент–2014. [In Russian: Khalikov, A.A., Kolesnikov, I.K., Ibragimova, O.A. (2014) Issues of application for the developed pulsed electromagnetic disinfection and water treatment device. //Magazine "Problems of energy and resource saving, Tashkent].
 22. Халиков А.А., Колесников И.К., Ибрагимова О.А. Устройство обеззараживания и очистки воды единым пространственным полем/ Международная научно-практическая конференция «Инновация–2014». Сборник научных статей. –С. 299–300.Ташкент–2014. [In Russian: Halikov, A.A., Kolesnikov, I.K., Ibragimova, O.A. (2014) The device for disinfecting and treating water with a single spatial field/ International scientific-practical conference "Innovation-2014". Collection of scientific articles, Tashkent].
 23. Халиков А.А., Ибрагимова О.А., Колесников И.К. Очистка, обеззараживание и обессоливание воды пространственным электромагнитным полем. //Журнал «Энергосбережение и водоподготовка». Изд.: ЭНИВ. ISSN: 1992–4658. .№3(89). –С. 9–13. Москва–2014. [In Russian: Halikov, A.A., Ibragimova, O.A., Kolesnikov, I.K. (2014) Purification, disinfection and desalination of water by a spatial electromagnetic field. // Moscow: Journal "Energy Saving and Water Treatment". Publisher: ENIV. ISSN: 1992-4658. .No 3 (89)].
 24. Khalikov A.A., Ibragimova O.A. Decontamination and desalination single spatial electromagnetic field//Seventh World Conference on Intelligent System for Industrial Automation –“WCIS –2014”, Quadrat Verlag. PP.166–177.
 25. Khalikov A.A., Ibragimova O.A. (2015) Disinfection, desalination, water heating and single spatial electromagnetic field/ Materials of the international scientific and practical conference: "III anniversary of scientific readings." Collection of articles. Center of scientific publications. P. 21.Kiyev.
 26. Халиков А.А., Ибрагимова О.А., Колесников И.К., Курбанов Ж.Ф. Вопросы определения скорости закрутки воды при её очистке и обеззараживания единым пространственным электромагнитным полем. /Международная научно–практическая конференция «Инновация–2015».Сборник научных статей. –С. 147–148.Ташкент–2015. [In Russian: Halikov, A.A., Ibragimova, O.A., Kolesnikov, I.K., Kurbanov, Zh.F. (2015) Issues of determining the swirling speed of water during its purification and disinfection by a single spatial electromagnetic field. / International scientific-practical conference "Innovation-2015". Collection of scientific articles, Tashkent. PP. 147–148].
 27. Халиков А.А., Ибрагимова О.А., Мусамедова К.А. Обеззараживание и обессоливание воды единым пространственным электромагнитным полем. // Научный альманах №3–3(29).– С.230–235. Тамбов–2017. [In Russian: Halikov, A.A., Ibragimova, O.A., Musamedova, K.A. (2017) Disinfection and desalination of water by a single spatial electromagnetic field. Tambov: Scientific almanac, No. 3–3 (29). PP.230–235].
 28. Халиков А.А., Ибрагимова О.А. Умудий фазовий электромагнит майдон бошқаруви тизими курилмаларини ишлаб чиқиш. // Журнал «Вестник ТашИИТ. Ташкент. 2017. –№1. –С. 95–99. [In Russian: Halikov, A.A., Ibragimova, O.A. (2017) Development of control systems for a single spatial electromagnetic field// Magazine "Vestnik TashIIT", Tashkent.No 1.PP. 95–99].
 29. Халиков А.А., Ибрагимова О.А., Мусамедова К.А. Теория единого пространственного электромагнитного поля, основы обеззараживания, обессоливания и очистки воды. // Иркутский научный журнал. «Наука в современном мире». № 9. 2017. –С.28–31. [In Russian: Halikov, A.A., Ibragimova, O.A., Musamedova, K.A. (2017) The theory of a single spatial electromagnetic field, the basics of disinfection, desalination and water purification //Irkutsk Scientific Journal. "Science in the modern world." No. 9. 2017. PP. 28–31].

30. Халиков А.А., Колесников И.К., Курбанов Ж.Ф. Исследование и разработка единого пространственного электромагнитного поля и устройств на их основе. /Монография. Издательство “Фан ва технология”. Ташкент. –2019. –С.250. [In Russian: Halikov, A.A., Kolesnikov, I.K., Kurbanov, Zh.F. (2019) *Research and development of a single spatial electromagnetic field and devices based on them*/ Monograph. Publishing house “Fan wa technology”. Tashkent].

ORGANIZATION OF SPEED TRAFFIC OF PASSENGER TRAINS ON THE EXPLOITED RAILWAYS

Djabbarov S.T., DSc, professor
Mirakhmedov M., DSc, professor
Tashkent Institute of Railway Engineers
1, Adilxodjaev str., Tashkent, Uzbekistan, 700167
Тел. +998 90 185 29 34; +998 90 925 87 08
E-mail: _saidhon_@inbox.ru; mirakhmedovm@mail.ru

Abstract: Based on the results of mathematical modeling of the movement of high-speed trains on the existing single-track railway, a set of measures was developed to increase (prevent) its throughput and shipping capacity to determine the safe distance between a moving train and a person and elements of the track infrastructure.

Key words: high-speed train traffic, high-speed rail, speed limitation, construction and technological parameters, freight and throughput capacity, capacity deficit, traffic safety, environmental protection.

ТАСАРРУФДАГИ ТЕМИР ЙЎЛЛАРДА ТЕЗЮРАР ЙЎЛОВЧИ ПОЕЗДЛАР ХАРАКАТИНИ ТАШКИЛ ЭТИШ

Jabborov S.T., t.f.d., professor
Mirakhmedov M., t.f.d., professor
Toshkent temir yo'l muxandislari instituti
700167, O'zbekiston, Toshkent, Odilxo'jaev ko'ch., 1
Тел. +998 90 185 29 34; +998 90 925 87 08
E-mail: _saidhon_@inbox.ru; mirakhmedovm@mail.ru

Annotatsiya: Mavjud bir izli temir yo'lda tezyurar va yuqori tezyurar poezdlar harakatini matematik modellashtirish natijablif uning o'tkazish va yuk tashish qobiliyatini oshirish (pasayishiga yo'l qo'ymaslik) hamda harakatlanayotgan poezd bilan odam va yo'l infratuzilmasi elementlari orasidagi masofa aniqlanib, kompleks chora-tadbirlar ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: tezyurar va yuqori tezyurar poezdlar harakati, qurilish-texnologik parametrlar, poezdlarni o'tkazish va yuk tashish imkoniyati, yuk tashish tanqisligi, matematik model, harakat havfsizlik, atrof muxit muxofazasi.

ОРГАНИЗАЦИЯ СКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ НА ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ

Джаббаров С.Т., д.т.н., профессор
Мирахмедов М., д.т.н., профессор
Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта
700167, Узбекистан, Ташкент, ул. Адилходжаева, 1
Тел. +998 90 185 29 34; +998 90 925 87 08
E-mail: _saidhon_@inbox.ru; mirakhmedovm@mail.ru

Аннотация: На основе результатов математического моделирования движения скоростных и высокоскоростных поездов по существующей однопутной железной дороге был разработан комплекс мер по увеличению (предотвращению снижения) ее пропускной и провозной способности и по определению безопасного расстояния между движущимся поездом и человеком и элементами инфраструктуры пути.

Ключевые слова: скоростное и высокоскоростное движение поездов, скоростная и высокоскоростная железная дорога, ограничение скорости, строительные-технологические параметры, провозная и пропускная способность, дефицит провозной способности, математическая модель, безопасность движения, защита окружающей среды.

1. ВВЕДЕНИЕ

Скоростные и высокоскоростные железнодорожные перевозки, являясь быстрыми, недорогими, общедоступными, комфортными и экологически чистыми видами наземного транспорта занимают лидирующие позиции в удовлетворении растущего спроса населения на транспортные услуги.

2. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

В мире для обеспечения безопасной и бесперебойной работы системы «рельс-колесо» разрабатываются методы и технологии проектирования, строительства и эксплуатации скоростных железных дорог в различных приоритетных направлениях, таких как: совершенствование конструкции подвижного состава и элементов верхнего строения пути с учетом воздействия вибродинамических сил, возникающих на большой скорости; влияние движения поездов на окружающую среду и людей и определение мер безопасности вдоль железных дорог; создание средств и методов обеспечивающих безопасное движение скоростных и высокоскоростных поездов по существующим железным дорогам со смешанным движением поездов разной категории на существующих железных дорогах [1-17, 19-22] в том числе, в соответствии с требованиями Директивы 96/48 Европейского союза» [18].

Однако в этих исследованиях не в полной мере рассмотрены проблемы организация движения скоростных и высокоскоростных пассажирских поездов на однопутных железных дорогах со смешанным движением, проектирование скоростных и высокоскоростных железных дорог в районах распространения экзогенных процессов, например, песчаных пустынь.

3. ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

К этим задачам относятся следующее:

- выявление факторов влияния на максимальный уровень скорости, безопасность и эффективность движения пассажирских поездов на существующих линиях;
- разработка методики по установлению параметров инфраструктуры железной дороги, оказывающих влияние на принятие проектных решений по реконструкции и модернизации существующих и строительству новых участков скоростных железных дорог с учетом максимальной скорости движения пассажирских поездов;
- разработка методики по выявлению критериальных условий проектирования скоростного движения поездов на линиях с грузовым движением и компенсации дефицита провозной способности при сочетании скоростного и высокоскоростного движения;
- влияние характера распространения вторичных воздушных потоков на людей и окружающую среду, особенно, в условиях распространения подвижных песков вокруг скоростного поезда для безопасного размещения элементов инфраструктуры скоростной железной дороги.

4. ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проектирование скоростного и высокоскоростного движения поездов с использованием существующей инфраструктуры в отличие от строительства новых специализированных высокоскоростных магистралей могут быть определены только с учетом ряд факторов, ограничивающих скорость движения поездов:

- многочисленных кривых малого радиуса;
- несоответствия конструкции верхнего строения пути, в первую очередь, стрелочных переводов и рельсов, контактной сети и тяговых подстанций, устройства связи и сигнализации в отношении к предъявляемым им повышенным требованиям, в первую очередь, для обеспечения уровня комфорта для пассажиров.

Общий объем работ по устранению как локальных, так и линейных ограничений скорости невозможно привести к единому измерителю, поэтому, они должны быть определены по видам ограничений, типу устройств и сооружения [25].

Все ограничения скоростей движения поездов, вызванных существующим состоянием инфраструктура железнодорожного пути можно условно разделить на две категории: локальные и линейные (протяженные). Ограничения скорости, не зависимо к какой категории они отнесены, могут быть двух видов: временные и постоянные (рис. 1).



Рис. 1. Классификация ограничений скоростей движения поездов

Снятие каждого ограничения скорости приводит к увеличению скорости на величину $\Delta V = V_{ПМ} - V_{ДМ}$ и в сумме к экономии (снижению) времени хода поезда на

$$\Delta t = 60 \sum_{i=1}^k L_i \frac{\Delta V_i}{V_{ДМi} (V_{ДМi} + \Delta V_i)} \tag{3}$$

где $V_{ДМ}$ и $V_{ПМ}$ - средние скорости на данном участке ограничения до и после модернизации.

На каждом рассматриваемом i -ом месте ограничения скорости движения поездов, сокращения времени хода поезда составит

$$\Delta t = \frac{l_{огрi}}{V_{maxi} - V_{огрi}} = \frac{l_{огрi}}{\Delta V_i} \tag{4}$$

Для снятия (устранения) ограничения скорости на данном i -ом участке необходимы капитальные вложения (средства) в размере K_i . Следовательно, стоимость сокращения времени хода поезда на одну минуту на данном i -ом участке C_{li} равна следующему

$$C_{li} = \frac{K_i}{\Delta t} \tag{5}$$

или учитывая (4) выражение (5) можно представить в следующем виде

$$C_{li} = \frac{K_i \cdot \Delta V_i}{l_{огрi}} \tag{6}$$

В исследовании инфраструктура существующей железной дороги рассмотрена как линейная природно-техническая система, элементами которой являются отдельные участки железнодорожного пути.

Подсистемами технической системы «инфраструктура существующей железной дороги» приняты её отдельные объекты или конструктивные элементы, выделяемые на основе принципа декомпозиции.

Предполагая, что между строительно-технологическими параметрами отдельных объектов или конструктивных элементов подсистем i -го уровня инфраструктуры существующей железной дороги существуют устойчивые структурные, физические, функциональные, экономические связи, железная дорога представлена в виде сложной технической системы, состоящей из множества подсистем I, II, III, \dots, i -го уровня (рис. 2); установлены её границы, а также границы подсистем различного уровня; определены и установлены в каждой подсистеме ограничения скоростей движению пассажирских поездов по постоянным устройствам и сооружениям железной дороги.



Примечание: продольная ось ж.д. определяющая пространственное положение самой системы и взаимное расположение ее подсистем

Рис. 2. Деление технической системы «инфраструктура существующей железной дороги» на подсистемы

Декомпозиция задачи, расширение установленных границ систем и подсистем, влияющих на функционирование исследуемой системы, позволили сократить количество рассматриваемых вариантов проектных решений введения скоростного движения пассажирских поездов, с использованием существующей инфраструктуры железнодорожной линии.

Установление границ и протяженности участков проведено в зависимости от конкретных условий движения поездов, уровня, характера и месторасположения мест ограничения скорости на каждом участке линии, предлагаемым методом, в основу которого заложен принцип группировки мест локальных ограничений скорости и учета длины разгона и тормозного пути поезда. В качестве границ участков для оптимизации переустройства приняты границы участков со сгруппированными местами локальных ограничений скорости, которые могут быть устранены в результате выполнения мероприятий по реконструкции инфраструктуры железной дороги.

Предлагаемый метод деления на участки и установления границ подсистем с группировкой мест ограничения скорости по их причинам, позволяет получить результаты, более точно учитывающие реальные условия движения скоростного поезда [25].

Минимальная длина участка $l_{уч}$, где рассматривается несколько вариантов уровня скорости, должна быть больше или равно сумме длины разгона $l_{разг}$ и тормозного пути $l_{торм}$ поезда (рис. 3) то есть,

$$l_{уч} \geq l_{разг} + l_{торм} \tag{7}$$

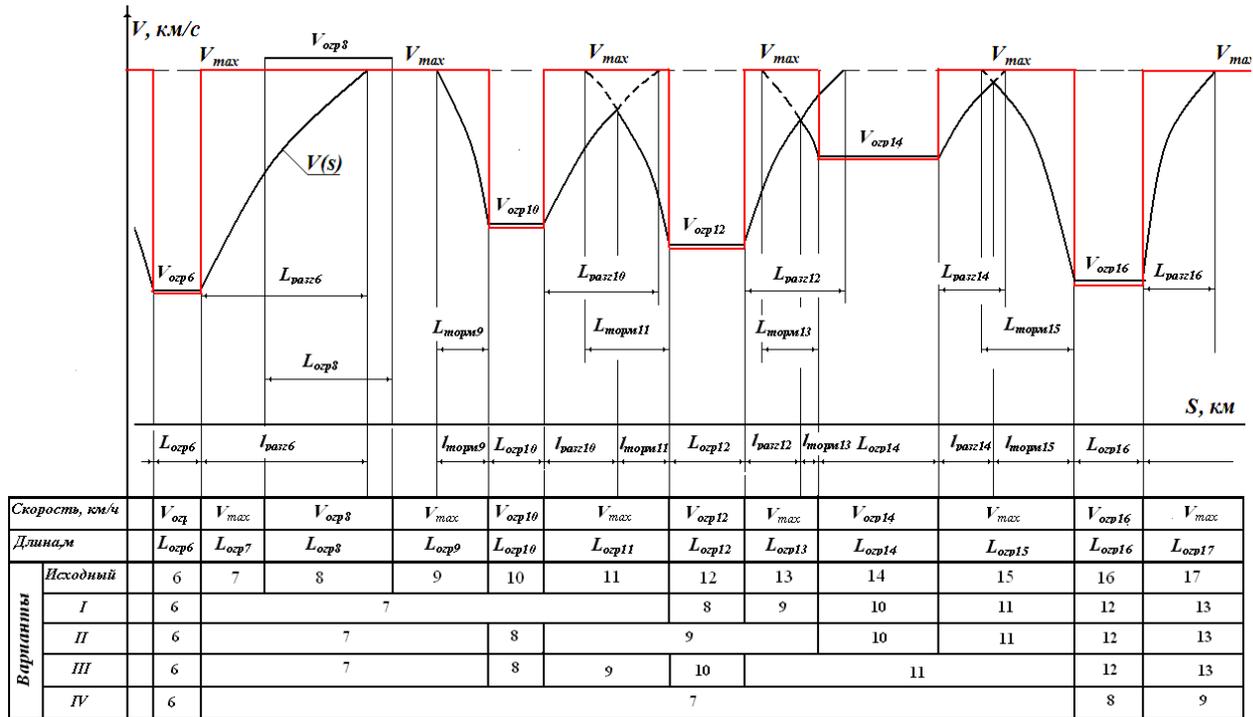


Рис. 3. Установление границ участков

Существующий способ определения этапов производства работ по реконструкции железных дорог сводится к решению двойственной задачи:

- отысканию максимального сокращения времени хода пассажирского поезда ΔT_{max} на i -том этапе при заданных капиталовложениях K ;
- определение минимальных капиталовложений K_{min} на i -том этапе при заданном значении требуемого сокращения времени хода поезда ΔT .

Размеры грузовых перевозок до и после введения скоростного (высокоскоростного) движения пассажирских поездов соответственно можно определить по формулам

$$n_{сп}^d = N - \sum_{i=1}^k n_i \varepsilon_i \tag{9}$$

$$n_{сп}^n = N - n_{уск} \varepsilon_{уск} - \sum_{i=1}^k n_i \varepsilon_i \tag{10}$$

где N – наличная пропускная способность линии;

$n_{уск}$ – количество подлежащих ускорению пассажирских поездов;

$\varepsilon_{уск}$ – коэффициент съема грузовых поездов ускоренными пассажирскими поездами;

n_i – количество i -ой категории не грузовых поездов;

ε_i – коэффициент съема грузовых поездов i -ой категории не грузовых поездов.

В результате увеличения скоростей движения пассажирских поездов происходит уменьшение размеров грузового движения на величину

$$\Delta n_{zp} = n_{zp}^{\partial} - n_{zp}^n \quad (11)$$

При этом возникает дефицит провозной способности, равный по величине

$$\Delta \Gamma = \Gamma^{\partial} - \Gamma^n = \Delta n_{zp} Q_{cp}^n 365 \gamma \quad (12)$$

Компенсация дефицита провозной способности возможна за счет:

1. Увеличения норм массы поезда при сохранении наличной пропускной способности N ;
2. Увеличения наличной пропускной способности N за счет перехода к меньшему интервалу I на двухпутной линии.

Предполагая, что размеры перевозок не растут, т.е. $\Gamma(t) \cong const$, приравняв уравнения (9) и (10), можно определить среднюю массу грузового поезда после введения скоростного движения пассажирских поездов

$$Q_{cp}^n = Q_{cp}^{\partial} k_y \quad (13)$$

где k_y – коэффициент увеличения средней массы состава после введения скоростного движения поездов, определяемый по следующему выражению

$$k_y = \frac{N - \sum_{i=1}^k n_i \varepsilon_i}{N - n_{yck} \varepsilon_{yck} - \sum_{i=1}^k n_i \varepsilon_i} \quad (14)$$

Если поставить другое условие, т.е. сохранение пропускной способности по грузовому движению за счет сокращения интервала I при соответствующей реконструкции системы сигнализации, то в качестве исходной посылки можно принять равенство

$$N_{zp}^{\partial} = N_{zp}^n \quad (15)$$

С учетом (9, 10) равенство (15) можно представить в следующем виде

$$\begin{aligned} & \frac{N_{\text{воз}}^{\partial}}{1 + \beta} - N_{nac}^{\partial} \cdot \varepsilon_{nac} - N_{cb}^{\partial} (\varepsilon_{cb} - 1) - N_{xoz}^{\partial} \varepsilon_{xoz} - N_{nop}^{\partial} = \\ & = \frac{N_{\text{воз}}^n}{1 + \beta} - N_{ck}^n \varepsilon_{ck} - N_{nac}^n \cdot \varepsilon_{nac} - N_{cb}^n (\varepsilon_{cb} - 1) - N_{xoz}^n \varepsilon_{xoz} - N_{nop}^n \end{aligned} \quad (16)$$

Полагая, что расчетные интервалы между попутными поездами в пакете в нечетном и четном направлении I_p' и I_p'' до и после введения скоростного движения пассажирских поездов равны, т.е. $I_p' = I_p'' = I_p^{\partial}$, а также период непарного графика движения поездов не изменяется, то уравнение (16) можно записать в следующем виде

$$\begin{aligned} & \frac{2(1440 - t_{mex}) \alpha_n}{(2 - \alpha_n) T_{nep} + 2I_p^{\partial} \alpha_n} - N_{nac}^{\partial} \cdot \varepsilon_{nac} - N_{cb}^{\partial} (\varepsilon_{cb} - 1) - N_{xoz}^{\partial} \varepsilon_{xoz} - N_{nop}^{\partial} = \\ & = \frac{2(1440 - t_{mex}) \alpha_n}{(2 - \alpha_n) T_{nep} + 2I_p^n \alpha_n} - N_{ck}^n \varepsilon_{ck} - N_{nac}^n \cdot \varepsilon_{nac} - N_{cb}^n (\varepsilon_{cb} - 1) - N_{xoz}^n \varepsilon_{xoz} - N_{nop}^n \end{aligned} \quad (16)'$$

Исходя из (16)' можно получить равенство, при котором будет достигнута компенсация дефицита провозной способности

$$I_p^n = \frac{1}{2\alpha_n} \left\{ \frac{1}{\left[\frac{1}{(2 - \alpha_n) T_{nep} + 2I_p^{\partial} \alpha_n} - \frac{(N_{nac}^{\partial} - N_{nac}^n) \varepsilon_{nac} - N_{ck}^n \varepsilon_{ck}}{2(1440 - t_{mex}) \alpha_n} \right]} - (2 - \alpha_n) T_{nep} \right\} \quad (17)$$

Расчеты при $t_{mex} = 180$ мин. $\alpha_n = 0.85$ и для $\varepsilon_{yck} = 2.76$ показывают, что данное средство может быть рассмотрено в качестве альтернативного для ликвидации дефицита провозной способности [23, 25].

Как показали исследования изменение (уменьшение) межпоездного интервала на 3 мин (при $I_{\partial m} = 16$ мин) позволяет (без ущерба) ввести в обращение до 5 скоростных поездов [23, 25].

Для сохранения провозной способности по грузовому движению при проектировании скоростного движения на существующих железных дорогах необходимо рассмотреть комбинацию указанных двух подходов увеличения Q_{cp} и снижение I и выбрать наиболее оптимальный.

Обеспечение безопасности пассажиров и бесперебойности движения высокоскоростных пассажирских поездов достигается применением научно обоснованных норм проектирования объектов инфраструктуры железной дороги.

Расширение полигона скоростного и высокоскоростного движения поездов требует совершенствования отдельных разделов, используемых в настоящее время в нашей стране норм проектирования железных дорог. Это, прежде всего, касается установления (нормирования) минимально допустимого расстояния расположения людей и отдельных объектов инфраструктуры железных дорог от оси скоростной железной дороги.

В отдельных случаях при проектировании высокоскоростных железных дорог возникает необходимость пересечение песчаных массивов (строительство отдельных участков линии Бухара-Мискин). В ходе строительства образуются техногенные пески, утратившие свое естественное сложение и структуру. В результате эти пески при скорости ветра на поверхности песка более критической переносятся и создают проблемы, как в период строительства, так и при эксплуатации [23].

При движении, скоростные и высокоскоростные поезда за счет вовлечения в движение воздуха создает поток, избыточное давление которого может оказывать негативное влияние на элементы инфраструктуры железной дороги (будки, переезды, человек, почва, здания вокзалов и др.). Поэтому изучение влияния потоков, создаваемых поездами при скоростях движения свыше 160-200 км/ч, является актуальной задачей обеспечения безопасности на железной дороге.

Исследование воздушных потоков вокруг высокоскоростного пассажирского поезда проведено по принципу «от простого к сложному», моделируя его движение осесимметричным телом, движущимся в сжимаемой (акустической) среде с постоянной скоростью v_0 [19, 22, 26]. При этом предполагаем, что тело находится на высоте h от границы полупространства (рис. 4). Обозначим через L длину тела, R - наибольшее удаление границы тела от оси вращения и полагаем, что $R/L \ll 1$. Введя осесимметрические координаты $r = \sqrt{x^2 + y^2}$, z_1 и обозначим через t время. Начало координат установлено в среднем сечении тела, ось Oz_1 направлено по оси тела, а ось Or перпендикулярная к ней.

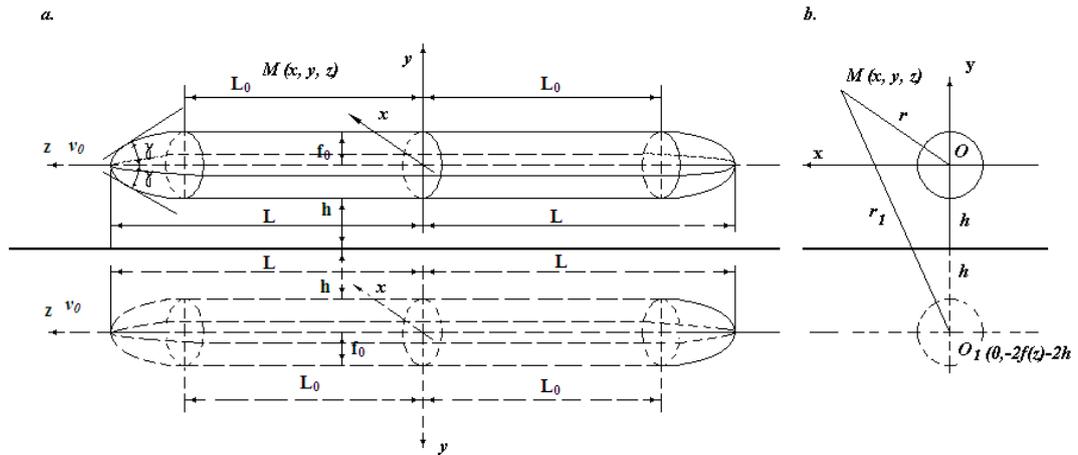


Рис. 4. Схема движения осесимметрического тела в полупространстве

Компоненты скоростей частиц воздушной среды по осям координат Oz и Or можно определить через потенциал скорости $\varphi_1(r, z_1, t)$ по формулам

$$v_z = \frac{\partial \varphi_1}{\partial z}, v_r = \frac{\partial \varphi_1}{\partial r} \quad (18)$$

Уравнение распространения акустической волны в воздушной среде можно записать в следующем виде

$$\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial t^2} = a^2 \left(\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi_1}{\partial r} + \frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial z_1^2} \right) \quad (19)$$

После некоторых преобразований функцию $\varphi_1(r, z)$ можно представить в следующем виде

$$\varphi_1 = [\varphi(z, r) + \varphi(z, r_1)]/2 \quad (20)$$

где $r_1 = \sqrt{x^2 + [2f_1(z) + 2h + y]^2}$.

Можно показать, что представленная формулой (9) функция $\varphi_1(r, z)$ удовлетворяет всем условиям рассматриваемой задачи.

Компоненты вектора скорости частиц воздуха в декартовой системе координат в произвольной точке пространства выражаются по формулам

$$v_x = \frac{\partial \varphi_1}{\partial x} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial r} \frac{\partial r}{\partial x} + \frac{\partial \varphi}{\partial r_1} \frac{\partial r_1}{\partial x} \right) \quad (21)$$

$$v_y = \frac{\partial \varphi_1}{\partial y} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial r} \frac{\partial r}{\partial y} + \frac{\partial \varphi}{\partial r_1} \frac{\partial r_1}{\partial y} \right) \quad (22)$$

$$v_z = \frac{\partial \varphi_1}{\partial z} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z} + \frac{\partial \varphi}{\partial r_1} \frac{\partial r_1}{\partial z} \right) \quad (23)$$

Дальнейшее исследование распределения воздушного потока и определение его скорости вдоль движущегося высокоскоростного поезда, проведено на модели поезда, который составлен из локомотива и $2n$ вагонов. Локомотив и вагоны представлены в качестве осесимметричного тела, с обтекаемой формой головной и хвостовой части движущегося в сжимаемой (акустической) среде (рис. 5).

Для определенности считаем, что локомотив и все вагоны имеют одинаковые цилиндрические формы, состоящие из кругового цилиндра и одинаковых круговых конусов в начальных и конечных сечениях

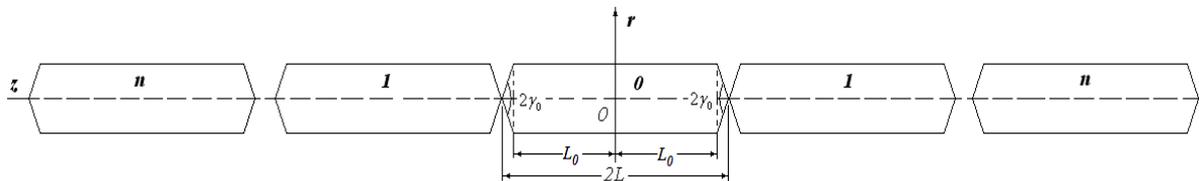


Рис. 5. Схема движения поезда с локомотивом и $2n$ вагонов

Давление в воздушном потоке определяем по формуле

$$\Delta p = -\rho_0 \frac{\partial \varphi}{\partial t} = \rho_0 v_0 \frac{\partial \varphi}{\partial z} \quad (24)$$

5. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

На рис. 6 приведено графическое изображение результатов расчета сокращения времени хода поезда Δt для условного места ограничения длиной 1 км в зависимости от приращения скорости ΔV после снятия ограничений, определенное по формуле (3) [25]. Анализ выражения (3) показывает, что при одинаковой длине места ограничения скорости – L_i наибольший эффект в сокращении времени хода достигается при устранении ограничений с наименьшим уровнем ограничения скорости V_{DM} и где можно достичь большего приращения скорости движения ΔV .

Проверка результатов, полученных по изложенной выше методике (4-8) на некоторых участках линии А-Б и К-М, входящих в полигон скоростных железных дорог АО «Ўзбекистон темир йўллари» подтвердила правомерность этих выводов, где количество рассматриваемых участков сократилось с 33 и 21 до 21 и 17 соответственно, уменьшилось также и количество рассматриваемых вариантов при оптимизации переустройства существующей линии[25].

Анализ выражения (6) показывает, что:

- при одинаковых затратах и приращении скорости наиболее эффективным является устранения ограничений с наибольшей длиной;
- при одинаковых затратах и длине места ограничения скорости рациональным является устранения ограничений с наибольшим приращением скорости;
- при одинаковом приращении скорости затратах и длине места ограничения скорости рациональным является устранения ограничений с наименьшими затратами.

Рассматривая совместно эти две задачи можно заключить, что предлагаемый метод деления линии на участки также приводит к сокращению рассматриваемых вариантов, снижению капитальных затрат в пределе до 10% (рис. 7) [25].

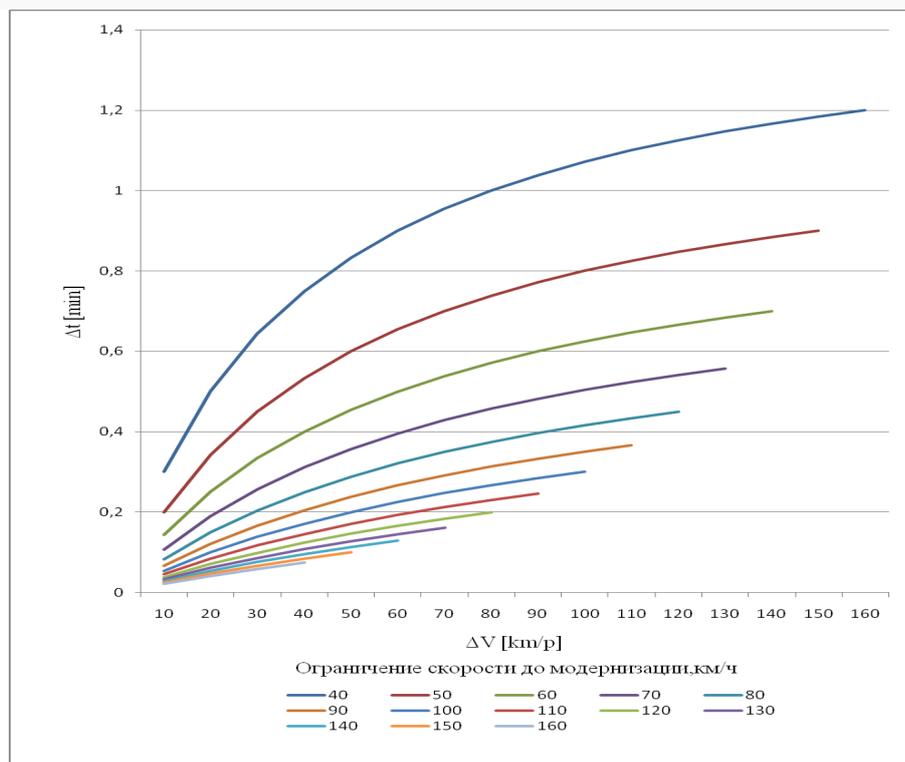
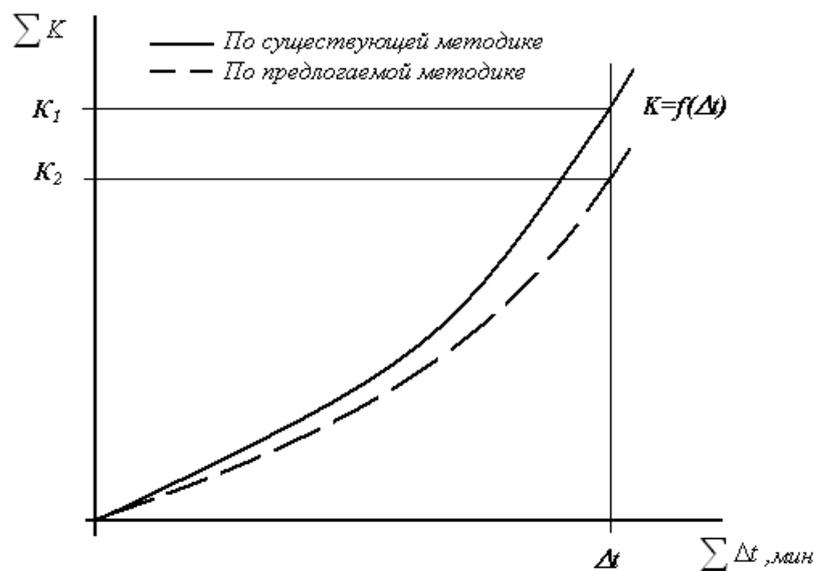


Рис. 6. Зависимости сокращения времени хода поезда от приращения скорости после снятия ограничений

Рис. 7. Графики зависимости $K=f(\Delta t)$

Так как длина направления, в котором вводится скоростное движение поездов, как правило, достаточно велика, выполнение всего объема работ в один этап практически невозможно, т.е. эти работы должны выполняться в несколько этапов.

Совмещение грузового и пассажирского движения на существующих железных дорогах (Узбекистана и других стран Центральной Азии) является объективным фактором, отражающим современный уровень развития сети. Известно, что пассажирское движение снимает часть грузового движения, основным показателем которого является коэффициент съема $\epsilon_{\text{пс}}$.

С использованием математической модели (8-17) и информационных технологий построены графики изменения скорости воздушного потока вдоль движущегося в акустической среде тела на различном расстоянии от него (рис. 8). Анализ построенных графиков показывает, что общая физика воздушных потоков вдоль движущегося тела идентична.

При этом с приближением поезда начинается возмущение воздуха. Когда головной вагон приближается к точке наблюдения, давление достигает своего максимального значения и резко падает. Появляется отрицательное давление, т.е. отсос воздуха, абсолютное максимальное значение которого превышает максимума избыточного давления. Далее происходит резкий спад давления и в конце поезда вновь поочередно появляется отрицательное и избыточное давление, значение которых соответственно равны значению в головной части поезда (рис. 9а). Во втором случае, четко видно влияние междувагонного пространства на

характер, абсолютную величину аэродинамического давления, которое имеет тенденцию к увеличению (рис. 9б).

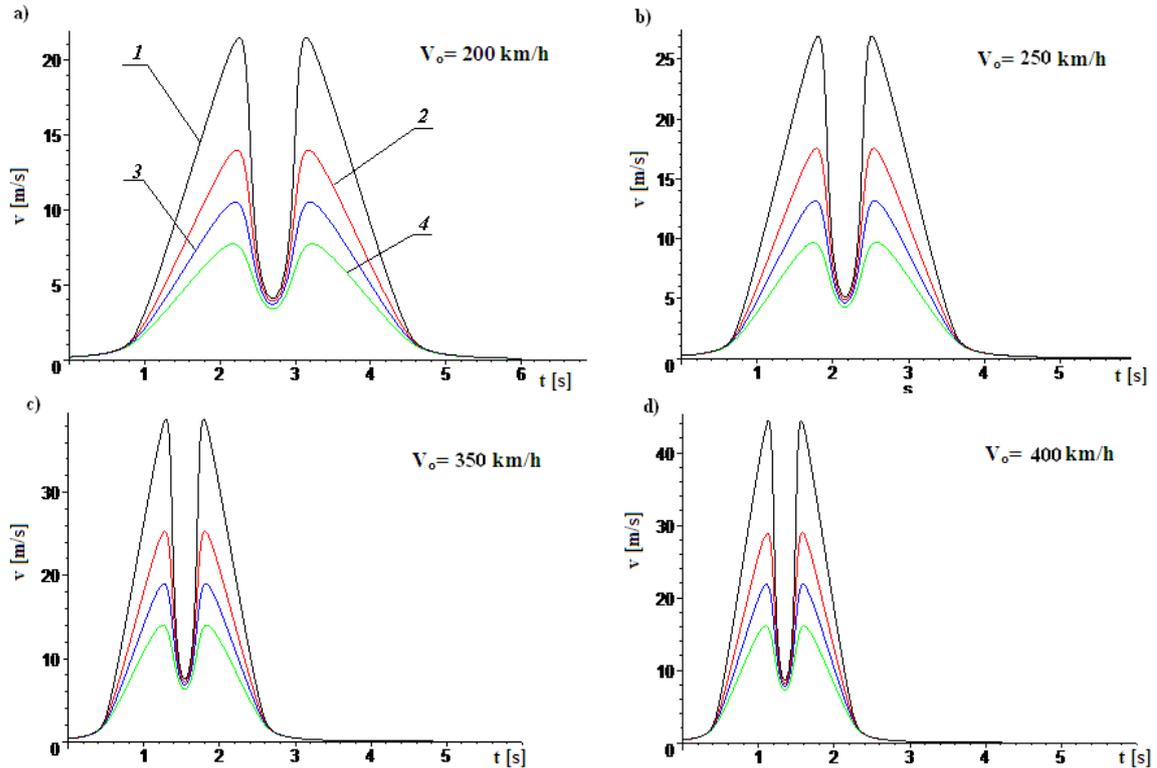


Рис. 8. Графики изменения скорости воздушного потока вдоль движущегося тела с видом головной и хвостовой части в виде конуса на расстояниях: 1 - 3,55 м; 2 - 6,0 м; 3 - 8,0 м; 4 - 10 м.

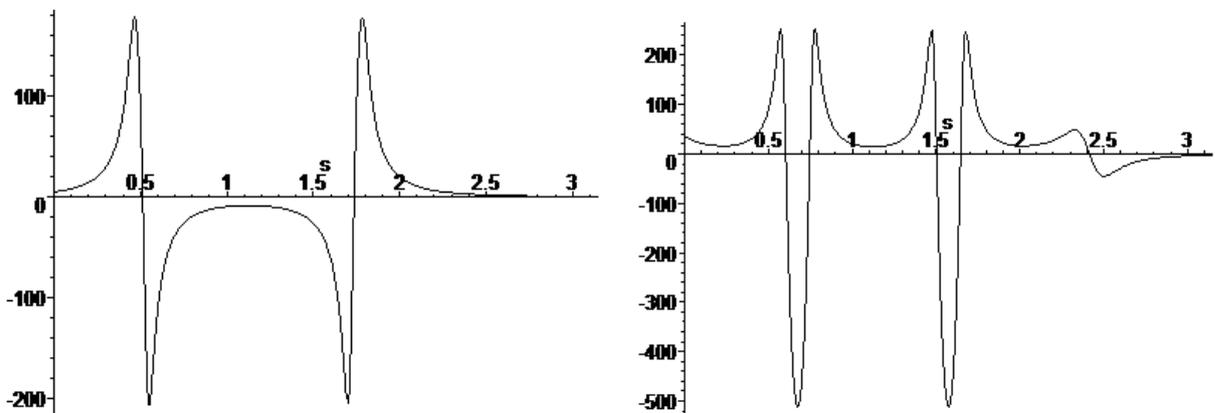


Рис. 9. Изменение давления на краю платформы с учетом отсутствия (а) и наличия (б) пространства между вагонами и локомотивом в момент прохождения поезда

Аналогичные кривые можно построить для точек, расположенных на различном расстоянии от движущегося высокоскоростного поезда с различными скоростями (200, 250, 350, 400 км/ч) и построить зависимости изменения скорости воздушного потока (или аэродинамического давления) от скорости поезда и расстояния от него (рис. 10), которые позволяют решить следующие задачи:

- при известном значении скорости высокоскоростного поезда V и расстоянии до отдельного объекта инфраструктуры $M(x, y, z)$ установить необходимые требования к физико-механическим свойствам и техническим параметрам данного объекта;

- при известном расстоянии до отдельного объекта инфраструктуры $M(x, y, z)$, физико-механических свойств и технических параметров объекта инфраструктуры существующей железной дороги установить максимально-допустимую скорость движения высокоскоростного поезда вблизи объекта или по данному объекту;

- установить минимально - безопасное расстояние нахождения людей при прохождении высокоскоростного поезда.

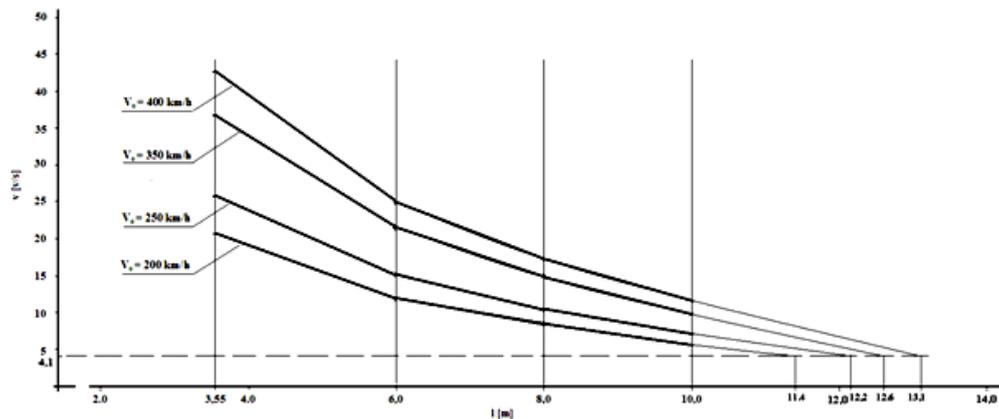


Рис. 10. Изменение скорости вторичного воздушного потока на различном расстоянии от движущегося поезда

6. ВЫВОДЫ

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Выявлены возможные меры по сохранению (или увеличению) возможной провозной и пропускной способности после введения скоростного движения пассажирских поездов на эксплуатируемых однопутных железных дорог, которые сводятся к следующему:

- выявление ограничений скоростей движению пассажирских поездов по постоянным устройствам и сооружениям железной дороги; установление границ подсистем различного уровня технической системы «инфраструктура существующей железной дороги»; группировка мест ограничений скорости на основе учета длины участка разгона и тормозного пути поезда.

2. На основе группировки мест ограничения скорости:

- установление этапов (или рациональной последовательности) производства работ по реконструкции (модернизации) инфраструктуры существующей железной дороги с учетом возможностей путейских, строительных и других производственных подразделений дороги.

3. Определение максимально-допустимых скоростей высокоскоростного поезда с учетом строительно-технологических параметров постоянных устройств и сооружений существующей инфраструктуры железных дорог.

4. Установление минимально-допустимой скорости поезда, предотвращающая развитие экзогенных процессов и минимизирующая негативное влияние движения высокоскоростного поезда на окружающую среду, а также ширины придорожной полосы земляного полотна (включая откосы, кюветы), отсыпанного из барханного песка, подлежащая закреплению.

5. Установка знаков минимально-безопасного расстояния нахождения людей вблизи проходящего поезда, обеспечивающих безопасное движение высокоскоростного поезда.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Перспективы высокоскоростных пассажирских перевозок (2015) Железные дороги мира. No.12.P. 9-20 [In Russian: Prospects for high-speed passenger transportation (2015) *Railways of the world*].
2. Сушков Ю.С. (2013) Проблемы и закономерности развития скоростных железных дорог в мире. Градостроительство. No.1. P.75-81 [In Russian: Sushkov, Yu.S. (2013) Problems and patterns of development of high-speed railways in the world. *Urban Development*].
3. WorldSpeedSurvey (2013) Chinasprintsoutinfront. *Railway Gazette International*. URL: <http://www.railwaygazette.com/news/high-speed/single-view/view/world-speed-survey-2013-china-sprints-out-in-front.html>.
4. Волчок Ю.Г. (2011) Формирование единого транспортного пространства Евразийского экономического сообщества. Транспорт Российской Федерации. No. 1(32). P. 4-7 [In Russian: Volchok YuG (2011) Formation of the common transport space of the Eurasian Economic Community. *Transport of the Russian Federation*].
5. Djabbarov, S. (2016) Prospects for raising passenger train speed on the reconstructed section of the Uzbekistan railways. *Transport Problems*. Vol. 11. No. 4. P.103-110.
6. Djabbarov, S., Mirakhmedov, M. (2015) Features of the organization movements of high-speed passenger train on Tashkent - Andijan line (of the Uzbekistan railway). In: VII Int. Sci.Conf. "Transport Problems". Katowice: Silesian University of Technology. P.355-360.
7. Breimeier, R. Создание в Германии скоростной железнодорожной сети. // *Eisenbahntechnische Rundschau*, 1999, №1-3 с. 15-16, 23-26, 28-29, пер. с нем.
8. Andersen, Sven. Проблематика смешанных пассажирских и грузовых перевозок при большой разнице скоростей движения. // *Eisenbahntechnische Rundschau*, 1995. №5 с.351-360, перевод с нем.
9. Raghunathan, R.S., Kim, H-D, Setoguchi, T. (2002) Aerodynamics of high-speed railway train. *Progress in Aerospace Sciences*. Vol. 38. No. 6-7.P. 469-514.
10. Diedrichs, B. (2006) Studies of Two Aerodynamic Effects on High-Speed Trains: Crosswind Stability and Discomforting Car Body Vibrations inside Tunnels. Doctoral Thesis. Stockholm: KTH. 74 p. URL: <http://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:11067/FULLTEXT01.pdf>.

11. Holmes, S., Schroeder, M., Toma, E. (2000) High-Speed Passenger and Intercity Train Aerodynamic Computer Modeling. In: *International Mechanical Engineering Congress & Exposition*. November 5-10, 2000, Orlando, Florida.
12. Khayrullina, A., Blocken, B., Janssen, W., Straathof, J. (2015) CFD simulation of train aerodynamics: train-induced wind conditions at an underground railroad passenger platform. *Journal of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics*. Vol. 139. P. 100-110.
13. Quinn, A.D., Hayward, M., Baker, C.J., Schmid, F., Priest, J., Powrie, W. (2009) A full-scale experimental and modelling study of ballast flight under high speed trains. *Journal of Rail and Rapid Transit*. Vol. 224. No. 2. P. 61-74.
14. Jing, G.Q., Zhou, Y.D., Lin, J., Zhang, J. (2012) Ballast flying mechanism and sensitivity factors analysis. *International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems*. Vol. 5. No. 4. P. 928-939.
15. Baker, C.J., Dalley, S.J., Johnson, T., Quinn, A., Wright, N.G. (2001) The slipstream and wake of a high speed train. Proc. IMechE, Part F: *Journal of Rail and Rapid Transit*. Vol. 215. No. 2. P. 83-99.
16. Sterling, M., Baker, C.J., Jordon, S.C., Johnson, T. (2008) A Study of the Slipstreams of High-Speed Passenger Trains and Freight Trains. Proc. IMechE, Part F: *Journal of Rail and Rapid Transit*. Vol. 222. P. 177 – 193.
17. Baker, C. (2010) The Flow Around High Speed Trains. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*. Vol. 98. P. 277 – 299.
18. Commission Recommendation of 21 March 2001 on the basic parameters of the trans-European high-speed rail system referred to in Article 5(3)(b) of Directive 96/48/EC. URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001H0290&from=EN>.
19. Джаббаров С.Т., Мирахмедов М., Мардонов Б.М. (2016) К вопросу безопасности пассажира на высокой железнодорожной платформе при прохождении высокоскоростного поезда. *Инновационный транспорт*. No. 3(21). P. 39-44 [In Russian: Jabbarov, S.T., Mirakhmedov, M., Mardonov, B.M. (2016) On the question of the safety of the passenger on a high railway platform when high-speed train is passing. "Innotrans" Journal].
20. Djabbarov, S., Mirakhmedov, M., Mardonov, B. (2016) Aerodynamic field model of high-speed train. In: VIII Conference International "Transport Problems". Katowice: Silesian University of Technology. P.107-115.
21. Лазаренко Ю.М., Капускин А.Н. (2012) Аэродинамическое воздействие высокоскоростного электропоезда "Сапсан" на пассажиров на платформах и на встречные поезда при скрещении. Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. No. 4. P. 11-14 [In Russian: Lazarenko, Yu.M., Kapuskin, A.N. (2012) Aerodynamic impact of high-speed electric train "Sapsan" on passengers on platforms and on oncoming trains at crossing. *Bulletin of the Scientific Research Institute of Railway Transport*].
22. Orellano, A. (2012) Aerodynamics of High Speed Trains. *Vehicle Aerodynamics Lecture*. 79 p. URL: https://www.mech.kth.se/courses/5C1211/Orellano_2012.pdf.
23. Мирахмедов М.М. (1991) Технология и организация работ по закреплению подвижных песков. Ташкент: Фан. 143 с. [In Russian: Mirakhmedov, M.M. (1991) *Technology and organization of works on fixing mobile sands*. Tashkent: Fan].
24. Инструкция по расчету наличной пропускной способности железных дорог (2011) Москва: ОАО «РЖД». 305 p. [In Russian: Instruction on the calculation of the available railway capacity (2011) Moscow: JSC Russian Railways].
25. Джаббаров С.Т. (2017) Скоростное и высокоскоростное движение поездов на железных дорогах Узбекистана (монография) Ташкент: Paradigma. 200 p. [In Russian: Djabbarov, S. S. (2017) *High-speed and high-speed train traffic on the railways of Uzbekistan* (monograph) Tashkent: Paradigma].
26. Djabbarov, S. (et al.) (2018) Potential and Problems of the Development of Speed Traffic on the Railways of Uzbekistan. *Transport Systems and Delivery of Cargo on East-West Routes*. (Editors: Sladkowski, Aleksander)/ Vol. 155, P. 369-421.

ANALYSIS OF CAPACITY OF EXISTING PLOTS ON JSC «UZBEKISTAN TEMIR YULLARI»

Sakizhan Khudaiberganov - candidate of technical sciences,
head of the department "Management of the operational work of the railway"
Shohrukh Kayumov - assistant
Tashkent Institute of Railway Engineers
700167, Uzbekistan, Tashkent, 1, Adylkhajayev st.
Tel: +99893 591 72 73
E-mail: k.shohrukh@mail.ru

Abstract: The effectiveness of railway transport largely depends on compliance with the requirements for transportation of passengers and cargo and the capabilities of railways. Evaluation of real transportation capabilities allows you to justifiably plan the volume of transportation and the necessary resources for this, conclude contractual obligations for the transportation of passengers and goods, and also fulfill the established delivery dates. The article analyzes and calculates the throughput of the single-track railway section of Navoi-Bukhara-1 and defines ways to increase it.

Keywords: Freight and throughput, alarm, centralization and blocking, European Council, Union of Security Systems Manufacturers, train control system, interval train control system.

“ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ” АЖ МАВЖУД УЧАСТКАЛАРИНИНГ ЎТКАЗИШ ҚОБИЛИЯТИ ТАҲЛИЛИ

Соқижон Худойберганов – т.ф.н., «Темир йўлнинг эксплуатация ишларини бошқариш» каф. мудири
Шохрух Каюмов – ассистент
Тошкент темир йўл мухандислари институти
Тел: +99893 591 72 73
E-mail: k.shohrukh@mail.ru

Аннотация: Темир йўл транспортининг самарадорлиги кўп жиҳатдан йўловчилар ва юкларни ташиш талабларига, темир йўлларнинг имкониятига боғлиқдир. Мавжуд транспорт имкониятларини баҳолаш сизга ташиш ҳажми ва бунинг учун зарур ресурсларни оқилона режалаштириш, йўловчилар ва юкларни ташиш бўйича шартнома мажбуриятларини бажариш, шунингдек етказиб беришнинг белгиланган муддатини бажариш имконини беради. Мақолада “Навоий-Бухоро-1” бир йўллик темир йўл участкасининг ўтказиш қобилияти таҳлил қилинган ва ҳисоблаб чиқилган, ва уни ошириш йўллари аниқланган.

Калит сўзлар: Юк ва ўтиш қобилияти, сигнализиция, марказлашлатириш ва блокировка, Европа Кенгаши, Хавфсизлик тизимлари ишлаб чиқарувчилар уюшмаси, поездларни бошқариш тизими, поездларни бошқаришнинг оралиқ тизими.

АНАЛИЗ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ УЧАСТКОВ АО «УЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙУЛЛАРИ»

Сакижан Худайберганов – к.т.н., зав. каф. «Управление эксплуатационной работой железной дороги»,
Шохрух Каюмов – ассистент
Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта
700167, Узбекистан, Ташкент, ул. Адълхаджаева, 1
Тел: +99893 591 72 73
E-mail: k.shohrukh@mail.ru

Аннотация. Эффективность работы железнодорожного транспорта во многом зависит от соблюдения соответствия потребностей в перевозках пассажиров и грузов и возможностей железных дорог. Оценка реальных перевозочных возможностей позволяет обоснованно планировать объем перевозок и необходимые для этого ресурсы, заключать договорные обязательства на перевозку пассажиров и грузов, а также выполнять установленные сроки доставки. В статье проанализирована и рассчитана пропускная способность однопутного железнодорожного участка Навои-Бухара-1 и определены способы ее увеличения.

Ключевые слова. Провозная и пропускная способность, сигнализация, централизация и блокировка, Европейский совет, союз производителей систем безопасности, система управления движением поездов, система интервального регулирования движения поездов.

1. ВВЕДЕНИЕ

Транспортный комплекс Республики Узбекистана был и остается стратегически важной отраслью национальной экономики. Эффективная работа транспортной системы обеспечивает стабильное социально-экономическое развитие страны, ее территориальную целостность, международные связи и конкурентоспособность отечественной продукции на мировых рынках. Определяющая роль в национальной транспортной системе по-прежнему принадлежит железнодорожному транспорту, являющемуся основным, а в некоторых случаях и единственным видом транспорта, осуществляющим массовые перевозки грузов. Проблемы монополизации хозяйственной жизни, конкуренция на товарных рынках привлекают сегодня пристальное внимание не только специалистов, но и широких слоев населения. В последние годы, несмотря на наличие конкурентных преимуществ в виде широкой географии перевозок, высоких провозных и пропускных способностях, всесезонности и безопасности, железнодорожный транспорт испытывает возрастающую конкуренцию со стороны других видов транспорта, в первую очередь – автомобильного, что приводит к постепенному сокращению доли железнодорожных перевозок. Снижение конкурентоспособности железнодорожного транспорта связано как с объективными (институциональные преобразования в ряде базовых отраслей, общеэкономический кризис, изменение направлений и структуры грузопотоков), так и субъективными причинами, среди которых и не всегда удачные шаги по реформированию отрасли и «встраиванию» ее в конкурентную экономику. Для надежной и бесперебойной работы в сфере железнодорожных перевозок в условиях конкуренции необходимо продолжать работы по развитию и поиску новых организационно-экономических механизмов регулирования сферы грузовых железнодорожных перевозок [1].

Эффективность работы железнодорожного транспорта, своевременное его развитие и обоснованность планирования перевозок во многом зависят от правильной оценки перевозочных возможностей. Важнейшей характеристикой перевозочных возможностей железных дорог является пропускная способность участков [2].

В работе [3] автор разработала методику установления оптимальных вариантов этапного развития пропускной способности однопутных железнодорожных линий, с учетом особенностей функционирования капитальных вложений в течение длительной перспективы.

Однако для этой теории, изложенной в учебной и научной литературе [4], приняты только частные случаи функционирования технического состояния однопутных железнодорожных линий и последующего поэтапного превращения в двухпутную. На начальном этапе оценки имеется полностью однопутная железнодорожная линия. Линия с наличием двухпутных вставок длиной по 5-6 км, равномерно размещенных на участке. При этом вставки вторых путей занимают только часть этапе перегонов. На заключительном этапе имеется полностью двухпутная железнодорожная линия.

В то же время, при оценке эффективности технического вариантов усиления оснащения однопутной железнодорожной линии, учитывать следующие факторы, влияющие на величину её пропускной способности, в т.ч. и отдельных перегонов:

- имеется различная протяженность отдельных перегонов однопутной железнодорожной линии;
- стоимость 1 км железнодорожного пути, в случае укладки второго пути на отдельных перегонах, может иметь значительные колебания в большую или в меньшую сторону от среднего уровня;
- может быть различное расположение двухпутных перегонов по всему участку, как равномерно, так и сгущено на отдельных перегонах [5].

Интеграция европейских железных дорог в единую сеть осложняется различиями в системах электрификации; сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ); габаритах подвижного состава и приближения строений; конструкции сцепных устройств в каждой стране. Несовместимость различных систем обеспечения движения поездов стала серьезным препятствием на пути создания единой европейской сети железных дорог. В конце 1980-х в Европе насчитывалось до 30 различных систем СЦБ. В этот период начал бурно развиваться скоростной железнодорожный транспорт. Поначалу составы, следующие по международным линиям (Eurostar, Thalys), оснащались системами сигнализации каждой из стран, что усложняло работу локомотивных бригад, а также увеличивало эксплуатационные расходы и риск возникновения неисправностей.

4 и 5 декабря 1989 года рабочая группа, состоящая из министров транспорта европейских государств, утвердила генеральный план развития скоростных железных дорог в Европе. 17 декабря 1990 года Европейский совет одобрил этот проект, и 29 июля 1991 года была принята резолюция 91/440 / ЕЕС, согласно которой, предполагалось создание единой системы управления движением поездов. К этому времени уже были приняты основные стандарты Европейская система управления движением поездов (англ. European Train Control System, сокращённо ETCS). Спецификацию новой системы в течение полутора лет разрабатывали Европейский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта, железнодорожные операторы и поставщики оборудования. Основную проектную работу завершили компании-производители подвижного состава и устройств автоматики: Alstom, Ansaldo, Bombardier, Invensys, Siemens и Thales, которые совместно образовали союз производителей систем безопасности (англ. *Union of Signalling Industry*, сокр. *UNISIG*). С 1998 по 2002 год в техническую документацию ETCS вносились изменения и уточнения. В 1999 году система была впервые применена на линии Будапешт - Вена. В 2001 году Европейский парламент утвердил директивой 2001/16/ЕС ряд мер по постепенной унификации всей сети европейских железных дорог и обеспечению совместимости железных дорог, оборудованных и не оборудованных ETCS. В 2002 году Европейская комиссия приняла ETCS как обязательную на скоростных железных дорогах, а с 2004 года на всех трансъевропейских железнодорожных

коридорах. Швейцария, не являющаяся членом Европейского Союза, приняла для обеспечения безопасности движения поездов на своих железных дорогах руководящие документы единой Европы.

К началу 2006 года устройствами ETCS было оснащено более 3000 единиц подвижного состава и 6000 км путей. По состоянию на сентябрь 2013 года ETCS и схожие с ней системы внедрены в 34 странах, включая Турцию, Израиль, Китай, Ливию и Новую Зеландию [3].

На Российских железных дорогах разработанные унифицированные технические решения по увязке радиоканала с действующей системой микропроцессорной автоблокировки с тональными рельсовыми цепями (АБТЦ) и обеспечении передачи данных для многозначной локомотивной сигнализации на борт ЭВПС "Сапсан", позволяющие повысить скорости движения до 180 км/ч и выше внедрены на участке Болдино – Ундол – Колокша Горьковской железной дороги.

Развитие цифровой распределенной радиосвязи и внедренная на участке Москва – Нижний Новгород беспроводная система связи стандарта DMR позволит перейти от локального радиоканала на более высокий технологический уровень по организации передачи данных на локомотив.

Следующей задачей РЖД является разработка протоколов передачи данных от систем железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) на локомотив с использованием систем цифровых систем технологической радиосвязи (ЦСТР) DMR, а также ЦСТР GSMR.

Система интервального регулирования движения поездов (рис. 1) с подвижными блок-участками на базе аппаратуры АБТЦ-М позволяет повысить пропускную способность и сократить межпоездной интервал попутного следования.



Рис. 1. Система интервального регулирования движения поездов без проходных светофоров

Местонахождение поезда определяется с точностью до одной рельсовой цепи средней длиной 250 м. Применение подвижных блок-участков позволяет обеспечить минимальный межпоездной интервал до 3-х мин и повысить пропускную способность перегона до 20% по сравнению с системами АБ с фиксированными длинами блок-участков, в том числе и АЛСО [4].

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На АО «УТЙ» внедрение предлагаемой системы управления движением поездов в настоящее время не целесообразно по следующим причинам:

- нет такого грузопотока и соответствующих размеров грузового движения;
- техническое оснащение дороги не соответствует необходимым требованиям для таких систем;
- слишком большие финансовые затраты, которые не окупятся в короткие сроки.

На участках АО «УТЙ» в качестве средств СЦБ применяется ПАБ и АБ.

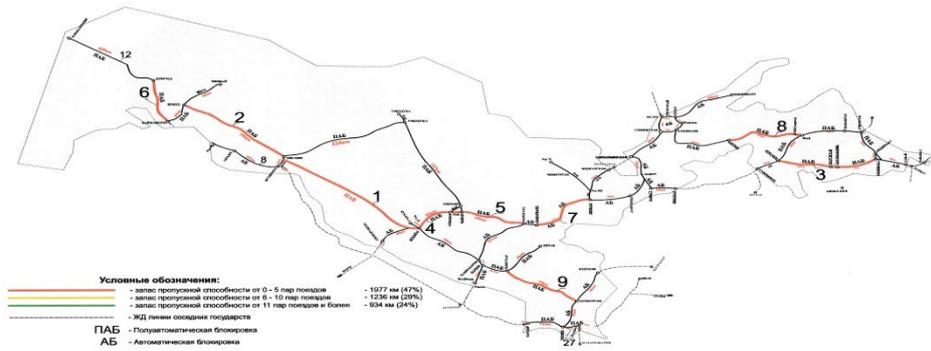


Рис. 2. Карта участков с малым запасом пропускной способности по АО «УТИ»

Из рис. 2. видно, что многие участки не обеспечивают необходимую пропускную способность. В качестве примера рассмотрим железнодорожный участок Навои-Бухара-1.

Потребная пропускная способность для ПАБ рассчитывается по следующей формуле [5]:

$$N_n = \frac{1}{k_{з.н.с.}} (N_{гр} + N_{пас} * \epsilon_{пасс} + N_{сб} \epsilon_{сб}), \text{ пар поездов в сутки (1)}$$

где $k_{з.н.с.}$ – коэффициент допустимого заполнения пропускной способности, который учитывает суточную неравномерность движения и надежность технических средств на однопутных линиях; $\epsilon_{сб}, \epsilon_{пас}$

$N_{гр}, N_{пас}, N_{сб}$ – количество грузовых, пассажирских и сборных поездов соответственно;

$\epsilon_{сб}, \epsilon_{пас}$ – коэффициент съема грузовых поездов сборными и пассажирскими соответственно.

Наличная пропускная способность для ПАБ рассчитывается по следующей формуле:

$$N_{гр}^{нал} = \frac{(1440 - t_{техн}) \alpha_n - (t_{съема}^{пас} N_{пас} + t_{съема}^{уск} N_{уск} + t_{съема}^{сб} N_{сб})}{T_{пер}}, \text{ пар поездов в сутки (2)}$$

где $t_{техн}$ – время на предоставление технологического «окна», для однопутного участка.

$T_{пер}$ – период графика на ограничивающем перегоне, мин.;

1440 – число минут в сутках.

Согласно формулам (1) и (2) производим расчет потребной и наличной пропускной способности участка Навои – Бухара-1, полученные результаты сводим в рисунок 3.

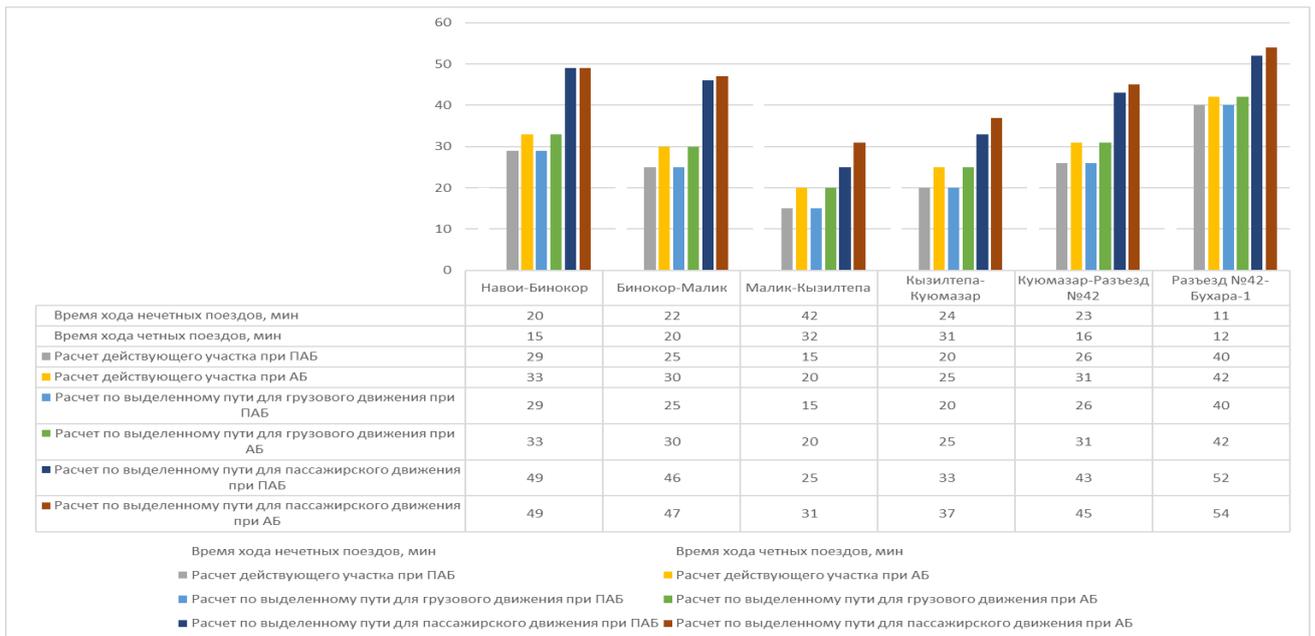


Рис. 3. Расчет наличной пропускной способности в зависимости от выбранного мероприятия

3. ВЫВОД

1. Из анализа следует, что организация раздельного движения пассажирских и грузовых поездов позволяет увеличить пропускную способность железнодорожной линии более чем в 2 раза. Однако это мера

требует значительных капитальных затрат, больше которых могут быть затраты на строительство новых железнодорожных линий.

2. Поэтому, вопрос увеличения пропускной способности для каждой линии выбирают в зависимости от заданных размеров движения, местных условий и технико-экономической эффективности предлагаемых вариантов с учетом усовершенствования устройств СЦБ и связи, снижения коэффициента съема пассажирских поездов, сокращения поездных интервалов, уменьшения количества стоянок поездов и других мер.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Реутов Е.В. *Формирование коммерческой инфраструктуры рынка в сфере грузовых железнодорожных перевозок*. Автореф. ...дис. канд. техн. наук. Москва, 2017. 174 с. [In Russian: Reutov Y.V. (2017) *Formation of a commercial market infrastructure in the field of railway freight transportation*. Abstract of dissertation for the degree... . Moscow].
2. Левин Д.Ю., Павлов В.Л. *Расчет и использование пропускной способности железных дорог*: монография. М.: ФГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011. 364 с. [In Russian: Levin, D.Yu., Pavlov, V.L. (2011) *Calculation and use of railway capacity*: monograph. M.: Federal State Educational Institution Educational-Methodological Center for Education in Railway Transport].
3. Бекжанова С.Е. Увеличение пропускной способности железнодорожных участков при организации скоростного движения в РК. *Вестник КазАТК № 3 (98)*, 2016. 113-116 с. [In Russian: Bekzhanova, S.E. (2016) Increase rail throughput sections during the organization of high-speed traffic in the Republic of Kazakhstan. *Bulletin of KazATC No 3 (98)*].
4. Положительные сдвиги на железных дорогах Европы // *Железные дороги мира*. - 1999. №4. - С. 6-9. [In Russian: (1999) Positive developments on the railways of Europe // *Railways of the world*].
5. Второй этап реформы железных дорог Германии // *Железные дороги мира*. - 1999.-№6. - С.5-10. [In Russian: (1999) The second stage of the reform of German railways // *Railways of the world*].
6. Попов П.А., Королёв И.Н., Мыльников П.Д. Основные принципы контроля корректности бортовой системы позиционирования средствами железнодорожной автоматики (рус.) // *Автоматика на транспорте*, 2015. (№ 4). 87 с. [In Russian: Popov, P.A., Korolev, I.N., Mylnikov, P.D. (2015) The basic principles of checking the correctness of the on-board positioning system by means of railway automation (Russian) // *Automation on Transport*].
Available at:
<https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-printsipy-kontrolya-korrektnosti-bortovoy-sistemy-pozitsionirovaniya-sredstvami-zheleznodorozhnoy-avtomatiki>.
7. Абрамов А.А. Управление эксплуатационной работой: Ч. II. *График движения поездов и пропускная способность*: Учеб. пос. М.: РГОТУПС, 2002. – 171 с. [In Russian: Abramov, A.A. Operational management: Part II. (2002) *Schedule of trains and throughput*: Textbook. pos. M.: RGOTUPS].

УДК 656.212.2.073.22)

MAIN DISADVANTAGES OF THE CALCULATION METHOD FASTENERS OF CARGOES IN THE CAR

Turanov X.N., DSc., professor

Tashkent Institute of Railway Engineers (TashIIT)

1, Adilkhodjaev str., Tashkent, Uzbekistan, 100167

Тел. +998 (90) 937 46 70

E-mail: khturanov@yandex.ru

RUZMETOV Y.O. – Ph.D., vice-rector

Tashkent Institute of Railway Engineers (TashIIT)

1, Adilkhodjaev str., Tashkent, Uzbekistan, 100167

Тел. +998(90) 374 81 29

E-mail: yadgor.ruzmetov@yandex.ru

Abstract. The article is about cargo, in particular cargo securing on a wagon. Currently, the placement of cargo according to existing technical conditions is not rational, and in some cases does not meet the safety of train traffic and the safety of goods. An analysis of the methods for calculating the placement and securing of goods in accordance with the technical conditions on open rolling stock will allow us to identify shortcomings and ensure the rational use of wagons with minimal costs for securing cargo.

Keywords: cargo, fastening, placement, wagon, methods, technical condition, size, center of gravity, document, formula.

YUKLARNI TEXNIK SHARTLARGA ASOSLANIB VAGONGA TORTIB MAXKAMLASHDAGI HISOB USLUBINING ASOSIY KAMCHILIKLARI

Turanov X.N., t.f.d., professor

Toshkent temir yo'l muxandislari institute (ToshTYMI)

100167, O'zbekiston, Toshkent sh., Odilxo'jaev ko'ch., 1

Тел. +998 (90) 937 46 70

E-mail: khturanov@yandex.ru

RUSMETOV Y.O. – t.f.n., prorektor

Toshkent temir yo'l muxandislari institute (ToshTYMI)

100167, O'zbekiston, Toshkent sh., Odilxo'jaev ko'ch., 1

Тел. +998(90) 374 81 29

E-mail: yadgor.ruzmetov@yandex.ru

Annotatsiya. Maqoladagi tadqiqotning ob'ekti yuklar, xususan, vagonga qo'yilgan yuklardir. Hozirgi vaqtda tovarlarni mavjud texnik sharoitlarga muvofiq joylashtirish oqilona emas va ba'zi hollarda poezdlar harakati xavfsizligi va tovarlarning xavfsizligi talablariga javob bermaydi. Taklif qilinayotgan texnik shartlarga binoan ochiq harakatlanadigan transport vositasida joylashtirish va saqlashni hisoblash uslubiyotining tahlili kamchiliklarni aniqlash va yuklarni saqlash uchun minimal xarajatlarga ega bo'lgan avtoulavlardan oqilona foydalanishni ta'minlashga imkon beradi.

Kalit so'zlar. Yuk, mahkamlash, joylashtirish, vagon, uslubiyot, texnik holat, o'lcham, og'irlik markazi, hujjat, formulalar.

ОСНОВНЫЕ НЕДОСТАТКИ МЕТОДИКИ РАСЧЁТА КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗОВ НА ВАГОНЕ ПО ТУ

ТУРАНОВ Х.Т. – д.т.н., профессор

Ефшкентский институт инженеров железнодорожного транспорта (ТашИИТ)

100167, Узбекистан, Ташкент, ул. Адылхаджаева, 1

Тел. +998 (90) 937 46 70

E-mail: khturanov@yandex.ru

РУЗМЕТОВ Я.О. – к.т.н., проректор

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта (ТашИИТ)

100167, Узбекистан, Ташкент, ул. Адылхаджаева, 1

Тел. +998(90) 374 81 29

E-mail: yadgor.ruzmetov@yandex.ru

Аннотация. Объектом исследования в статье является груз, в частности крепление грузов на вагоне. В настоящее время размещение грузов согласно существующим техническим условиям не рационально, а в

некоторых случаях не отвечает безопасности движения поездов и сохранности грузов. Анализ методики расчёта размещения и крепления грузов согласно предлагаемым техническим условиям на открытом подвижном составе позволит выявить недостатки и обеспечить рациональное использование вагонов с минимальными затратами на крепление грузов.

Ключевые слова. Груз, крепление, размещение, вагон, методика, техническое условие, величина, центр тяжести, документ, формула.

ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование условий перевозок грузов, осуществляемых на открытом подвижном составе, является одной из целенаправленных мер на пути к привлечению дополнительных грузопотоков. Доставка этих изделий отличается наибольшей трудоемкостью и повышенными денежными затратами, так как требуются специально разработанные схемы их погрузки и крепления в вагонах.

Проблемам крепления грузов на вагоне на железнодорожном транспорте посвящены ряд работ [1 – 16].

Проанализируем методику расчёта размещения и крепления грузов на открытом подвижном составе (в дальнейшем на вагоне) согласно Техническим условиям (ТУ) [11, 22].

ОСНОВНЫЕ НЕДОСТАТКИ МЕТОДИКИ РАСЧЁТА

Ниже перечислены недостатки методики расчёта по ТУ.

1. В Приложение 14 к СМГС совершенно недопустимым является приведение физических величин в устаревшей системе МКГСС (см. п. 7 Общего положения. – С. 3), использование которых в настоящее время недопустимо ни в научной ни учебной литературе. Кроме того, рекомендованные схемы размещения и крепления грузов вовсе не соответствуют конструкции открытого подвижного состава (*далее* на вагоне) нынешнего поколения.

2. Помимо того, в Приложение 14 к СМГС отмечено, что размещение и крепление грузов, не предусмотренных настоящими Правилами, должно выполняться в соответствии с действующими на железной дороге отправления Местными техническими условиями (*далее* – МТУ) или схемами размещения и крепления грузов (*далее* – НТУ), разработанными в соответствии с требованиями настоящих Правил (см. п. 1 Гл. I Приложение 14 к СМГС, – С. 4). Однако, *специально оговоримся*, что эти понятия не имеют научного обоснования, *потому и являются надуманными* (см. п. 7).

3. В Приложение 14 к СМГС также отмечено, что допускаемая величина смещения $\zeta_{\text{гр}}^{\circ}$ в продольном направлении $l_{\text{см}}$ (относительно поперечной плоскости симметрии) при погрузке груза *и при проверках в пути следования* определяются в соответствии с табл. 9 в зависимости от общей массы груза на вагоне. Аналогично этому допускаемая величина смещения $\zeta_{\text{гр}}^{\circ}$ в поперечном направлении $b_{\text{см}}$ (относительно продольной плоскости симметрии) при погрузке груза и при проверках в пути следования определяются в соответствии с табл. 10 в зависимости от общей массы груза на вагоне и высоты общего центра тяжести вагона с грузом над УГР (см. п. 4 Приложение 14 к СМГС. – С. 15-16).

Таким образом, в официальном нормативно-правовом документе (ТУ) допускаются сдвиги грузов как вдоль, так и поперёк вагона до его отправления. Причём величина этих сдвигов достигают от 60 до 300 мм вдоль вагона и от 60 до 170 мм – поперёк вагона. Такие сдвиги груза в принципе недопустимы, поскольку в этом случае произойдут выворачивания упорных средств крепления и провисания элементов крепления противоположного направления, а элементы крепления одного направления, как показывают результаты наших исследований, будут полностью разрушены. Таким образом, допустимость перемещений создают потенциально опасную ситуацию, угрожающую безопасности движения и сохранности деталей подвижного состава, а также к перегрузу буксовых узлов (приводящих к их перегреву), надрессорных балок и боковых рам тележек вагона (например, передних по ходу движения тележек). Негативные последствия размещения общего центра масс грузов как вдоль, так и поперёк вагона аналитически обоснованы в [13 – 20].

4. В методике расчёта крепления груза (см. пп. 11.2 Приложение 14 к СМГС. – С. 48-51) при определении продольной, поперечной и вертикальной силы и силы трения приняты разные единицы измерения для нахождения их удельных величин, например, где-то тс/т, а где-то кгс/т. Причём величина продольной силы всегда получается меньше, чем $1,2G$ (где G – сила тяжести груза). При определении силы трения вместо коэффициента трения скольжения принят коэффициент трения сцепления (т. е. в покое).

Кроме того, замечено, что при каждом переиздании официального документа (ТУ и Приложение 14 к СМГС) формулы для определения сил представляются в разных видах. *Хотя общеизвестно, что любая формула выводится один раз и никогда не должна подвергаться никаким видоизменениям.*

5. Основные формулы (34) и (35) ТУ (или (39) и (40) Приложение 14 к СМГС) являются некорректными, поскольку в них упругие силы во всех элементах крепления имеют одно и то же значение (одну цифру) независимо от геометрии креплений. Так, например, формула (34) и (35) ТУ (или (39) и (40) Приложение 14 к СМГС), где упругие силы во всех элементах крепления имеют одно и то же значение (одну цифру) независимо от геометрии креплений, имеет вид:

$$R_p^{пр} = \frac{\Delta F_{пр}}{\sum_{i=1}^{n_{pi}^{пр}} (\mu \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cos \beta_{при})}, \quad (39)$$

где $n_{pi}^{пр}$ – количество элементов крепления, шт.; μ – коэффициент трения сцепления, принимаемый по справочным данным или по ТУ; α_i и $\beta_{при}$ – углы, характеризующие геометрию креплений (см. рис. 3), град.;

$$R_p^{п} = \frac{\Delta F_{п}}{\sum_{i=1}^{n_{pi}^{п}} (\mu \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \sin \beta_{пи})}, \quad (40)$$

где $n_{pi}^{п}$ – количество элементов крепления, шт.;

μ – коэффициент трения сцепления, принимаемый по справочным данным или по ТУ;
 α_i и $\beta_{пи}$ – углы, характеризующие геометрию крепления (см. рис. 4, 5), град.

Особо отметим, что они выведены без учёта физико-геометрических параметров крепления груза (E , n_i , d_i и l_i), без учёта предварительных усилий проволоки креплений и скольжения груза относительно пола вагона (f) и без нахождения сдвига груза вдоль Δx и поперёк Δy вагона.

В итоге, указанные формулы ТУ выведены без определения удлинения Δl_i каждого i -ого упругого элемента крепления. Потому и эти формулы *не отвечает физическому смыслу решаемой технической задачи*, поскольку независимо от геометрии крепления (разной длины i -х упругих элементов крепления) значение усилия в любом упругом элементе (растяжка или обвязка) крепления получается равным одному и тому же числу, *что не соответствует действительности. Это глубоко ошибочный результат.* Однако, несмотря на очевидность допущенных ошибок метода расчета, к сожалению, формулами (34) и (35) ТУ (или (39) и (40) Приложение 14 к СМГС) обязаны пользоваться все без исключения расчётчики при разработке нормативной документации грузов, непредусмотренных в ТУ (НТУ). Особо отметим, что указанными формулами широко пользуются при чтении учебной дисциплины «Грузоведение» для студентов вузов железнодорожного транспорта и при выполнении студентами расчётно-графических работ, *что в принципе недопустимо и вредно для транспортной науки и высшего профессионального железнодорожного образования.*

6. Обозначение ε в формуле (49) Приложение 14 к СМГС, по которым рассчитывают высоту упорного бруска от перекатывания поперёк вагона является *ошибочным*. Так, например, формула (50) Приложение 14 к СМГС вместо

$$\varepsilon = 1,25 \left(\frac{a_{п}}{1000} + \frac{W_{п}}{Q_{гр}} \right), \quad (50)$$

должна иметь вид:

$$\varepsilon = 1,25 \left(\frac{a_{п} + \frac{W_{п}}{Q_{гр}}}{1 - a_{в}} \right). \quad (50 \text{ a})$$

7. Основные формулы (51) и (52) Приложение 14 к СМГС, по которым рассчитывают количество гвоздей для закрепления одного упорного бруска *также являются ошибочными*. Так, например, формулы (51) и (52) Приложение 14 к СМГС вместо

$$n_{гв}^{пр} = \frac{1000 F_{пр} (1 - \mu_1 \operatorname{tg} \alpha)}{n_{\sigma}^{пр} R_{гв}}; \quad (51)$$

$$n_{гв}^{п} = \frac{1000 (F_{п} + W) (1 - \mu_1 \operatorname{tg} \alpha)}{n_{\sigma}^{пр} R_{гв}}, \quad (52)$$

должны иметь вид:

$$n_{ГВ}^{пр} = \frac{Q_{пр} (a_{пр} - f_k)}{n_6^{пр} R_{ГВ}}; \quad (51 \text{ а})$$

$$n_{ГВ}^{п} = \frac{Q_{гр} \left(a_{п} + \frac{W_{п}}{Q_{гр}} - a_{п} (1 - f_k) \right)}{n_6^{п} R_{ГВ}}, \quad (52 \text{ а})$$

где f_k – коэффициент трения качения.

8. Основные формулы (41) и (42) Приложение 14 к СМГС, по которым рассчитывают усилия в обвязках вовсе являются *глубоко ошибочными*, поскольку не имеют теоретических обоснований. Так, например, формулы (41) и (42) Приложение 14 к СМГС, как частный случай формул (39) и (40) имеют вид:

$$R_p^{пр} = \frac{\Delta F_{пр}}{\sum_{i=1}^{n_{pi}^{пр}} \mu \sin \alpha_i}, \quad (41)$$

$$R_p^{п} = \frac{\Delta F_{п}}{\sum_{i=1}^{n_{pi}^{п}} \mu \sin \alpha_i}. \quad (42)$$

8. В ТУ вычисленные значения усилия в элементах крепления груза должны быть меньше, чем допускаемых растягивающих, которых находят по табл. 30 Приложение 14 к СМГС. При этом допустимые значения усилия в упругих элементах крепления $[R_i]$ в ТУ и МТУ в 1,6 раза больше, чем в НТУ. Здесь особо подчеркнём, что для крепления груза в принципе не должны быть никаких отличий между такими понятиями, как Технические условия (ТУ) и Местные технические условия (МТУ) и непредусмотренные технические условия (НТУ) (см. Гл.1, пп. 1.2 [1]), – они являются *«надуманными»* понятиями. Поэтому такие понятия, как НТУ, ТУ и МТУ, *должны быть исключены из нормативно-правовых документов* и оставлено лишь одно понятие ТУ.

Подводя итоги обсуждения основных недостатков ТУ, следует выделить, что в [14 - 16, 21, 23 - 25] основательно доказаны научные несостоятельности формул ТУ и Приложение 14 к СМГС [11, 12], по которым должны быть разработаны схемы размещения и крепления грузов на открытом подвижном составе.

Выводы.

1. В перспективе действующая методика ТУ по размещению и креплению грузов на вагоне должна быть, безусловно, переработана.
2. Новая методика расчёта крепления грузов на вагоне должна быть использована при переработке основной нормативно-технической базы.
3. В случае переиздания действующей методики ТУ по размещению и креплению грузов на вагоне следовало бы организовать семинар для обстоятельного анализа сложившейся ситуации, в которой методика расчета, по нашему мнению, является не состоятельной, более того, ошибочной.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Совершенствование способов размещения и крепления грузов в вагонах / Под ред. А.Д. Малова. Труды ВНИИЖТ. Вып.421. – М.: Транспорт, 1970. – 136 с.
2. Малов, А.Д. Исследование ускорений и перемещений грузов в вагонах / А.Д. Малов // Вестник ВНИИЖТ. 1979. № 4. – С. 50–55 [In Russian: (1970) Malov, A.D. The study of accelerations and movements of goods in wagons / A.D. Malov // Proceedings of ARIRT].
3. Размещение и крепление грузов в вагонах. Справочник / А.Д. Малов, О.И. Михайлов, Г.М. Штейнфер, Г.П. Ефимов. – М.: Транспорт, 1980. – 328 с. [In Russian: (1980) Placement and securing of goods in wagons. Reference book].
4. Основные принципы и требования по креплению укрупненных грузовых единиц (НРБ) // ЭИ/ ЦНИИТЭИ МПС железнодорожный транспорт за рубежом. Серия: I. – М: 1984. Вып. 2 С.13-17., Вып. 5 С.6-10. [In Russian: (1984) Basic principles and requirements for securing large freight units (RSS) // EI / CRIITER MR railway transport abroad. Series: I.].
5. Tumielewicz M. Ladownie zabezpieczenie przesyłek międzynarodowych. Eksploatacja Kieci, 1983. № 10 Richting verladen in Güterwagen/ Dickjobst H. // Deine Bahn. – 1995. – 23. №5. – С. 274-277.

6. Richting verladen in Güterwagen / Dickjobst H. // Deine Bahn. - 1995. - 23. No. 5. - P. 274-277
7. Bebadetechnik and Ldung – Sicherund / Munzert R.// Deine Bahn. – 1998. – 26, №6. – С. 345-348.
8. Zurrmittel zum Verzuren von Lasten Dolerych V // DNF: Int. Fachzeitschr. Forger, – Lager – and Transporttechn. [DHF: Dtsch/ Hebe – and Forgertechn]. – 1998. – 44, №5 С. 50-60.
9. Nils Anderson, Peter Anderson, Robert Bylander, Sven Sokjer, Petersen and Bob Zether. Equipment for Rational Securing of Cargo on railway Wagons / VINNOVA Report/Rapport VR 2004:05. Available at: <http://www.vinnova.se/upload/EPiStorePDF/vr-04-05.pdf>.
10. Marten Johanson, Peter Andersson. Equipment for Efficient Cargo Securing and Ferry Fastening of Vehicles / NVF-rapporter / Vägverket, 2004. Available at: <http://www.nvfnorden.org/lisalib/getfile.aspx?itemid=1593>.
11. Driver's Handbook Cargo Securement. A Guide to the North American Cargo Securement Standard. Available at : http://www.highwaystarmagazine.com/images/Driver_Handbook.pdf
12. Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах. – М.: Юртранс, 2003. – 544 с. [In Russian: (2003) Technical conditions for the placement and securing of goods in wagons and containers]
13. Приложение 14 к СМГС «Правила размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах». – М.: Планета, 2008. – 191 с. [In Russian: (2008) Appendix 14 to IRFA "Rules for the placement and securing of goods in wagons and containers".]
14. Timukhina E.N. Mathematical modelling of fastening with cargoes displacement transverse wagon. Transport Problems. 2008. Vol. 3. Issue 3. – pp. 65-68.
15. Туранов, Х.Т. Теоретическая механика в задачах грузовых перевозок: монография / Х.Т. Туранов. Новосибирск: Наука, 2009. – 376 с. [In Russian: Turanov, Kh.T. (2009) Theoretical mechanics in the problems of freight transportation: monograph].
16. Туранов, Х.Т. Взаимодействие открытого подвижного состава и твёрдотельного груза: Учебное пособие для вузов железнодорожного транспорта / Х.Т. Туранов. – М: ФГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011. – 374 с. [In Russian: Turanov, Kh.T. (2011) Interaction of open rolling stock and solid-state cargo: Textbook for universities of railway transport].
17. Туранов, Х.Т. Пример расчёта поперечного сдвига по новой методике при наличии перпендикулярно расположенных к продольной оси вагона элементов крепления / Х.Т. Туранов // Транспорт: наука, техника, управление. – 2013. № 9. – С. 11-16. [In Russian: Turanov, Kh.T. (2013) An example of the calculation of the transverse shear by the new method in the presence of fastening elements perpendicular to the longitudinal axis of the car].
18. Туранов, Х.Т. Новая методика расчёта крепления груза на вагоне против поперечного сдвига / Х.Т. Туранов // Транспорт: наука, техника, управление, 2013, №1. – С. 19–25. [In Russian: Turanov, Kh.T. (2013) A new methodology for calculating load securing on a car against transverse shear].
19. Туранов, Х.Т. Новая методика расчёта упругих элементов крепления груза на вагоне против продольного сдвига / Х.Т. Туранов // Транспорт: наука, техника, управление. – 2013. № 2. – С. 17-24. [In Russian: Turanov, Kh.T. (2013) A new methodology for calculating the elastic elements of cargo securing on a car against longitudinal shear].
20. Туранов, Х.Т. Пример расчёта упругих элементов крепления груза на вагоне против продольного сдвига / Х.Т. Туранов // Транспорт: наука, техника, управление. – 2013. № 2. – С. 40–46. [In Russian: Turanov, Kh.T. (2013) An example of calculating the elastic elements of cargo securing on a car against longitudinal shear].
21. Туранов, Х.Т. Пример расчёта крепления груза на вагоне против поперечного сдвига по новой методике / Х.Т. Туранов, О.Ю. Чуйкова, Д.В. Волков // Транспорт: наука, техника, управление, 2013, №3. – С. 16–23. [In Russian: Turanov, Kh.T. (2013) An example of the calculation of securing cargo on a car against a transverse shear according to the new method / Kh.T. Turanov, O.Yu. Chuikova, D.V. Volkov].
22. Туранов, Х.Т. Новая методика расчёта упругих и упорных элементов крепления груза на вагоне против поперечного сдвига / Х.Т. Туранов // Транспорт: наука, техника, управление, 2013, №3. – С. 39–45. [In Russian: Turanov, Kh.T. (2013) A new methodology for calculating elastic and thrust elements of cargo securing on a car against a transverse shear].
23. Туранов, Х.Т. Пример расчёта упругих и упорных элементов крепления груза на вагоне против поперечного сдвига по новой методике / Х.Т. Туранов // Транспорт: наука, техника, управление, 2013, №5. – С. 7–15.
24. Туранов, Х.Т. Методика расчёта поперечного сдвига двух и более параллельно расположенных вдоль вагона груза и усилия в узлах / Х.Т.
25. Туранов // Транспорт: наука, техника, управление. – 2013. № 5. – С. 35–40. [In Russian: Turanov, Kh.T. (2013) The method of calculating the transverse shear of two or more parallel located along the wagon load and effort in linkages].
26. Туранов, Х.Т. Новая методика расчёта упругих и упорных элементов крепления груза на вагоне против продольного сдвига / Х.Т. Туранов // Транспорт: наука, техника, управление, 2013, №6. – С. 3–9. [In Russian: Turanov, Kh.T. (2013) A new methodology for calculating elastic and thrust elements of cargo securing on a car against longitudinal shear].
27. Туранов, Х.Т. Пример расчёта поперечного сдвига двух параллельно расположенных вдоль вагона многоярусных грузов и усилия в узлах по новой методике / Х.Т. Туранов, О.В. Молчанова // Транспорт: наука, техника, управление. 2013. №7. – С. 7–14. [In Russian: Turanov, Kh.T. (2013) An example of calculating the transverse shear of two multi-tier cargoes parallel to the wagon and the linking force according to the new method].

УДК 656.212.2.073.22

ABOUT THE NEW METHOD OF CALCULATION OF CARGO FASTENING ON THE CAR

RUZMETOV Y.O. – Ph.D., vice-rector
Tashkent Institute of Railway Engineers (TashIIT)
700167, Tashkent, Uzbekistan, str. Adilkhodjaev, 1
Tel. +998(90) 374 81 29
E-mail: yadgor.ruzmetov@yandex.ru

Annotation: The object of the research in this article is cargo securing at a railway transport. In order to ensure the safe movement of rolling stock, it is necessary to revise the methods for calculating cargo securing on a wagon.

Keywords: cargo, fastening, placement, wagon, methods, technical condition, size, center of gravity, document, formula.

YUKLARNI VAGON USTIGA MAHKAMLASH XISOBINING YANGI USLUBI

RUSMETOV Y.O. – t.f.n., prorektor
Toshkent temir yo'l muxandislari institute (ToshTYMI)
700167, O'zbekiston, Toshkent sh., Odilxo'jaev ko'ch., 1
Tel. +998(90) 374 81 29
E-mail: yadgor.ruzmetov@yandex.ru

Annotaciya. Ushbu maqoladagi tadqiqotning ob'ekti temir yo'l orqali yuklarni etkazib berishdir. Harakatlanadigan tarkibning xavfsiz harakatlanishini ta'minlash uchun yuklarni avtoullovda saqlash uchun hisoblash usulini qayta ko'rib chiqish kerak.

Kalit so'zlar. Yuk, mahkamlash, joylashtirish, vagon, texnika, texnik holat (TU), qiymat, og'irlik markazi, hujjat, formulalar.

О НОВОЙ МЕТОДИКЕ РАСЧЁТА КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗА НА ВАГОНЕ

РУЗМЕТОВ Я.О. – к.т.н., доцент
Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта (ТашИИТ)
700167, Ташкент, Узбекистан, ул. Адылхаджаева, 1
Тел. +998(90) 374 81 29
E-mail: yadgor.ruzmetov@yandex.ru

Аннотация: Объектом исследования в данной статье является крепление грузов на железнодорожном транспорте. В целях безопасности движения подвижного состава необходимо переработать методику расчета крепления груза на вагоне.

Ключевые слова: груз, крепление, размещение, вагон, методика, техническое условие (ТУ), величина, центр тяжести, документ, формула.

ВВЕДЕНИЕ

Проблемы крепления грузов на железнодорожном транспорте общеизвестны [1 – 16]. Как известно [1], некорректность формул технического условия (ТУ) [9, 10], по которым проводят расчёт гибких элементов крепления груза. В [11 – 13] разработана новая методика расчёта крепления твёрдотельного груза, которая представлена как единый документ, где последовательно изложено содержание этой методики в пределах применимости основного закона динамики при относительном движении классической механики [11, 17]. Новая методика инженерного расчёта гибких элементов крепления груза при отсутствии и наличии упорных элементов при воздействии продольных и поперечных сил базируются на результатах частных методик и последующих конкретных примеров инженерных расчётов при движении подвижного состава по прямому участку пути [13]. В [11 – 13] убедительно доказана возможность прогнозирования сдвига и груза поперёк вагона Δu и при необходимости принять конкретные решения (например, либо увеличить количество элементов крепления, либо, при возможности, увеличить количество нитей n_i и либо увеличить диаметры d_i проволоки). Помимо того, в [11 – 13] основательно доказана научная несостоятельность формул ТУ и Приложения 14 к СМГС [9, 10], по которым разрабатываются схемы размещения и крепления грузов на открытом подвижном составе. И особо отмечено, что использование формул ТУ в научных целях вредно для транспортной науки, а в учебных целях – для высшего профессионального образования железнодорожных вузов.

НОВАЯ МЕТОДИКА РАСЧЁТА ГИБКИХ ЭЛЕМЕНТОВ КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗА

Эта методика включает в себя следующие данные, которые совершенно отличаются от методики ТУ [9, 10]:

1. Из чертежа (или схемы) размещения груза на вагоне найти все проекции каждого гибкого элемента крепления (растяжка, обвязка). Например, в виде a_i , b_i и h_i – проекции i -х элементов креплений длиной l_i (где

$$l_i = \sqrt{a_i^2 + b_i^2 + h_i^2}) \text{ на продольную } (Ox), \text{ поперечную } (Oy) \text{ и вертикальную } (Oz) \text{ оси, м.}$$

2. В качестве исходных данных, как и в [11 – 13], принимают: силу тяжести груза G , кН; f – коэффициент трения скольжения $f = 0,7f_{\text{сл}}$, причём $f_{\text{сл}}$ – коэффициент трения сцепления (при покое) (принимают по справочным данным или по п.10 ТУ). Также принимают модуль упругости отожжённой проволоки элементов крепления $E = 1 \cdot 10^7$ кН/м², n_i и d_i – количество нитей (примем либо 6, либо 8 шт.) и диаметр проволоки i -ого гибкого элемента крепления (примем 6 мм). Эти данные необходимы для вычисления эквивалентной жёсткости гибких элементов крепления.

3. На основе принятой расчётной схемы груза определяются воздействие на гибкие элементы крепления продольных, поперечных и вертикальных сил, а также силы аэродинамического сопротивления и усилия, возникающие при предварительной скрутки проволоки крепления (обычно в пределах 15 ÷ 25 кН). Также вычисляют силу трения $F_{\text{тр},x}$ и $F_{\text{тр},y}$, как касательных составляющих реакции связи (пола вагона, а при наличии подкладок под груз, этих подкладок). Здесь имеют в виду, что воздействие этих сил испытывают упорные и гибкие элементы крепления.

4. Найти продольную сдвигающую силу $F_{\text{сд},x}$, а поперечную сдвигающую силу $F_{\text{сд},y}$ определить с учётом коэффициента запаса устойчивости груза против поперечного опрокидывания.

5. Определить проекции усилия предварительных скруток проволоки крепления R_{0i} на продольную R_{0x} , поперечную R_{0y} и вертикальную R_{0z} оси, найти силы трения $FR_{0\text{тр},x}$ и $FR_{0\text{тр},y}$ от усилия R_{0z} после начала сдвига груза при коэффициенте трения скольжения f .

6. Рассчитать реакцию упорных (или распорных) брусков $R_{\text{бр},x}$ и $R_{\text{бр},y}$ с учётом состояния пола вагона и погодных условий перевозок груза через коэффициент запаса прочности крепления k [11, 13].

7. Вычислить продольную $\Delta FR_{0x} = \Delta FR_{0x} = \Delta FR_{0\text{пр}}$ и поперечную $\Delta FR_{0y} = \Delta FR_{0y} = \Delta FR_{0\text{п}}$ силы, воспринимаемые упорными и гибкими элементами крепления груза после начала сдвига груза при коэффициенте трения скольжения f .

8. Определить эквивалентную жёсткость гибких элементов вдоль $c_{\text{экв},x}$ и поперёк $c_{\text{экв},y}$ вагона с учётом физико-геометрических параметров крепления груза (E , n_i , d_i , a_i , b_i , h_i и l_i) при f .

9. Принять начальные сдвиги груза вдоль Δx_0 и поперёк вагона Δy_0 (в покое) в пределах 0,005 ÷ 0,008 м при, котором гибкие элементы крепления другого направления начинают выключаться из работы по удержанию груза от сдвига (провисают).

10. Вычислить сдвиги груза вдоль Δx и поперёк вагона Δy с учётом начальных сдвигов Δx_0 и Δy_0 как вдоль, так и поперёк вагона [11 – 13].

11. По величине сдвига груза вдоль Δx и поперёк Δy вагона найти удлинения каждого элемента крепления Δl_x и Δl_y . В свою очередь, по величинам Δl_x и Δl_y находят усилия в каждом i -м элементе $R_{ix} = R_{\text{упр},ix}$ и $R_{iy} = R_{\text{упр},iy}$. При этом усилия в каждом гибком элементе будут иметь разное значение в зависимости от геометрии этих элементов.

12. Произвести сравнение полученного расчётного значения усилия каждого гибкого элемента крепления с допустимым значением $[R_{0i}]$. Величину $[R_{0i}]$ определяют по табл. 30 Приложение 14 к СМГС [3] в зависимости от принятых значений количества нитей n_i (шт.) и диаметра d_i (мм) проволоки крепления с учётом натяжения предварительных скруток этой проволоки $R_{0i} = 20$ кН, т. е. $[R_{0i}] = [R_i] + R_{0i}$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработана новая методика расчёта¹ продольного и поперечного сдвига твёрдотельного груза на вагоне с учётом усилия предварительных скруток проволоки независимо от геометрии их крепления относительно продольной и поперечной оси симметрии вагона и реакции упорных брусков, которые учитывают состояние пола вагона и погодных условий перевозок, при воздействии на средства крепления плоской системы сил (продольной, поперечной и вертикальной сил и силы аэродинамического сопротивления).

2. Новая методика расчёта усилия в гибких элементах крепления независимо от геометрии их крепления (растяжек, обвязок и увязок) при движении вагона с грузом, как по прямому, так и по кривому участку пути представлена в виде единого документа.

Новизна рекомендуемой новой методики для практического применения, сравнительно с ранее известной методикой ТУ, состоит в том, что она ещё на этапе разработки схемы размещения и крепления груза позволяет управлять (прогнозировать) процесс проведения расчёта сдвига груза как вдоль, так и поперёк вагона и усилия в элементах крепления груза независимо от геометрии их крепления. Так, например, если очертания груза и полезная площадь пола вагона позволяет, то можно увеличить количество крепёжных изделий (гвоздь), в противном случае – количество гибких элементов крепления.

Преимущество новой методики – возможность решения технической проблемы при воздействии плоской системы сил на основе определения удерживающих сил с учётом усилия предварительных скруток проволоки и реакции упорных брусков.

В перспективе рекомендуемая новая методика для практического применения должен быть основой нормативно-правовой базы при переработке действующей методики ТУ по размещению и креплению грузов на вагоне.

Автор выражает благодарность докт. техн. наук, профессору Х. Туранову за содействие в подготовке данной статьи к опубликованию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Туранов, Х.Т., Рузметов Ё.О. (2019) *Основные недостатки методики расчёта крепления грузов на вагоне по ТУ* / Х.Т. Туранов, Я.О. Рузметов // Эл. журнал. – «Транспорт шелкового пути», № 1-2. – С.59-64. [In Russian: Turanov Kh.T., Ruzmetov, Y.O. (2019) *The main disadvantages of the calculation method of securing cargo on the car according to TC*].
2. *Основные принципы и требования по креплению укрупненных грузовых единиц (НРБ) // ЭИ/ ЦНИИТЭИ МПС железнодорожный транспорт за рубежом.* Серия: I. - М: 1984. Вып. 2 С.13-17., Вып. 5 С.6-10. [In Russian: (1984) *Basic principles and requirements for securing large freight units (RSS) // EI / CRITER MR railway transport abroad.* Series: I].
3. *Tumielewicz M. Ladowa nie zabezpieczanie przesyłek międzynarodowych.* Eksploatacja Kiei, 1983. № 10 Richting verladen in Güterwagen/ Dickjobst H. // Deine Bahn. – 1995. – 23. №5. – С. 274-277.
4. *Bebadetechnik and Ldung – Sicherund / Munzert R.// Deine Bahn.* – 1998. – 26, №6. – С. 345-348.
5. *Zurmittel zum Verzuren von Lasten/ Dolerych V // DNF: Int. Fachzeitschr. Forger, – Lager – and Transporttechn. [DHF: Dtsch/ Hebe – and Forgertech].* – 1998. – 44, №5 С. 50-60.
6. Nils Anderson, Peter Anderson, Robert Bylander, Sven Sokjer, Petersen and Bob Zether. *Equipment for Rational Securing of Cargo on railway Wagons / VINNOVA Report/Rapport VR 2004:05.* Available at: <http://www.vinnova.se/upload/EPiStorePDF/vr-04-05.pdf>.
7. Marten Johanson, Peter Andersson. *Equipment for Efficient Cargo Securing and Ferry Fastening of Vehicles / NVF-rapporter / Vå gverket, 2004.* Available at: <http://www.nvf-norden.org/lisalib/getfile.aspx?itemid=1593>.
8. *Driver's Handbook Cargo Securement. A Guide to the North American Cargo Securement Standard.* Available at: http://www.highwaystarmagazine.com/images/Driver_Handbook.pdf.
9. *Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах.* – М.: Юртранс, 2003. – 544 с. [In Russian: (2003) *Technical conditions for the placement and securing of goods in wagons and containers*]
10. Приложение 14 к СМГС «Правила размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах». – М.: Планета, 2008. – 191 с. [In Russian: (2008) *Appendix 14 to IRFA "Rules for the placement and securing of goods in wagons and containers."*].
11. Туранов Х.Т. *Теоретическая механика в задачах грузовых перевозок:* монография / Х.Т. Туранов. – Новосибирск: Наука, 2009. – 376 с. [In Russian: Turanov Kh.T. (2009) *Theoretical mechanics in the problems of freight transportation: monograph*].
12. Туранов Х.Т. *Взаимодействие открытого подвижного состава и твёрдотельного груза:* Учебное пособие для вузов железнодорожного транспорта / Х.Т. Туранов. – М: ФГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011. – 374 с. [In Russian: Turanov Kh.T. (2011) *Interaction of open rolling stock and solid-state cargo: Textbook for universities of railway transport*].
13. Туранов Хабибулла. *Специальные задачи грузовых перевозок:* учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта / Хабибулла Туранов. – Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Palmarium Academic Publishing, 2012. – 423 с. [In Russian: Turanov, Khabibulla. (2012) *Special tasks of freight transportation: a textbook for university students of railway transport*].
14. Х.Т. Туранов, Я.О. Рузметов, А.В. Якушев. *О деформируемом состоянии механической системы «груз-вагон-крепление» // Известия Петербургского государственного университета путей сообщения.* 2019. Т. 16. Вып. 1. С. 25–34. DOI: 10.20295/1815-588X-2019-1-25-34. [In Russian: Kh.T. Turanov, Y.O. Ruzmetov, A.V. Yakushev. (2019) *On the deformable state of the mechanical system "load-car-mount"*]
15. Khabibulla Turanov, Yadgor Ruzmetov and Natalia Vlasova. *Calculating Cargo Securing Elements on a Railway Platform Under the Impact of a Spatial Force System.* VIII International Scientific Siberian Transport Forum - TransSiberia 2019, Volum 1. Book series: "Advances in Intelligent Systems and Computing". Khabibulla Turanov, Yadgor Ruzmetov and Natalia Vlasova. *Calculating Cargo Securing Elements on a Railway Platform Under the Impact of a Spatial Force System.* VIII International Scientific Siberian Transport Forum - TransSiberia 2019, Vol 1. Book series: "Advances in Intelligent Systems and Computing".
16. Рузметов Я.О. *О деформированном состоянии груза и подкладок при маневровых соударениях вагонов.* Узбекский журнал «Проблемы механики». № 2, 2019. – С. 29-33. [In Russian: Ruzmetov Y.O. (2019) *On the deformed state of cargo and linings during shunting collisions of cars*]
17. Лойцянский, Л.Г. *Курс теоретической механики. Т. II. Динамика / Л.Г. Лойцянский, А.И. Лурье // – М.: Наука, 1983. – 640 с. – С. 347.* [In Russian: Loitsyansky, L.G. (1983) *The course of theoretical mechanics. Т. II. Dynamics / L.G. Loitsyansky, A.I. Lurie*].

¹ Автор благодарит профессора Туранова Х.Т. за замечания и ценные советы при разработке данной методики расчета крепления груза на вагон.

CADASTER IS AN IMPORTANT TOOL FOR INFORMATION SUPPORT FOR MANAGEMENT DECISIONS IN RAILWAY

Faysibaev, Sh.S., doctor of technical sciences, professor
Samborskiy, A.A., candidate of technical sciences, docent
Samborskaya, N.A., senior researcher
Tashkent Institute of railway Engineers
1, Adilhodjaev St., Tashkent, Uzbekistan, 100167
Tel. +998(71)299-04-40
E-mail: sherzod_fayzibaev@mail.ru

КАДАСТР - ТЕМИР ЙЎЛ СОҲАСИДА БОШҚАРУВ ҚАРОР ҚАБУЛ ҚИЛИШДА ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН МУХИМ АХБОРОТ ҚУРОЛИ.

Faysiboev, Sh.S., texnika fanlari doktori, professor
Samborskiy, A.A., texnika fanlari nomzodi, dotcent
Samborskaya, N.A., katta ilmiy hodim
Toshkent temir yol muxandislari instituti
1001671, O'zbekiston, Toshkent, Odilho'jaev ko'ch., 1
Tel. +998(71)299-04-40
E-mail: sherzod_fayzibaev@mail.ru

КАДАСТР – ВАЖНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ

Файзибаев, Ш.С., д.т.н., проф.
Самборский, А.А., к.т.н., доц.
Самборская, Н.А., с.н.с.
Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта
100167, Узбекистан, Ташкент, ул. Адылходжаева, 1
Tel.: +998(71)299-04-40
E-mail: sherzod_fayzibaev@mail.ru

1. ВВЕДЕНИЕ

Традиционное понятие кадастра происходит от латинского слова *capitastrum*, означающего опись податных предметов, а также от французского *cadastre* – лист, реестр и означает: 1) список лиц, подлежащих обложению подушным налогом; 2) систематизированный свод сведений, составляемых периодически или путем непрерывных наблюдений над соответствующим объектом (например, кадастр земельный, водный и т.п.) [1].

Понятие кадастра не остается постоянным, оно меняется в зависимости от изменений в экономике, политике, экологии, социальной сфере. Современный кадастр – это методически сформированный и систематически обновляемый государственный реестр данных о собственности в стране либо в регионе, базирующийся на кадастровой съемке в границах земельных участков [2].

В Республике Узбекистан кадастр охватывает не только традиционные объекты недвижимости (земельные участки, здания, квартиры), но и различные виды природных и хозяйственных ресурсов, объекты инфраструктуры (железные и автомобильные дороги, гидротехнические сооружения, объекты связи и энергетики), фауну и флору, потенциально опасные природные и техногенные зоны, места захоронения и утилизации отходов и др. Законом Республики Узбекистан «О государственных кадастрах» предусмотрено создание и ведение 21 вида государственных кадастров, в том числе и государственного кадастра железных дорог (ГКЖД).

Современное состояние железнодорожной отрасли характеризуется внедрением новейших инновационных технологий, развитием высокоскоростного железнодорожного транспорта, компьютеризацией и автоматизацией, ростом объемов строительства новых и реконструкции действующих железнодорожных путей и сооружений при них.

Принятие оптимальных решений в управлении и развитии железнодорожной отрасли требует, в первую очередь, точной и достоверной информации о составе, стоимости, количественных и качественных характеристиках, состоянии и характере использования многочисленных и разнообразных объектов железнодорожного транспорта. Такая информация может быть получена только в результате создания и систематического ведения государственного кадастра железных дорог.

2. БАЗОВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАЗРАБОТКИ КАДАСТРА

Государственный кадастр железных дорог (ГКЖД) – это система обновляемой достоверной информации об объектах железных дорог, их географическом положении, правовом статусе, количественных и

качественных характеристиках и экономической оценке. Государственный кадастр железных дорог является составной частью Единой системы государственных кадастров (ЕСГК) и ведется в целях учета и оценки состояния объектов железных дорог [3].

Создание и ведение ГКЖД должно основываться на следующих базовых принципах:

- 1) полнота охвата всех объектов железных дорог на всей территории Республики Узбекистан, независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности;
- 2) применение единой системы пространственных координат и единой картографической основы;
- 3) единство методологии сбора и формирования кадастровой информации;
- 4) применение современных геоинформационных технологий обработки и хранения кадастровой информации;
- 5) достоверность, наглядность и документальность кадастровой информации;
- 6) доступность кадастровой информации для заинтересованных пользователей.

Объектами ГКЖД являются функционирующие и строящиеся железнодорожные пути (станционные и подъездные), станции и другие остановочные пункты, включая земельные участки, здания и сооружения, искусственные сооружения (мосты, путепроводы, тоннели и др.), пересечения железнодорожных путей с объектами, находящимися на балансе посторонних ведомств и организаций (магистральными трубопроводами, подземными и наземными инженерными коммуникациями, автомобильными дорогами), объекты электроснабжения железных дорог, сооружения связи, объекты управления движением поездов и прочие объекты железных дорог, расположенные на территории Республики Узбекистан.

Уполномоченным органом по ведению ГКЖД является АО «Узбекистон темир йуллари». Ведение ГКЖД включает описание всех видов объектов железных дорог, учет их количественных и качественных характеристик, эколого-экономическую оценку, а также сбор, анализ, обработку, систематизацию, хранение, обновление и предоставление кадастровой информации в базу данных ЕСГК, а также заинтересованным пользователям в установленном порядке [3].

ГКЖД предназначен для обеспечения органов государственной власти и управления, АО «Узбекистон темир йуллари», заинтересованных юридических и физических лиц достоверной кадастровой информацией об объектах железных дорог, необходимой им для выработки и принятия оптимальных управленческих решений.

3. ПРОБЛЕМА, АКТУАЛЬНОСТЬ И МЕТОДОЛОГИЯ.

Большая часть такой информации может быть получена с необходимой сегодня точностью и оперативностью только с применением современных геодезических цифровых технологий сбора и обработки информации о местоположении и состоянии различных объектов (железнодорожных путей, мостовых переходов, различных зданий и сооружений), таких как электронная тахеометрия, спутниковое позиционирование, лазерное сканирование и др. В настоящее время эти технологии в сфере строительства и эксплуатации железнодорожного транспорта практически не применяются, соответствующие службы не располагают этим оборудованием и технологиями, отсутствуют научно-методологические разработки по их внедрению, что является одним из основных факторов, сдерживающих сегодня создание и ведение ГКЖД.

Объекты ГКЖД по своей физической и правовой сущности относятся в основном к объектам недвижимости, поэтому при составлении на них кадастровой документации необходимо вначале провести формирование этих объектов в качестве объектов правовых отношений. Процедура формирования недвижимого имущества представляет собой официально установленную последовательность действий для формирования объектов недвижимости (земельных участков, зданий, сооружений) в качестве объектов государственного кадастрового учета и объектов правовых отношений в принятых единицах кадастрового деления территории для последующей государственной регистрации прав юридических и физических лиц на земельные участки с расположенными на них и под ними зданиями и сооружениями.

В связи с этим ведение ГКЖД должно предусматривать обязательное использование информации государственного земельного кадастра и государственного кадастра зданий и сооружений, касающейся правового статуса объектов (правообладатель и вид прав на объект, наличие обременений и т.п.), а также их основных технических и экономических характеристик (площадь, материал сооружения, этажность, наличие инженерных коммуникаций и др.).

Здесь необходимо отметить, что при проведении кадастрового деления территории, на которой расположены объекты железных дорог (протяженные железнодорожные пути), возникает проблема учета таких объектов, состоящих обычно из ряда (цепочки) отдельных земельных участков. Крупные, протяженные линейные объекты, такие как железные дороги, требуют особой методологии их учета в рамках ведения государственного земельного кадастра и государственного кадастра зданий и сооружений, разработка которой является предметом отдельного исследования.

В связи с расширением сети высокоскоростного железнодорожного пассажирского сообщения одной из актуальных проблем является обеспечение повышенных мер безопасности. К числу основных мероприятий по обеспечению безопасности железнодорожного движения относится установление и соблюдение режима полос отвода и охранных зон железных дорог. Отсутствие соответствующих современным условиям строительства и эксплуатации объектов железнодорожного транспорта научно-обоснованных норм и правил установления полос отвода и охранных зон является актуальной проблемой, требующей своего решения.

Актуальность проблемы подтверждается многочисленными случаями использования полос отвода и охранных зон не по назначению (для сельскохозяйственного производства, застройки, выпаса скота, рубки деревьев и кустарников и т.п.), а также в нарушение установленного режима землепользования.

В то же время отсутствуют ведомственные нормативные акты, регулирующие порядок проведения землеустроительных и кадастровых процедур, установления охранных зон и сервитутов на объектах железнодорожного транспорта, формирования соответствующей документации (включая графическое отображение объектов и установленных охранных зон и сервитутов), государственного кадастрового учета и регистрации охранных зон и сервитутов и т.д.

Отсутствуют также нормативные акты, регулирующие режимы землепользования на объектах железнодорожного транспорта, где установлены охранные зоны, а также контроля соблюдения таких режимов.

Как следует из проведенного анализа, разработка методологии установления охранных зон и сервитутов на объектах железнодорожного транспорта является чрезвычайно актуальной задачей.

Ведение ГКЖД обеспечивается проведением инвентаризации, учета, оценки объектов железных дорог и заключается в составлении описи всех объектов железных дорог, учете их количественных и качественных характеристик, эколого-экономической оценке, а также в сборе, систематизации, хранении, обновлении и предоставлении в установленном порядке кадастровой информации заинтересованным пользователям.

Опись объектов железных дорог является основой для учета их количественных и качественных характеристик и эколого-экономической оценки.

Первичной описи подлежат все виды объектов железных дорог. При этом должны фиксироваться основные показатели, состав которых определяется соответствующими ведомственными нормативными актами, утверждаемыми АО «Узбекистан темир йуллари» по согласованию с Госкомземгеодезкадастром Республики Узбекистан. По результатам описи составляется паспорт на каждый объект.

Учет количественных и качественных характеристик объектов железных дорог должен включать их классификацию по экономическим, технологическим и экологическим признакам, состав которых должен быть в свою очередь определен ведомственными нормативными актами по ведению ГКЖД.

Кадастровый учет подразделяется на основной и текущий. Основной учет количественных и качественных характеристик осуществляется по каждому объекту железных дорог, который к моменту постановки на учет сдан в эксплуатацию и функционирует. Дальнейшие изменения, происходящие в характеристиках объектов железных дорог, фиксируются при текущем учете.

Документально оформленная и утвержденная в установленном порядке учетная информация должна заноситься в кадастровую книгу и вводиться в Автоматизированную информационную систему (АИС) ГКЖД. Согласно [4] АИС ГКЖД должна быть совместимой с геоинформационной системой ЕСГК, входящей в разрабатываемую в настоящее время Национальную геоинформационную систему.

Экономическая оценка объектов железных дорог производится с учетом их специфики для определения стоимости каждого объекта для налогообложения, приватизации и других целей.

4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПОЛЕЗНОСТЬ ГКЖД

К основным преимуществам, которые дает эффективная кадастровая система, относятся [5]:
гарантия и надежная защита права собственности и других прав на недвижимое имущество;
поддержка системы налогообложения путем ее обеспечения достоверными данными о земле и недвижимости;

обеспечение гарантий под кредиты, развитие системы ипотеки;
развитие и контроль рынков земли и недвижимости;
охрана и рациональное использование земель;
гарантия результатов судебных процессов, связанных с отстаиванием земельных и имущественных прав, включая восстановление в правах;

снижение количества земельных и имущественных споров;
обеспечение процессов разгосударствления и приватизации;
расширение возможностей по привлечению инвестиций, в том числе зарубежных;
повышение эффективности процессов развития инфраструктуры и управления городским хозяйством;
поддержка рационального использования природных и хозяйственных ресурсов, а также окружающей среды в целом;

обеспечение органов власти и управления кадастровой информацией, необходимой для разработки прогнозов экономического и социального развития, принятия управленческих решений.

5. ВЫВОДЫ

Принимая во внимание общие преимущества кадастровых систем, необходимо отметить, что кадастр также является важным инструментом поддержки принятия управленческих решений для реализации стратегических направлений развития железнодорожной отрасли [6], в частности:

обновление основных фондов железнодорожного транспорта;
равномерное развитие инфраструктуры железнодорожного транспорта, увеличение пропускных и провозных способностей железнодорожных линий;

создание условий для привлечения инвестиций в сферу железнодорожного транспорта и роста объемов транзитных грузовых перевозок;
повышение безопасности функционирования железнодорожного транспорта;
строительство новых и реконструкция действующих участков железнодорожных линий для обеспечения удовлетворения потребностей экономики страны в своевременной доставке готовой продукции, сырья и материалов;
развитие скоростного и высокоскоростного пассажирских сообщений;
формирование согласованной политики в области технического регулирования, безопасности движения и защиты окружающей среды;
совершенствование нормативно-правовой базы, продолжение работы по гармонизации межгосударственных стандартов и работ по системе подтверждения соответствия в области железнодорожного транспорта, объектов инфраструктуры и др.

Использованная литература.

1. Словарь иностранных слов. – М.: Русский язык, 1983. – 608 с. . [In Russian: (1983) *Dictionary of foreign words*. Moscow: Russian language].
2. Henssen, J. (1995) Basic Principles of the Main Cadastral Systems in the World. In Proceedings of the One Day Seminar held during the Annual Meeting of Commission 7, Cadastre and Rural Land Management, of the International Federation of Surveyors (FIG), May 16, Delft, The Netherlands.
3. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 30.06.2005 г. №152 «Об утверждении Положений о порядке ведения отдельных государственных кадастров». Положение о порядке ведения государственного кадастра железных дорог // Собрание законодательства Республики Узбекистан, 2005 г., №25-26, ст.181. [In Uzbekistan: (2005) Resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan dated June 30, 2005 No. 152 “On approval of the Regulations on the procedure for maintaining individual state cadastres”. The regulation on the procedure for maintaining the state cadastre of railways // *Collection of legislation of the Republic of Uzbekistan*].
4. Самборский А.А. Основные направления реализации Закона Республики Узбекистан «О государственных кадастрах» // Геодезия, картография ва кадастр, № 1 (4). - 2001 г. - с.11–14. [In Uzbek: (2001) The main directions of the implementation of the Law of the Republic of Uzbekistan”. On state cadastres” // *Geodesy, cartography and cadastre*, No 1(4)].
5. Руководящие принципы управления земельными ресурсами с уделением особого внимания странам с переходной экономикой. – ООН: Нью-Йорк-Женева, 1996.- 150 с. [In Russian: (1996) *Guidelines for land administration with particular emphasis on countries with economies in transition*. UN: New York-Geneva].
6. Стратегия развития АО «Узбекистан темир йуллари» на период 2015-2019 годы. Available at: http://www.railway.uz/ru/gazhk/strategiya_razvitiya/.

STRUCTURAL SCHEME OF THE FORMAL MODEL OF ELECTRONIC DOCUMENT TURNOVER OF TECHNICAL DOCUMENTATION

Baratov, Dilshod, DSc, docent
Aripov, Nazirjon, doctor of technical sciences, professor
Tashkent Institute of railway Engineers
1, Adilxodjaev St., Tashkent, Uzbekistan, 100167
Tel. +998 (90) 919 50 99
E-mail: baratovdx@yandex.ru
Telegram: @baratovdilshod

Abstract. The article presents a formal model of electronic document management of technical documentation. A structural diagram of the model of technical documentation is developed. The proposed structural diagram of a formalized model of technical documentation consists of external, internal and output units. The formation of microcommands by the logical circuits of the algorithms of technical documentation.

Keywords: electronic document management of technical documentation, structural scheme, formal model, logical scheme of algorithms

ТЕХНИК ХУЖЖАТЛАРНИНГ ЭЛЕКТРОН ХУЖЖАТ АЙЛАНИШИНИНГ ФОРМАЛ МОДЕЛИНИНГ ТУЗИЛМАВИЙ СХЕМАСИ

Дилшод Баратов, т.ф.н., доцент
Назиржон Арипов, т.ф.д., профессор
Тошкент темир йўл мухандислари институти
100167, Ўзбекистон, Тошкент, Одилхўжаев кўч., 1
Tel. +998 (90) 919 50 99
E-mail: baratovdx@yandex.ru;
telegramm: @baratovdilshod

Аннотация. Мақолада техник хужжатларнинг электрон хужжат айланишининг формал модели келтирилган. Техник хужжатлар моделининг тузилмавий схемаси ишлаб чиқилган. Формал техник хужжат моделининг тавсия этилган тузилмавий схемаси ташқи, ички ва чиқиш блокларидан иборат. Техник хужжатлар алгоритмларининг мантикий схемалари бўйича микрокомандалар шакллантирилди.

Калит сўзлар. Техник хужжатларнинг электрон хужжат айланиши, тузилмавий схема, формал модель, алгоритмларнинг мантикий схемаси

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ФОРМАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Дилшод БАРАТОВ, к.т.н., доцент
Назиржон АРИПОВ, д.т.н., профессор
Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта
100167, Узбекистан, Ташкент, ул. Адылходжаева, 1
Tel. +998 (90) 919 50 99
E-mail: baratovdx@yandex.ru;
telegramm: @baratovdilshod

Аннотация. Разработана структурная схема модели технической документации, состоящая из внешних, внутренних и выходных блоков. Выполнено формирование микрокоманд по логическим схемам алгоритмов технической документации.

Ключевые слова. Электронный документооборот технической документации, структурная схема, формальная модель, логическая схема алгоритмов

1. ВВЕДЕНИЕ

Традиционный способ автоматизации электронного документооборота технической документации (ЭДТД) заключается в том, что разработка программного обеспечения постепенно вынужденно переходит в фоновый режим, поскольку даже незначительные изменения в схеме транспорта и технологического процесса означают необходимость (адаптировать) перепрограммирования программу, требует времени и денежных средств. В результате дефицит времени будет ощущаться все острее, что не позволит обновлять обращения, исходя из меняющихся условий и требований железнодорожного транспорта. В этих условиях активно

развивающиеся системы, связанные с автоматизацией предприятий, потребуют большего числа обученного персонала. Несмотря на перечисленные обстоятельства численность квалифицированных специалистов в области автоматизации растет недостаточно быстро [1-10]. Таким образом, задача состоит в том, чтобы создать простой в использовании и надежный инструмент автоматизации, в арсенале которого есть не только инструменты описания рабочего процесса, но и его выполнения. Решение названной задачи имеет важное значение, поскольку чистый описательный инструмент интересен только с точки зрения анализа технологических процессов и может использоваться только как часть технического задания при выполнении конкретной модели рабочего процесса.

В результате выполненного исследования разработаны логические схемы алгоритмов (ЛСА) процесса учета и контроля устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (УКЖАТ) [10-12]. В данной статье представлены: ется структурная схема модели технической документации (ТД), в соответствии с которой формируются микрокоманды по логическим схемам алгоритмов технической документации; рассматриваются вопросы упрощения структуры автомата процесса учета и контроля устройств железнодорожной автоматики и телемеханики.

Целью данной работы является описание и разработка структурной схемы модели электронного документооборота. В качестве объекта моделирования рассматривается электронный документооборот технической документации. Для реализации модели будет использован апробированный аппарат теории автоматов, адаптированный к современным технологиям программирования. Задача создания и внедрения электронного документооборота технической документации является сегодня весьма актуальной. На предприятиях и в организациях железной дороги для решения этой задачи тратят значительные средства и время.

Наряду с описанием процессов в виде формализованного представления также существует подход - микропрограммный автомат [13]. Этот подход заключается в том, чтобы отобразить процесс как систему взаимной автоматизации (один автомат помещается в одно или несколько состояний другого автомата), с возможностью вызова (один автомат вызывается определенным событием из выходного движения, образованного во время прохождения другого автомата), посредством обмена сообщениями (один автомат принимает сообщение от другого) и по состояниям (один автомат проверяет состояние другого автомата). Структурированность можно рассматривать с любым событием [14]. Количество автоматов, установленных во внутренних состояниях, не ограничено глубиной позиционирования. Это представление позволяет более компактно описывать жизненный цикл программы, модуля и в этом случае техническую документацию или процесс УКЖАТ. В свою очередь, компактная презентация улучшает внешний вид.

2. МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРОТА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Синтез систем электронного документооборота технической документации дает возможность осуществлять непрерывный контроль качества выполненной работы и оценку её полноты [15, 16]. Рассмотрим этот синтез на формализованной модели электронного документооборота. Для создания такой модели обследуем реальные процессы проверки и использования технической документации хозяйства сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), которая включает также протоколы свойств технической документации. Общее количество протоколов и различных сценариев образует правила формализованной модели, которые определяются при обследовании реального объекта. Формализованная модель включает в себя конечное число правил и легче реального объекта. Эта модель предлагает методологию проведения декомпозиции процессов документооборота и выявление их взаимодействия между собой. Элементы формализованной модели могут быть разделены на три вида: сотрудники организации, осуществляющие движение и использование документов, при этом модель является системой их обязанностей и делит их на роли по реальным исполнителям; состояние документов, которые в модели составляют конечный список состояния в результате применения декомпозиции; действия участников, которые изменяют текущие возмущающие воздействия за счет изменения документов.

Для создания подобной модели в хозяйстве СЦБ произведено обследование с целью проверки степени полноты использования технической документации. Это дало возможность определить свойства протоколов и составить сценарий документооборота. Формализованная модель математически записывается в виде трех конечных множеств и связей [17, 18].

$$D_T = \{U, P, F\} \quad (1)$$

где D_T – формальная модель электронного документооборота технической документации;

U – множество участников;

P – множество процессов;

F – множество состояний технической документации (ТД) с допустимыми областями значений.

Установлен ограниченный набор реальных участников рабочего процесса, P – в пересмотренной системе рабочего процесса определяется как ограниченный набор процессов, выполняемых участниками. F – ограниченные случаи, принимаемые которые могут быть приняты ТД после выполнения процедур от P участников указанного набора U .

Применение представленной модели позволяет объединить подход при разработке и использовании систем ЭДТД. Внедрение системы ЭДТД позволит сделать процесс хранения технической документации более прозрачным и предсказуемым, и уменьшит личное влияние исполнительного персонала на конечный результат.

3. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ МОДЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Структурная схема формализованной модели ТД разработана применительно к микропрограммным автоматам (МА). На основе МА исполнялась схема Wilks-Stinger, используемая тся, когда не имеется строгих требований к скорости управления автоматом при синтезе микрограмм с наименьшим управлением [15].

Предлагаемая структурная схема формализованной модели ТД состоит из Матриц внешних М1, внутренних М2, выходных микроопераций М3.

Каждая внешняя микрооперация $Z_{V_{qg}}$ является управляющим оператором, а внутренняя $Z_{\alpha_{qg}}$ – управляющим логическим условием, проверяющим условие α_{qg} , значениями которого являются выполнение ($\alpha_{qg} = 1$; отмечено знаком +) или невыполнение условия ($\alpha_{qg} = 0$; отмечено знаком –). На структурной схеме кружочком обозначена схема, которая служит для запроса от $Z_{\alpha_{qg}}$ значения проверяемого им условия (рис.1).

Микропрограмма, т.е. последовательность выполнения микроопераций, удобно описывать на языке ЛСА, причем с оператором V_{qg} сопоставляется внешняя микрооперация $Z_{V_{qg}}$, а с логическим условием α_{qg} внутренняя микрооперация $Z_{\alpha_{qg}}$.

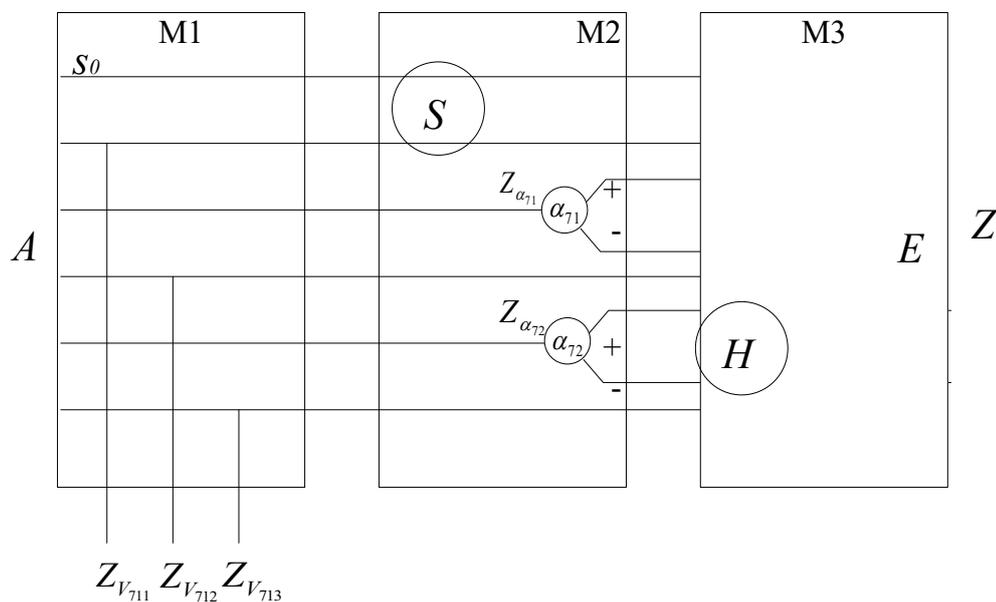


Рис. 1. Структурная схема формализованной модели ТД

При выполнении этой операции каждая микрокоманда включает только одну микрооперацию (внешнюю или внутреннюю) и включает только одного оператора или логическое условие во время каждого микротакта. Количество внутренних состояний МА полностью определяется количеством элементов ЛСА. Размер матриц М1 и М2 зависит от количества операторов и логических условий в ЛСА. В конкретном случае, когда только операторы входят в ЛСА, матрица М2 отсутствует. В этом случае в матрице М3 каждый раз формируется количество последовательных микрокоманд.

При наличии в ЛСА логических условий необходима матрица М2, в которой формируются $Z_{\alpha_{qg}}$. При ложном значении проверяемого в $Z_{\alpha_{qg}}$ логического условия (если оно входит в ЛСА без инверсии) порядок выполнения элементов ЛСА нарушается. Затем в М3 должно быть сформировано необходимое количество микрокоманд, чтобы правильно выполнить ЛСА.

Если объединим отдельную микрокоманду с каждым элементом ЛСА, даже очень простой алгоритм требует, чтобы МА выполнял большое количество внутренних состояний. В то же время нет необходимости выделять внутреннее положение для каждого элемента ЛСА. Некоторые внешние микрооперации могут выполняться не последовательно, а одновременно в одном микротакте. Это когда оператор, соответствующий микротактам, может работать параллельно. Затем группа операторов ЛСА, которые выполняются одновременно, не связаны с каждым внутренним состоянием одного оператора МА. Естественно, это сводит к минимуму внутреннее состояние МА, к уменьшению объема внутренних состояний. Сочетание отдельных микроопераций с течением времени приводит к увеличению скорости, поскольку количество микроконтактов, необходимых для выполнения алгоритма, уменьшается.

Упрощение схемы МА можно получить одновременным выполнением внешних и внутренних микроопераций. Тогда число микрокоманд МА будет определяться не числом элементов ЛСА, а числом групп одновременно выполняемых микроопераций. В ЛСА А71 можно выделить 6 такие группы:

$$A_{71} = \underbrace{V_0 V_{711} V_{712} V_{713} V_{714} \downarrow^{717} V_{715} V_{716} V_{717} \downarrow^{715} V_{718} \alpha_{711} \uparrow^{711} V_{7110} V_{7111} \overline{\alpha_{712}} \uparrow^{712} \downarrow^{711} V_{719} \omega \uparrow^{715}}_1 \underbrace{\times \downarrow^{712} \downarrow^{714} V_{7115} \alpha_{713} \uparrow^{713} V_{7116} \alpha_{714} \uparrow^{714} V_{7117} \omega \uparrow^{716} \downarrow^{713} V_{7118} \omega \uparrow^{717} \downarrow^{712} V_{7112} V_{7113} V_{7114} V_k}_2 \quad (1)$$

$$\underbrace{\times \downarrow^{712} \downarrow^{714} V_{7115} \alpha_{713} \uparrow^{713} V_{7116} \alpha_{714}}_3 \underbrace{\uparrow^{714} V_{7117} \omega \uparrow^{716} \downarrow^{713} V_{7118} \omega}_4 \underbrace{\uparrow^{717} \downarrow^{712} V_{7112} V_{7113} V_{7114} V_k}_5 \underbrace{\downarrow^{712} \downarrow^{714} V_{7115} \alpha_{713} \uparrow^{713} V_{7116} \alpha_{714}}_6$$

то, МА будет иметь шесть внутренних состояний. Матрица М3 на рис.2 построена при сопоставлении с микрокомандами 1, 2, 3, 4, 5, 6 кодовых комбинаций 001, 010, 011, 100, 101, 110 соответственно.

Таким образом, рассмотрен способ поэтапного масштабирования микрокоманд, и в результате осуществлен переход от микрокоманды, которая включает в себя только одну внешнюю или внутреннюю микрооперацию, к микрокоманде, которая включает в себя всю группу внешних и внутренних микроопераций. Чтобы сформировать такие микрокоманды должен быть реализован микропрограммный автомат в дополнение к ЛСА, предоставляя информацию о возможности одновременной работы различных операторов и распределении смещений для каждого оператора. Очевидно, что в одну микрокоманду не могут входить оператор V_{qs} и логическое условие α_{qs} , если значение может быть изменено оператором V_{qs} . Задача формирования наименьшего возможного числа микрокоманд ЛСА является сложной.

При рассмотрении различных возможных способов построения схемы МА считается, что реализуется только один алгоритм. Однако программный способ управления используется именно тогда, когда в автомате необходимо реализовать несколько различных алгоритмов.

Более того, метод управления программным обеспечением используется именно тогда, когда автомат нуждается в внедрении нескольких различных алгоритмов в автоматизированной системе управления. При рассмотрении различных возможных способов построения схемы МА считается, что реализуется только один алгоритм.

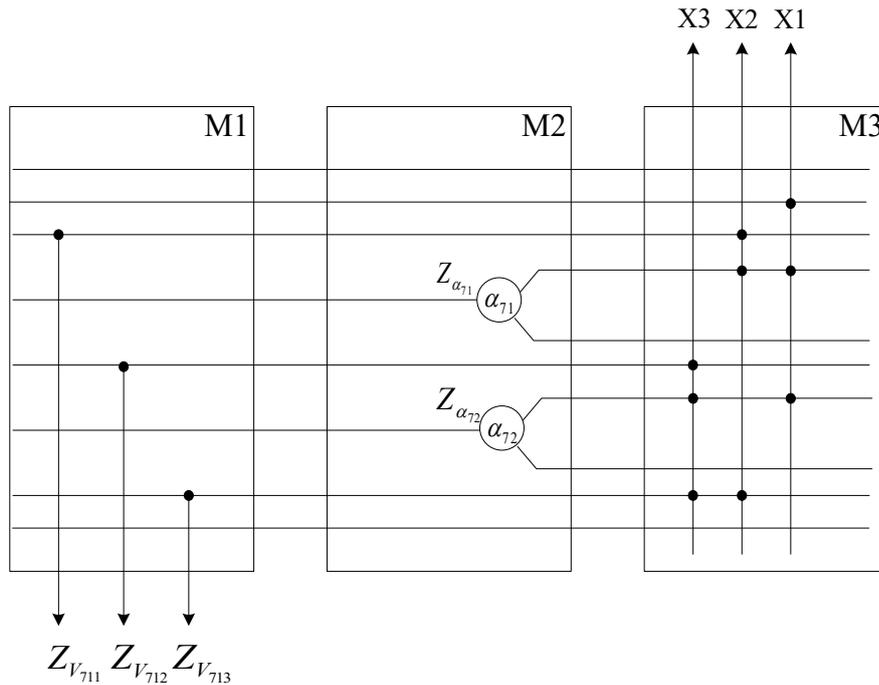


Рис. 2. Структура матрицы М3

Структура графа перехода МА будет во многом зависит от выбора микрокоманд при сравнении внутренних состояний с микрокомандами. Особым требованием является разработка методов, которые позволяют минимизировать и кодировать автомат с учетом различных требований.

4. ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОКОМАНД ПО ЛОГИЧЕСКИМ СХЕМАМ АЛГОРИТМОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

При использовании для построения МА схемы каждая микрокоманда сопоставляется с внутренним состоянием автомата. В этом контексте задача выбора количества микрокоманд имеет решающее значение, поскольку сложность МА зависит от его решения. Предполагаем, что производительность МА будет определяться одним ЛСА, при этом значения всех его ЛУ будут изменены только этими операторами ЛСА или останутся неизменными до тех пор, пока ЛСА не закончится.

Прежде чем объяснять способ образования микрокоманд, необходимо ввести несколько понятий.

Определение 1. Два элемента ЛСА Y_i и Y_j являются противоречивыми, если:

1) они не могут быть выполнены одновременно;
 2) Y_i является логическим условием, а Y_j – оператором, причем логическое условие входит в распределение сдвигов оператора Y_j .

Определение 2. Элемент ЛСА Y_i , который может быть выполнен непосредственно перед элементом Y_j , назовем предшественником Y_j . Тогда Y_j является последователем Y_i . Очевидно, у любого элемента ЛСА может быть несколько предшественников. У элемента ЛСА, являющегося оператором, всегда только один последователь, а у логического условия (двухзначного) – два последователя, за счет чего при выполнении ЛСА образуются разветвления.

Элемент ЛСА, который является оператором, всегда имеет только один последователь, а логическое условие (двухзначное) имеет два последователя, в результате чего приводит к ветвлению.

Определение 3. Группа элементов ЛСА образует ветвь, если каждый $(i+1)$ элемент этой ветви является последователем i -го элемента. Один и тот же элемент ЛСА может входить в несколько различных ветвей. Группу элементов ЛСА назовем совместимой, если в каждой ветви, образуемой элементами этой группы, не содержатся противоречивые элементы. Если какой-либо другой элемент ЛСА не соответствует, группа элементов ЛСА, которая соответствует ему, называется максимальной.

Из приведенных выше определений следует, что каждая максимально соответствующая группа элементов ЛСА может интерпретироваться как отдельная микрокоманда. Такая микрокоманда состоит из набора внутренних и внешних микроопераций, но одновременно с определенным набором значений логических условий выполняется микрооперация, включенная только в одну ветвь микрокоманды.

С каждым внутренним состоянием программного обеспечения связана одна совместимая группа элементов M_i ЛСА. Если первым элементом группы M_j является последователь одного из элементов группы M_i , то в МА необходимо переключиться из внутреннего состояния в другое. В этом случае МА выполняет заданный ЛСА.

Чтобы получить соответствующую группу M_{Y_i} (то есть группу, которая является первым элементом), записывается элемент Y_i ЛСА. Если у Y_i есть один последователь (то есть Y_i оператор), то он переносится вправо. При наличии двух последователей образуется разветвление и каждый из них выписывается справа от Y_i на отдельной ветви. Этот процесс повторяется для вновь назначенных групповых элементов в каждой ветви.

Если группа M_{Y_i} включает в себя последний оператор ЛСА или требуется ввести элемент ЛСА, который не соответствует по крайней мере одному элементу этой ветви, или если необходимо записать Y_j вход в другую ветвь группы M_{Y_i} , то направление группы Y_i будет отключено. Во втором случае нужно поставить стрелку Y_j к Y_i . Формирование группы заканчивается после распада всех ее ветвей.

Если первая группа не включает все элементы ЛСА, то вторая группа будет сформирована, начиная с наименьшего по порядку элемента ЛСА, не вошедшего в предыдущую группу. Таким образом, процесс повторяется, пока каждый элемент ЛСА не будет включен, по крайней мере, в одну группу.

Рассмотрим способ формирования микрокоманд ЛСА А71:

$$\begin{aligned}
 A71 = & V_0 V_{711} V_{712} V_{713} V_{714} \downarrow^{717} V_{715} V_{716} V_{717} \downarrow^{715} V_{718} \alpha_{711} \uparrow^{711} V_{7110} V_{7111} \\
 & \downarrow^{716} \overline{\alpha_{712}} \uparrow^{712} \downarrow^{711} V_{719} \omega \uparrow^{715} \times \downarrow^{714} V_{7115} \alpha_{713} \uparrow^{713} V_{7116} \alpha_{714} \uparrow^{714} V_{7117} \omega \uparrow^{716} \\
 & \downarrow^{713} V_{7118} \omega \uparrow^{717} \downarrow^{712} V_{7112} V_{7113} V_{7114} V_k
 \end{aligned} \tag{2}$$

Информация о возможности одновременного выполнения операторов задана в табл.4.1.

В клетке таблицы 1 на пересечении столбца V_p и строки V_q в ставится знак V, если операторы V_p и V_q можно выполнять одновременно в любом из возможных значений ЛСА, в противном случае ставится знак X.

Зададим следующее распределение сдвигов:

$$V_0 - \{\alpha_{711}\}$$

Таблица одновременного выполнения операторов ЛСА А71

V_1	x																		
V_2	x	x																	
V_3	x	x	x																
V_4	x	x	x	x															
V_5	x	x	x	x	x														
V_6	x	x	x	x	x	x													
V_7	x	x	x	x	x	x	x												
V_8	x	x	x	x	x	x	x	x											
V_9	x	v	v	v	v	v	v	v	v										
V_{10}	x	v	v	v	v	v	v	v	v	v									
V_{11}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								
V_{12}	x	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v							
V_{13}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
V_{14}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
V_{15}	x	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v				
V_{16}	x	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v			
V_{17}	x	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v		
V_{18}	x	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	
V_k	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
	V_0	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}	V_{11}	V_{12}	V_{13}	V_{14}	V_{15}	V_{16}	V_{17}	V_{18}

Определение 4. В совместной группе ЛСА объединяются непосредственные последовательные элементы.

Образуем максимальные совместимые группы элементов ЛСА А71. Берем оператор V_0 и приписываем справа его последователя:

$$V_0 \rightarrow [\alpha_{711}]. \quad (3)$$

Так как α_{711} входит в распределение сдвигов оператора V_0 , то ветвь обрывается на предыдущем элементе (т.е. V_0), а α_{711} указывается в квадратных скобках. В связи с тем, что у V_0 имелся один последователь, группа M_{V_0} состоит из одного оператора V_0 , т.е.

$$M_{V_0} = \{V_0 \rightarrow [\alpha_{711}]\}. \quad (4)$$

Утверждение 1. Элементы, указанные в квадратных скобках в составе совместной группы, не входят в данную группу, а являются начальными элементами других групп.

Делаем наиболее подходящие группы. В этом случае после α_{qg} стрелка выше \rightarrow будет означать, что $\alpha_{qg} = 1$, а \rightarrow нижняя – $\alpha_{qg} = 0$.

$$\begin{aligned}
M_{V_0} &= \{V_0 \rightarrow V_{711} \rightarrow V_{712} \rightarrow V_{713} \rightarrow V_{714} \rightarrow V_{715} \rightarrow V_{716} \rightarrow V_{717} \rightarrow V_{718} \rightarrow [\alpha_{711}]\} \\
M_{\alpha_{711}} &= \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow V_{7110} \rightarrow V_{7111} \rightarrow \alpha_{712} - \left. \begin{array}{l} \rightarrow [V_{719}] \\ \rightarrow V_{7112} \rightarrow V_{7113} \rightarrow V_{7114} \rightarrow V_k \end{array} \right\} \\ \alpha_{711} \left. \begin{array}{l} \rightarrow [V_{719}] \\ \rightarrow V_{7115} \rightarrow \alpha_{713} \left. \begin{array}{l} \rightarrow V_{7116} \rightarrow [\alpha_{714}] \\ \rightarrow [V_{7118}] \end{array} \right\} \end{array} \right\} \\
M_{V_{719}} &= \{V_{719} \rightarrow \omega^{715} \rightarrow V_{718} \rightarrow [\alpha_{711}]\} \\
M_{\alpha_{713}} &= \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow V_{7117} \rightarrow \omega^{716} \rightarrow \alpha_{712} - \left. \begin{array}{l} \rightarrow [V_{719}] \\ \rightarrow V_{7112} \rightarrow V_{7113} \rightarrow V_{7114} \rightarrow V_k \end{array} \right\} \\ \alpha_{714} \left. \begin{array}{l} \rightarrow [V_{719}] \\ \rightarrow V_{7115} \rightarrow [\alpha_{713}] \end{array} \right\} \\
M_{\alpha_{714}} &= \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow V_{7117} \rightarrow \omega^{716} \rightarrow \alpha_{712} - \left. \begin{array}{l} \rightarrow [V_{719}] \\ \rightarrow V_{7112} \rightarrow V_{7113} \rightarrow V_{7114} \rightarrow V_k \end{array} \right\} \\ \alpha_{714} \left. \begin{array}{l} \rightarrow [V_{719}] \\ \rightarrow V_{7115} \rightarrow [\alpha_{713}] \end{array} \right\} \\
M_{V_{7118}} &= \{V_{7118} \rightarrow \omega^{717} \rightarrow V_{715} \rightarrow V_{716} \rightarrow V_{717} \rightarrow V_{718} \rightarrow [\alpha_{711}]\}
\end{aligned} \tag{5}$$

Получено шесть соответствующих групп элементов ЛСА. Сравним каждую из шести совместимых групп с максимальной микрокомандой, то есть внутренним состоянием МА. В этом случае получаем структурную диаграмму МА, представленную на рис.3а. Из структурной схемы МА видно, что имеются пересекающиеся микрокоманды, поскольку один и тот же элемент ЛСА находится в различных микрокомандах. Это связано с тем, что полученная система микрокоманд значительно превышает количество операторов и логических условий, которые происходят в исходных ЛСА. В то же время ясно, что микрокомандная система, которая вызывает схему МА, может быть точно определена. Таким образом, количество данных элементов ЛСА не может служить признаком сложности схемы МА. Сложность схемы МА определяется другой ЛСА, которая называется расширенной и обозначается как $U^{A_{qs}}$.

Определение 5. Расширенный ЛСА составлено в соответствии с существующими микрокомандной системы, и количество элементов в точности равна количеству операторов и логических условий микрокомандной системы.

Если в исходной ЛСА A_{qs} , нет повторяющихся элементов, то в расширенной ЛСА $U^{A_{qs}}$ одни и те же элементы могут неоднократно повторяться.

Для получения системы микрокоманд (5) расширенная ЛСА будет иметь вид:

$$\begin{aligned}
U^{A_{71}} &= V_0 V_{711} V_{712} V_{713} V_{714} V_{715} V_{716} V_{717} V_{718} \downarrow^{715} \downarrow^{717} \alpha_{711} \uparrow^{711} V_{7110} V_{7111} \downarrow^{716} \overline{\alpha_{712}} \uparrow^{712} \downarrow^{711} V_{719} V_{718} \\
&\omega \uparrow^{715} V_{7115} \downarrow^{714} \alpha_{713} \uparrow^{713} V_{7116} \alpha_{714} \uparrow^{714} V_{7117} \omega \uparrow^{716} \downarrow^{714} V_{7115} \omega \uparrow^{714} \downarrow^{713} \\
&V_{7118} V_{715} V_{716} V_{717} V_{718} \omega \uparrow^{717} \downarrow^{712} V_{7112} V_{7113} V_{7114} V_k
\end{aligned} \tag{6}$$

Эта расширенная ЛСА содержит 24 элементов вместо 18 в исходной ЛСА (2).

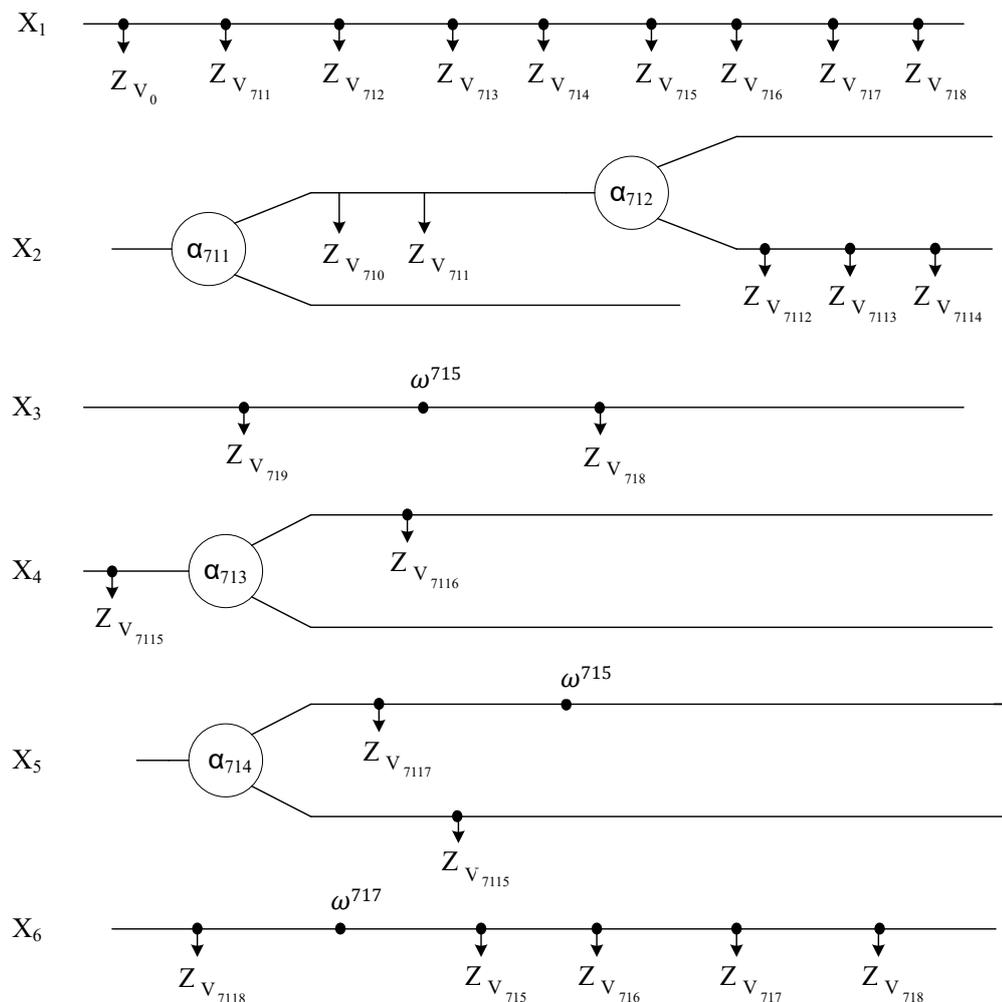


Рис.3. Структурная схема МА ЛСА А71

Определение 6. В зависимости от заданных условий совместимости элементов ЛСА и выбранного способа формирования микрокоманд по одной и той же ЛСА могут быть получены различные системы микрокоманд и, следовательно, различные расширенные ЛСА.

Определение 7. Схема МА строится по системе микрокоманд. Каждой схеме МА соответствует своя ЛСА $U^{A_{qg}}$, одна и та же ЛСА U будет соответствовать целому множеству схем МА.

Следовательно, для оценки сложности схемы МА целесообразно использовать расширенную ЛСА. Обращаемся к системе микрокоманд, получаемой (6), и делаем некоторые изменения, определяя и повторяя общие части некоторых микрокоманд. В результате можем получить систему микрокоманд:

$$\begin{aligned}
 M_{V_0} &= \{ V_0 \rightarrow V_{711} \rightarrow V_{712} \rightarrow V_{713} \rightarrow V_{714} \rightarrow \downarrow^3 V_{715} \rightarrow V_{716} \rightarrow V_{717} \rightarrow \downarrow^1 V_{718} \rightarrow [\alpha_{711}] \} \\
 M_{\alpha_{711}} &= \left\{ \alpha_{711} \left[\begin{array}{l} \rightarrow V_{7110} \rightarrow V_{7111} \rightarrow [\alpha_{712}] \\ \rightarrow [V_{719}] \end{array} \right. \right\}, M_{\alpha_{712}} = \left\{ \alpha_{712} \left[\begin{array}{l} \rightarrow [V_{719}] \\ \rightarrow V_{7112} \rightarrow V_{7113} \rightarrow V_{7114} \rightarrow V_k \end{array} \right. \right\} \\
 M_{V_{719}} &= \{ V_{719} \rightarrow \mathbf{1} \}, M_{\alpha_{713}} = \left\{ \downarrow^2 V_{7115} \rightarrow \alpha_{713} \left[\begin{array}{l} \rightarrow V_{7116} \rightarrow [\alpha_{714}] \\ \rightarrow [V_{7118}] \end{array} \right. \right\} \\
 M_{\alpha_{714}} &= \left\{ \alpha_{714} \left[\begin{array}{l} \rightarrow V_{7117} \rightarrow [\alpha_{712}] \\ \rightarrow \mathbf{2} \end{array} \right. \right\}, M_{V_{7118}} = \{ V_{7118} \rightarrow \mathbf{3} \}
 \end{aligned} \tag{7}$$

Для перехода к одинаковым частям микрокоманд применены пронумерованные стрелки, так же как в ЛСА. На рис.4 приведена схема МА, построенная по этой системе микрокоманд.

Рассмотрим преобразование микрокоманд в упрощенную схему МА. Как видно, в отличие от схемы на рис.3 в схеме МА появились дополнительные элементы ИЛИ, соответствующие неоднократному обращению к одному и тому же элементу ЛСА. Кроме того, такая же микрооперация должна быть выполнена для различных внутренних состояний МА, которые могут вызвать определенные трудности при кодировании внутреннего состояния автомата. Рассмотрим схему, показанную на рис. 4.

Внутренние состояния этого автомата позволяют кодироваться следующим образом:

$$x_1 = 000, x_2 = 001, x_3 = 010, x_4 = 011, x_5 = 101, x_6 = 110$$

Если микрооперация $Z_{V_{718}}$, выполнена, то автомат может быть в первом, третьем или шестом внутреннем случае, так как эта операция является частью трех микрокоманд.

Повторное обращение к одной и той же внешней микрооперации не упрощает схему матрицы М1, а делает ее многоступенчатой схемой, поскольку общее количество выполнения любой микрооперации не уменьшается.

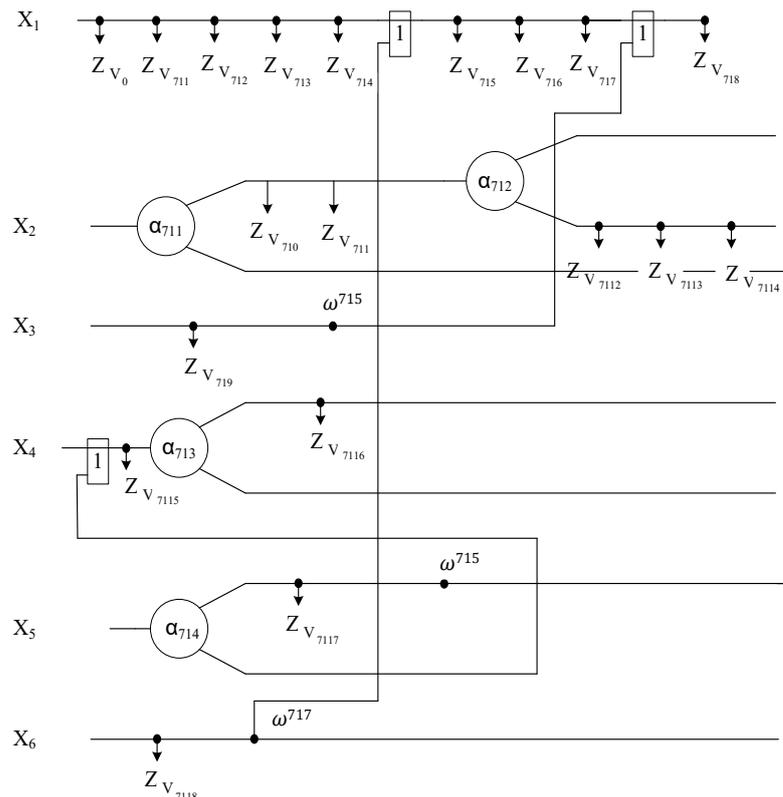


Рис.4. Схема МА с одинаковыми частями микрокоманд ЛСА А71

До сих пор микрокоманда сравнивалась с максимальной группой соответствующих ЛСА элементов. При этом достигается максимальная действия, т. е. выполняется минимальное количество циклов ЛСА МА, а МА имеет внутренние состояния, которые минимальны или близки к нему. Однако комбинационная часть автомата при этом может быть неминимальной. Использование в качестве микрокоманд не максимальных групп совместимых элементов ЛСА может привести к упрощению матриц $M1$ и $M2$ схемы МА.

В (4.7), выделив в отдельную микрокоманду общие части максимальных совместимых групп, можно получить следующую систему микрокоманд:

$$\begin{aligned}
 M_{V_0} &= \{ V_0 \rightarrow V_{711} \rightarrow V_{712} \rightarrow V_{713} \rightarrow V_{714} \rightarrow V_{715} \rightarrow V_{716} \rightarrow V_{717} \rightarrow V_{718} \rightarrow [\alpha_{711}] \} \\
 M_{\alpha_{711}} &= \left\{ \alpha_{711} \begin{array}{l} \rightarrow V_{710} \rightarrow V_{711} \rightarrow [\alpha_{712}] \\ \rightarrow [V_{719}] \end{array} \right\}, M_{\alpha_{712}} = \left\{ \alpha_{712} \begin{array}{l} \rightarrow [V_{719}] \\ \rightarrow V_{7112} \rightarrow V_{7113} \rightarrow V_{7114} \rightarrow V_k \end{array} \right\} \\
 M_{V_{719}} &= \{ V_{719} \rightarrow [V_{718}] \} \\
 M_{\alpha_{713}} &= \left\{ V_{7115} \rightarrow \alpha_{713} \begin{array}{l} \rightarrow V_{7116} \rightarrow [\alpha_{714}] \\ \rightarrow [V_{7118}] \end{array} \right\}, M_{\alpha_{714}} = \left\{ \alpha_{714} \begin{array}{l} \rightarrow V_{7117} \rightarrow [\alpha_{712}] \\ \rightarrow V_{7115} \rightarrow [\alpha_{713}] \end{array} \right\} \\
 M_{V_{7118}} &= \{ V_{7118} \rightarrow [V_{715}] \}, M_{V_{715}} = \{ V_{715} \rightarrow V_{716} \rightarrow V_{717} \rightarrow V_{718} \rightarrow \} \\
 M_{V_{718}} &= \{ V_{718} \rightarrow [\alpha_{711}] \}
 \end{aligned} \tag{8}$$

5. ВЫВОДЫ

1. Использование предложенной системы микрокоманд упрощает комбинированную часть МА.
2. В рассмотренном способе формирования максимальных групп соответствующих элементов ЛСА, несмотря на размер полученных в этом случае микрокоманд, для них характерно, что все операции, включенные в каждую микрокоманду, выполняются одновременно в одном микротакте.
3. Предлагаемая структурная схема формализованной модели технической документации, учитывает матрицы внешних микроопераций, матрицы внутренних микроопераций, а также матрицы формирования кода следующей микрокоманды.
4. Упрощение схемы МА достигается за счет одновременного выполнения внешних и внутренних микроопераций.
5. Число микрокоманд МА определяется не числом элементов ЛСА, а числом групп одновременно выполняемых микроопераций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шаманов В. И. Обобщенная математическая модель процесса эксплуатации систем автоматики и телемеханики // Автоматика на транспорте. Moscow, 2016. Том 2, № 2. [In Russian: Shamanov, V.I. (2016) Generalized mathematical model of the process of operating automation systems and telemechanics. *Automation on transport*, Vol. 2, No 2].
2. Aripov N. M., Baratov D. X. Questions intellectualization of management of transportation processes for railways // International scientific journal. 2016. – No 9. PP. 53-55.
Булавский П.Е., Марков Д.С. Иерархическая многоматричная формализация имитационной модели электронного документооборота технической документации // Актуальные вопросы развития систем железнодорожной автоматики и телемеханики: сб. науч. трудов / под ред. Вл.В.Сапожникова – СПб.: ПГУПС, 2013, стр. 52-59 [In Russian: Bulavsky, P.Y., Markov, D.S. (2013) Hierarchical multi-matrix formalization of a simulation model of electronic document management of technical documentation // *Actual issues of development of railway automation and telemechanics systems: sat.nauch. labours/* Edited by Sapozhnikov, V.I.V.].
3. Василенко М.Н., Булавский П.Е., Денисов Б.П. Мониторинг и управление проектированием и строительством систем СЦБ. – Автоматика, связь и информатика, 2009, №12, с.5-7 [In Russian: Vasilenko, M.N., Bulavsky, P.Y., Denisov B.P. (2009) Monitoring and management of design and construction of STS systems. *Automation, communication and Informatics*].
4. Мамиконов А.Г. Методы разработки автоматизированных систем управления. – М.: Энергия, 1973. – 336 с [In Russian: Mamikonov, A.G. (1973) *Methods of development of automated control systems*. Moscow: Energy].
5. Арипов Н.М., Баратов Д.Х., Аметова Э.К. Формализация электронного документооборота железнодорожной автоматики и телемеханики на основе имитационного моделирования // Вестник ТашИИТ. – 2017. - №2 [In Russian: Aripov, N.M., Baratov, D.Kh. (2016) Generalized mathematical model of the process of operating automation systems and telemechanics/ *Jornal of "Vestnik TashIIT, No 2*].

6. Седых Д. В., Зуев Д. В., Гордон М. А. Отраслевой формат технической документации на устройства железнодорожной автоматики и телемеханики // Автоматика на транспорте. – 2017. – №2. С.270-279 [In Russian: Aripov, N.M., Baratov, D.Kh. (2016) Generalized mathematical model of the process of operating automation systems and telemechanics. *Automation on transport*, No 2].
7. Марков Д.С., Лыков А.А., Соколов В.Б., Константинова Т.Ю. Концепция и инструментальные средства динамического порционного моделирования сложных систем массового обслуживания // Сборник: Транспортные интеллектуальные системы 2017. С. 49-58 [In Russian: Markov, D.S., Likov, A.A., Sokolov V.B., Konstantinova T.Yu. (2017) Concept and tools for dynamic batch modeling of complex Queuing systems. *Collection: Transport intelligent systems 2017*].
8. Степанов М. Ф., Степанов А. М. Математическое моделирование интеллектуальных самоорганизующихся систем: реализация механизма планирования действий // Информационные технологии и нанотехнологии. – 2018. – С. 1681-1688 [In Russian: Stepanov, M.F., Stepanov A.M. (2018) Mathematical modeling of intelligent self-organizing systems: implementation of action planning mechanism. *Information technology and nanotechnology*].
9. Арипов Н.М., Баратов Д.Х. Методика построения математической модели электронного документооборота технической документации железнодорожной автоматики // Автоматика на транспорте. – 2017. – №1. – С. 98-111 [In Russian: Aripov, N.M., Baratov, D.Kh. (2017) Method of construction of mathematical model of electronic document flow of technical documentation of railway automation. *Automation on transport*, No 1].
10. Арипов Н.М., Баратов Д.Х., Мирсалихов Э.А. Моделирование электронного документооборота технической документации железнодорожной автоматики // Проблемы информатики и энергетики. – 2016. – №2. – С. 78-84 [In Russian: Aripov, N.M., Baratov, D.Kh., Mirsalixov, E.A. (2016) Modeling of electronic document flow of technical documentation of railway automation. *Problems of Informatics and energy*, No 2].
11. Baratov Dilshod, Aripov Nazirjon. Formalized scheme of technical documentation based on the accounting Process and Control of Automatic and Telemechanics Devices // *International journal of engineering and advanced technology*. Vol. 8, Issue-3S, February 2019. PP. 479-484.
12. Долинский М., Коршунов И., Толкачев А., Ермолаев И., Литвинов В. Технология разработки алгоритмически сложных цифровых схем с помощью автоматического синтеза микропрограммных автоматов. Компоненты и технологии. – 2003, - №8. – С.124-128 [In Russian: Dolinsky, M., Korshunov, I., Tolkachev, A., Yermolaev, I., Litvinov, V. (2003) Technology of development of algorithmically complex digital circuits by means of automatic synthesis of firmware automata. *Components and technologies*, No 8].
13. Клебан В.О., Новиков Ф.А. Применение конечных автоматов в документообороте // Научно-техническом вестник СПбГУ ИТМО. – 2008, вып. 53. – С. 286-295 [In Russian: Kleban, V.O., Novikov, F.A. (2008) Application of finite state machines in document management. *Scientific and technical Bulletin of St. Petersburg state University ITMO*].
14. Синтез управляющих автоматов / Лазерев В.Г., Пийль Е.И. – М.Энергия, 1984 – 408с [In Russian: Lazerev, V.G., Piyl, Y.I. (1984) *Synthesis of control automata*. Moscow: Energy].
15. Булавский П.Е., Баратов Д.Х. Принципы организации и особенности электронного документооборота технической документации службы автоматики и телемеханики железной дороги // Сборник: автоматика и телемеханика железных дорог России. Техника, технология, сертификация. Сборник научных трудов. Под редакцией Вл.В. Сапожникова. – СПб: ПГУПС, 2008. – С. 31-37 [In Russian: Bulavsky, P.Y., Baratov, D.Kh. (2008) Principles of the organization and features of electronic document management of technical documentation of service of automatics and telemechanics of the railway // *Collection: automatics and telemechanics of Railways of Russia. Technique, technology, certification*].
16. Круковский М.Ю. Концепция построения моделей композитного документооборота // Математичні машини і системи. – 2004. – № 2. – С.149–163 [In Ukrainian: Krukovsky, M.Yu. (2004) The concept of constructing models of composite document flow. *Mathematical machines and systems*, No 2].
17. Булавский П.Е. Концептуальная модель электронного документооборота технической документации // Транспорт Российской Федерации. – 2011. – №1(32). – С. 60-63 [In Russian: Bulavsky, P.Y. (2011) Conceptual model of electronic document flow of technical documentation. *Transport of the Russian Federation*, No 1(32)].

DEVELOPMENT OF A MODERNIZED DESIGN OF A MOTOR CARRIAGE SUBBOGIEWAY CAR WITH JUSTIFICATION OF THE DYNAMIC AND STRENGTH PARAMETERS

Khromova, Galina, doctor of technical sciences, professor
Radjibaev, * Davran*, candidate of technical sciences, associate professor
Khromov, Sergey, candidate of technical sciences, associate professor
Safarov, Behzod, assistant
Tashkent Institute of Railways Engineers
1, Adylkhodjaev str., Tashkent, Uzbekistan, 100167
*E-mail: davronmail@bk.ru

Abstract: The massive failure of subway cars caused the need to develop new ways to modernize the trolley frame motor carriage rolling stock, which is carried out during overhaul. The modernization allowed improving dynamic characteristics and increasing reliability and reliability, the reliability of which is confirmed by their calculation methods in the MathCAD software environment.

Key words: motor-carriage bogie, subway car, subway (metro), dynamic and strength parameters, subway carriage frame, dynamic strength analysis.

ДИНАМИК ВА МУСТАҲКАМЛИК КЎРСАТКИЧЛАРИНИ АСОСЛАГАН ҲОЛДА МЕТРО ВАГОНИНИНГ МОТОРВАГОН ТЕЛЕЖКАСИ МОДЕРНИЗАЦИЯ ҚИЛИНГАН ТУЗИЛИШИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

Галина Хромова, т.ф.д., профессор
Давран Раджибаев *, т.ф.н., доцент
Сергей Хромов, т.ф.н., доцент
Бехзод Сафаров, ассистент
Тошкент темир йўл мухандислари институти
100167, Ўзбекистон, Тошкент, Одилхўжаев кўч., 1
E-mail: davronmail@bk.ru

Аннотация: Метрополитен вагонларининг оммавий ишдан чиқиши мотор вагон ҳаракат таркиби тележка аравачаларини, капитал таъмирлаш жараёнида амалга оширилувчи модернизация қилишнинг янги усуллари ишлаб чиқиш заруриятига сабаб бўлди. Модернизация натижасида динамик хусусиятлар такомиллаштирилди, ишончлилик ва мустаҳкамлик оширилди. Уларнинг ишончилиги MathCAD дастурий муҳитида рақамли усуллари билан ҳисоблаш орқали тасдиқланган.

Калит сўзлар: мотор вагон тележка, вагон, метро, вагонларни модернизация қилиш, динамик ва мустаҳкамлик кўрсаткичлари, метро вагонларининг рама тележкаси, мустаҳкамликга учун динамик ҳисоблаш

РАЗРАБОТКА МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ КОНСТРУКЦИИ МОТОРВАГОННОЙ ТЕЛЕЖКИ ВАГОНА МЕТРО С ОБОСНОВАНИЕМ ДИНАМИЧЕСКИХ И ПРОЧНОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Галина Хромова, д.т.н., профессор
Давран Раджибаев*, к.т.н., доцент
Сергей Хромов, к.т.н., доцент
Бехзод Сафаров, ассистент
Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта
100167, Узбекистан, Ташкент, ул. Адылходжаева, 1
E-mail: davronmail@bk.ru

Аннотация: Массовый выход из строя вагонов метрополитена вызвал необходимость разработки нового способа модернизации рамы тележки мотор вагонного подвижного состава, который осуществляется при капитальном ремонте. Модернизация позволила улучшить динамические характеристики и повысить прочность и надежность, достоверность которых подтверждается их расчетом численными методами в программной среде MathCAD.

Ключевые слова: Моторвагонная тележка, вагон, метро, модернизация вагона, динамические и прочностные параметры, рама тележки вагона метро, динамический расчет на прочность.

1. ВВЕДЕНИЕ

Неуклонное повышение пассажирских перевозок влечет за собой увеличение парка транспортных средств, в том числе вагонов метрополитена, что влечет увеличение объемов ремонта [5].

Управлением эксплуатации вагонов на АО «УТЙ» выявлено значительное число усталостных трещин, не смотря на их ремонт согласно инструкции ЦТ 336, что значительно ослабляет наиболее опасные сечения.

Это обстоятельство вызвало необходимость дальнейшего улучшения динамических характеристик и повышения прочности и надежности. Очевидно, что общее напряженное состояние рам тележек вагонов метрополитена будет значительным образом зависеть от постоянно действующих динамических сил.

2. ОБЗОР СОСТАВЛЕНИЯ ВОПРОСА

В современной литературе к настоящему времени недостаточно развиты вопросы теории колебаний и надежности рам тележек подвижного состава с учетом оптимизации их динамических характеристик, а также методы их рационального конструирования и модернизации [1-12]. В связи этим разработан новый способ модернизации рамы тележки моторвагонного подвижного состава при капитальном ремонте.

На линиях метрополитена города Ташкента используются вагоны моделей 81-717, 81-714, 81-717,5, 81-714-5. Вагоны моделей 81-717,5 и 81-714,5 являются модификацией вагонов 81-717 и 81-714.

Вагоны метрополитена рассчитаны для эксплуатации в условиях:

- минимальный радиус кривой на главных путях 200 м; минимальный радиус кривой на деповских путях 60 м; максимальный уклон пути 40 ‰; ширина колеи 1520 мм;
- питание электроэнергией от третьего контактного рельса постоянным током с номинальным напряжением на токоприемнике 750 В (с нижним токосъемником);
- при наличии на деповских путях S-образной кривой с минимальным радиусом 60 м и сопрягаемым с ним радиусом менее 100 м для свободного прохода поезда эти кривые должны соединяться прямым участком длиной не менее 15 м.

Рама является основным несущим элементом тележки, который предназначен для передачи нагрузок от кузова вагона метро колесным парам и их равномерного распределения, установки и крепления узлов и элементов тележки. Рама тележки в процессе эксплуатации испытывает значительные знакопеременные динамические нагрузки, которые могут привести к появлению усталостных трещин и остаточным деформациям элементов рамы. Кроме этого, в кронштейны упругого шарнирного соединения рычагов и кронштейны для установки гидравлических гасителей запрессовываются износостойкие втулки, которые в процессе эксплуатации подвержены износу вследствие процессов трения в шарнирных соединениях гидравлических гасителей колебаний.

3. ОПИСАНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ РАМЫ КУЗОВА МОТОРВАГОНА

Модернизированная рама кузова вагона метрополитена (рис. 1) выполнена сварной из швеллерообразных балок. Базовым узлом тележки, на котором монтируется все оборудование ходовой части, является цельносварная H-образная рама. Рама состоит из боковых поясов, двух поперечных балок. Боковые пояса рамы представляют собой швеллер высотой 180 мм с шириной горизонтальных полок 70 мм. Пояса изготавливают из отдельных частей (балок), которые сварены встык электродуговой сваркой. В боковых поясах предусмотрены овальные отверстия для приварки наружной обшивки стен кузова.

Поперечные балки, изготовленные из гнутого швеллера (готового профиля завода «Запорожсталь» размером 180x70x6 мм), имеют овальные отверстия, предназначенные для монтажа трубопроводов и раскатки кондуитов.

Шкворневые балки сваривают из двух вертикальных листов толщиной 8 мм и двух горизонтальных толщиной 10 мм. Горизонтальные листы выполняют под сварку встык с боковыми поясами рамы. В шкворневой балке в местах установки пятника и скользунов имеются ребра жесткости. Поперечные и продольные балки соединены встык с перекрытием места соединения косынками из листовой стали толщиной 6 мм.

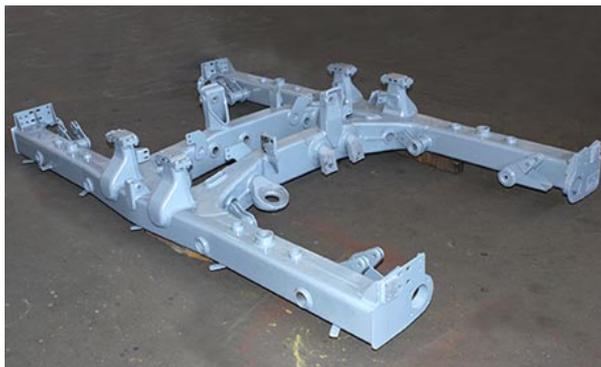


Рис. 1. Рама тележки вагонов метрополитена, мод. 81-717/714.

На продольных балках расположены кронштейны, которые предназначены для установки тормозных рычагов и крепления тормозных цилиндров, блок-тормоза, а также вварены стальные листы втулки под запрессовку шпинтонов. На поперечных балках расположены кронштейны для крепления тяговых двигателей и редукторов (рис. 1).

4. РАСЧЕТНАЯ СХЕМА МОДЕРНИЗИРОВАННОГО МОТОРВАГОНА

При расчете рама тележки моторвагонного вагона метрополитена рассматривается как пространственная стержневая система. Так на рисунке 2 показана компоновочная схема для двухосной рамы модернизированной тележки вагонов метрополитена мод. 81-717/714 [4]. На рисунке 3 показана расчетная схема данной тележки при действии вертикальных статических нагрузок от массы оборудования, расположенного на раме тележки, а также от массы кузова, которая передается на раму тележки через опоры кузова. За начало координат принят центр симметрии рамы тележки. Стержни системы — это оси элементов рамы, проходящие через центры тяжести площадей поперечных сечений. Для упрощения схемы все горизонтальные элементы сведены в одну расчетную плоскость. Положение расчетной плоскости принимается на высоте $h_p = 82,9$ см над уровнем головок рельсов (равна средней высоте продольной оси автосцепки порожнего вагона от уровня головки рельсов).

Рама тележки представляет собой пространственную статически неопределимую систему, представляющую собой H-образную конструкцию, состоящую из двух продольных и двух поперечных балок. Расчет статически неопределимой системы производится методом сил, который заключается в превращении системы в статически определимую посредством разрезания «лишних» стержней. При этом в местах разрезов должны быть известны неизвестные усилия и моменты (Рис.3).

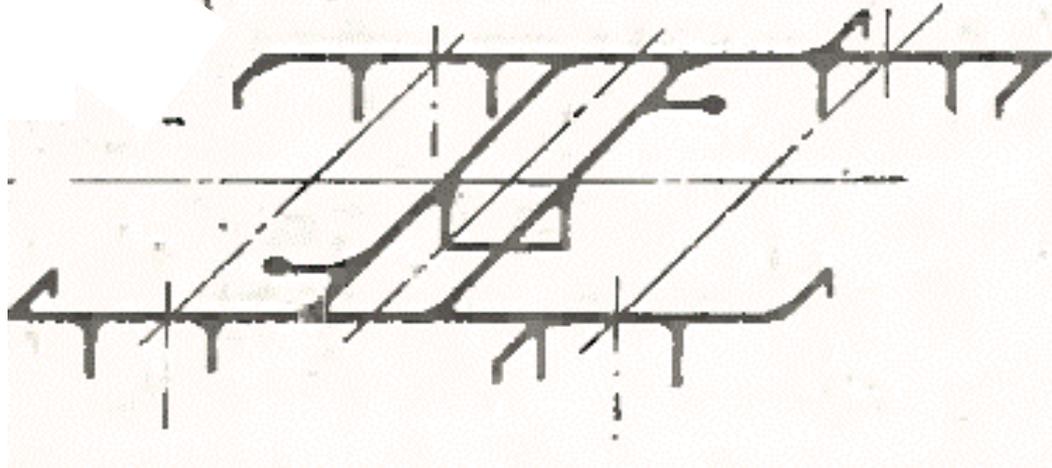


Рис. 2. Компоновочная схема для двухосной рамы модернизированной тележки вагонов метрополитена мод. 81-717/714 [2].

В пространстве каждый контур имеет 6 лишних неизвестных: 3 силы и 3 момента. Это означает, что степень статической неопределимости равна в данном случае 12, так как при освобождении от статической неопределимости путем разрезания контуров в местах разрезов появляется двенадцать неизвестных силовых факторов. Условием решения такой системы является равенство нулю взаимных перемещений концов разрезанных стержней под действием неизвестных силовых факторов.

5. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСЧЕТА

После этого составляется система канонических уравнений соответственно числу неизвестных; решение системы дает значения силовых факторов в разрезах. Дальнейший расчет такой стержневой системы состоит в определении изгибающих и крутящих моментов и перерезывающих сил в сечениях стержней при отдельных видах нагружения, после чего рассчитываются напряжения в опасных сечениях [4÷6]. Напряжения от различных видов нагружения суммируются, так как одновременно на раму тележки вагона метрополитена могут действовать статические, тяговые и другие нагрузки. По суммарным напряжениям в опасном сечении определяется запас прочности рамы.

Рама тележки вагона метрополитена рассчитывается, как статически неопределимая система по методу сил. В расчёте отдельно рассматриваются горизонтальные и вертикальные, симметричные и антисимметричные нагружения, причём число неизвестных равно 3 – для вертикального симметричного и горизонтального антисимметричного нагружения и 6 – для горизонтального симметричного и вертикально антисимметричного нагружения. Поперечные и продольные балки соединены встык с перекрытием места соединения косынками из листовой стали толщиной 6 мм.

Расчётными сечениями для двухосной рамы модернизированной тележки вагонов метрополитена мод. 81-717/714 для определения напряжений являются места примыкания поперечных балок к продольным балкам (боковинам), средние сечения продольных балок (до усиления и модернизированные с усилением) [4÷6].

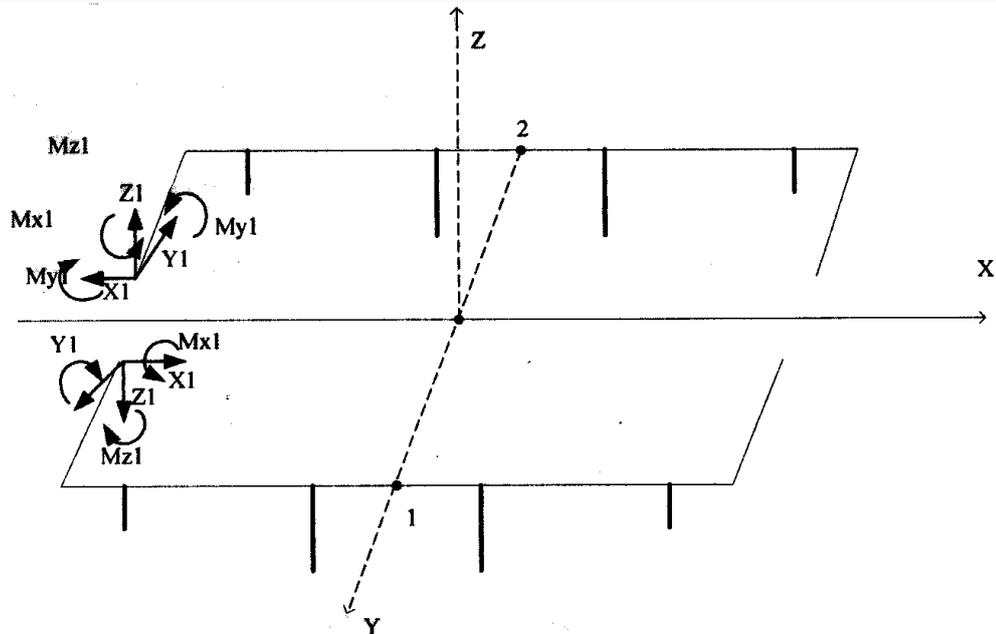


Рис. 3. Расчетная схема в местах разрезов балок рамы тележки вагона метрополитена с обозначенными неизвестными силами и их моментами.

В квазистатическом расчёте рама тележки вагона метрополитена должна быть рассчитана на возможные неблагоприятные сочетания следующих нагрузок [4÷6].

1. статическая нагрузка;
2. вертикальная динамическая нагрузка;
3. центробежные силы при движении вагона метрополитена по кривой и давление ветра, на его боковую поверхность, включая силы трения колёс о рельсы в кривой;
4. усилия, возникающие при работе тяговых двигателей;
5. продольные силы, возникающие при ударе по автосцепке моторвагонного вагона метрополитена;
6. усилия, возникающие при торможении;
7. усилия, возникающие при выкатке колёсных пар или при подъёме тележки моторвагонного вагона метрополитена при сходе его с рельсов.

Статическая нагрузка соответствует давлению оси на рельсы или нагрузке от воздействия колёсной пары на рельсы – 137,445 кН [4÷6]. Она складывается из массы тары вагона метро, кг, не более $M_B = 33\ 000$ кг и массы сидящих и стоящих пассажиров (при плотности размещения стоящих пассажиров, равной 10 человек на 1 м² свободной площади пола и занятости мест для сидения), кг, $M_{П} = 23\ 100$ кг [1]:

$$M_{сум} = M_B + M_{П} = 33\ 000 + 23\ 100 = 56\ 100 \text{ кг} \quad (1)$$

Конструкционная скорость $V_{конст} = 90$ км/ч.

Среднее ускорение вагона на горизонтальном участке пути в зоне поддержания установки тока в полном поле при нагрузке 90 000 Н не менее 1,2 м/с². Среднее замедление вагона на горизонтальном участке пути с нагрузкой 90 000 Н при электрическом торможении со скорости 90 км/ч не менее 1,0 м/с². Вертикальная динамическая нагрузка считается пропорциональной статической нагрузке, коэффициент вертикальной динамики равен 1,5 при расчетной скорости движения 90 км/час [4]. Длина расчетного тормозного пути, м, при экстренном пневматическом торможении состава на прямом горизонтальном участке пути со скоростью начала торможения 90 км/ч не более 298 м.

Величины центробежных сил приняты максимально возможными и соответствуют движению вагона метрополитена со скоростью 90 км/час на кривой радиусом 600 м при возвышении наружного рельса на величину 125 мм. При расчетах в среде программирования MATHCAD 14 радиус кривой варьировался от 125 м до 600 м. Величины усилий, действующих на раму тележки вагона метрополитена при работе тяговых двигателей, соответствуют максимальному коэффициенту сцепления колёс с рельсами, равному 0,35.

Расчёт рамы тележки вагона метрополитена на динамическую прочность производится в следующем порядке:

1. определяются величины действующих на раму усилий и составляются основные расчётные схемы нагружения, являющиеся исходными для всего дальнейшего расчёта;
2. основные расчётные схемы нагружения разбиваются на более простые вспомогательные: отдельно рассматриваются вертикальные и горизонтальные, симметричные и антисимметричные нагрузки;
3. производится расчёт вспомогательных и основных схем нагружения рамы тележки вагона метрополитена;
4. для основных схем нагружения рамы тележки вагона метрополитена определяются величины нормальных напряжений. Величины касательных напряжений в расчёте не определяются, вследствие их незначительной величины. Необходимо также отметить, что места (волокна) максимальных касательных и максимальных нормальных напряжений не совпадают.

5. Производится суммирование напряжений в расчётных сечениях от наиболее неблагоприятных и возможных в эксплуатации сочетаний нагрузок: 5.1. тяга на прямой; 5.2. торможение на прямой. Напряжённое состояние рамы тележки вагона метрополитена характеризуется величинами максимальных суммарных напряжений от выше перечисленных режимов работы вагона метрополитена, а также величинами напряжений, действующих при выкатке колёсных пар (при подъёме вагона метрополитена за тележки).

6. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Нами был проведен сравнительный анализ по напряженно-деформированному состоянию рамы тележки вагона метрополитена (с усиливающими накладками и без них) с расчетом коэффициентов усталостной прочности, на основании которых можно прогнозировать возможный срок дальнейшей полезной эксплуатации механической части вагона метрополитена, (конкретно, для двухосной рамы модернизированной тележки вагонов метрополитена мод. 81-717/714 – рис.1).

Расчётными сечениями для двухосной рамы модернизированной тележки вагонов метрополитена мод. 81-717/714 для определения напряжений являются места примыкания поперечных балок к продольным балкам (боковинам), средние сечения продольных балок (до усиления и модернизированные с усилением) [4÷6]. Квазистатический расчет на прочность выполняется методом сил для каждого расчетного режима. Для расчета принимались параметры для Ст20, которая имеет следующие характеристики: предел выносливости при симметричном цикле $\sigma_{-1} = 19,5 \text{ МПа}$; предел текучести не менее $\sigma_T = 308,7 \text{ МПа}$; временное сопротивление $\sigma_B = 425 \text{ МПа}$; предел прочности $\sigma_{II} = 468 \text{ МПа}$; допускаемые напряжения на растяжение (сжатие): $[\sigma] = 240 \text{ МПа}$.

На основании квазистатического расчета на прочность далее выполнен динамический расчет рамы тележки моторвагонного вагона метро, численные исследования проведены в среде программирования Mathcad 14. Теоретико-численные исследования выполнены на базе работ авторов данной статьи [13,14]. Алгоритм численного расчета состоит из 4-х этапов.

1 этап. Квазистатический расчет на возможные неблагоприятные сочетания статических нагрузок [4÷6]. На базе квазистатического расчета были вычислены расчетные параметры для приведенного момента инерции и приведенной массы для рамы тележки вагона метрополитена с разбиением всей продольной балки (боковины рамы тележки) на 20 точек, при условии изменения $0 \leq X \leq 2,43 \text{ м}$.

2 этап. Нахождение собственных частот системы и исследование собственных колебаний. Методом итераций решается трансцендентное частотное уравнение системы вида

$$E_1 \cdot sh \omega_K X + E_2 \cdot ch \omega_K X + E_3 \cdot sin \omega_B X + E_4 \cdot cos \omega_B X = 0, \text{ при } X = l \quad (2)$$

Находятся собственные частоты колебаний для системы в виде

$$\omega_K = \sqrt{-\frac{\alpha^2}{2} + \sqrt{\left(\frac{\alpha^2}{2}\right)^2 - (\lambda_n)^2}} \quad (3)$$

$$\omega_B = \sqrt{\frac{\alpha^2}{2} + \sqrt{\left(\frac{\alpha^2}{2}\right)^2 - (\lambda_n)^2}}$$

(4)

Проводится исследование собственных форм колебаний в виде

$$W(X, t) = \left\{ \frac{\delta_1 \cdot (1 + \omega_K^2 / \omega_B^2) + \omega_B^2}{\omega_K^3} \cdot sh \omega_K X + ch \omega_K X + sin \omega_B X + \right. \\ \left. + \omega_K^2 / \omega_B^2 \cdot cos \omega_B X \right\} * (A_n \cos p_{n1,2} t + B_n \sin p_{n1,2} t) \quad (5)$$

3 этап. Динамический расчет рамы тележки вагона метрополитена. Проводится динамический расчет боковины рамы вагона метрополитена при его движении по стыковой неровности. Ищется решение для динамических смещений в виде:

$$W(X, t) = \sum_{k=1}^{\infty} W_K(X) \cdot W_K(t) \quad (6)$$

где $W_K(X)$ – собственные функции; а динамические перемещения сечений боковины рамы тележки вагона метрополитена – $W_K(t)$ представляют собой динамический прогиб боковины рамы тележки во времени.

4 этап. Вычисление статических и динамических напряжений для сечений боковины рамы тележки вагона метрополитена при варьировании внешней нагрузкой по $\eta_n(t)$ и проверка по допускаемым напряжениям с учетом условий прочности и усталости.

Наименьшее допускаемое значение действительного коэффициента запаса при этих режимах определяется по формуле:

$$n_{oy} = \frac{\sigma_m}{\beta_k(\sigma_y + \sigma_{cm})} \geq 1.1 \quad (7)$$

В этой формуле $(\sigma_y + \sigma_{cm})$ – максимальное суммарное напряжение при ударном (или статическом нагружении) силой 2,5 МПа (250 т) по оси автосцепки с учетом весовых напряжений; β_k – коэффициент концентрации напряжений.

У рассчитываемой рамы тележки вагона метрополитена конструктивными и технологическими мерами обеспечено отсутствие концентраций напряжений в местах переходов от не усиленного профиля к усиленному и в местах примыкания к боковине поперечных элементов рамы тележки. Для узлов рамы тележки, конструкция которых была изменена одновременно с изменением (усилением) боковины, все это позволяет принять коэффициент $\beta_k = 1$. Следовательно

$$[\sigma] = [\sigma_y + \sigma_{CT}] = 280,4 \text{ МПа} \quad (8)$$

При проверке усталостной прочности рамы тележки с учетом того, что элементы рамы подвергаются переменному асимметричному напряжению, вводится коэффициент чувствительности материала к асимметрии цикла $\psi\sigma = 0.6$, а также коэффициент дополнительного запаса прочности из-за наличия концентраторов напряжений $K\sigma = 2.4$. При этом предел выносливости для элементов рамы тележки вагона метро будет равен

$$\sigma_{вын} = \frac{\sigma_T}{K\sigma} + \left(1 - \frac{2\sigma_T - \sigma_0}{\sigma_T K\sigma}\right) \sigma_m \quad \sigma_{вын} = 131.306 \text{ МПа} \quad (9).$$

7. ВЫВОДЫ

На основании результатов теоретико-численного расчета можно сделать следующие *обобщающие выводы по оценке вибрационного воздействия на сечения рамы тележки вагона метрополитена:*

1. Из анализа моментов сопротивления по сечениям балок модернизированной рамы тележки вагона метрополитена мод. 81-717/714 W^{ab}_y и W^{cd}_y можно сделать следующий обобщающий вывод: *наиболее нагруженным являются сечения в местах примыкания поперечных балок к продольным балкам (боковинам) С-С и D-D, а также средние сечения продольных балок А-А*. Причем после эксплуатации в течение 20 лет и более (данный срок эксплуатации на сегодняшний день имеют вагоны метрополитена, имеющиеся в АО «Узбекистан темир йуллари») данные сечения не смогут выдержать расчетные режимы по динамической усталостной прочности. Данные сечения необходимо упрочнять (модернизировать) путем установки усиливающих фигурных накладок из стальных листов марки Ст3 и уголков. На рисунке 4 показана эпюра изгибающих моментов в сечении боковины рамы тележки вагона метрополитена M_i , $кН*м$, при этом суммарное напряжение сжатия равно $\sigma_{сж} = -48,425 \text{ МПа}$, в сечении А-А.

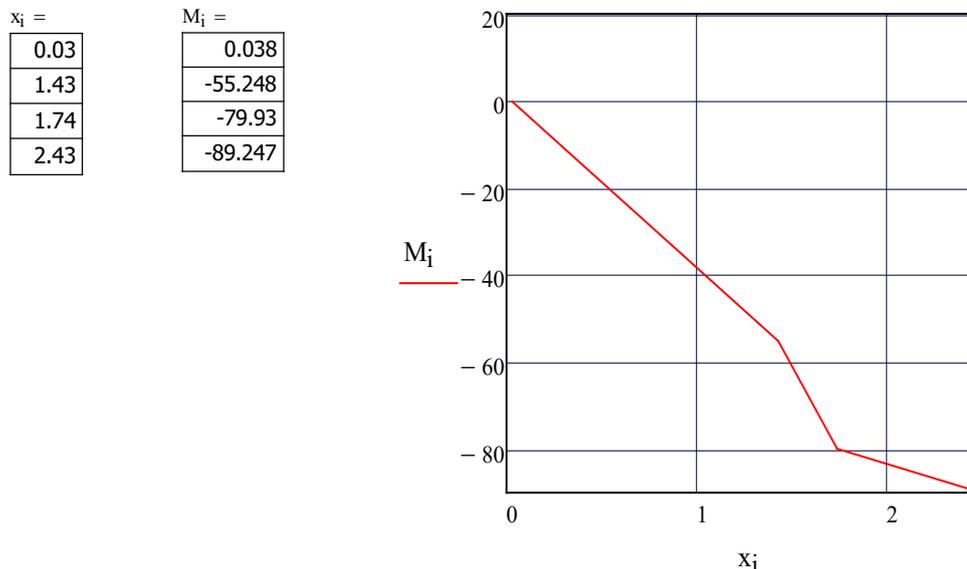


Рис. 4. Эпюра изгибающих моментов в сечении боковины рамы тележки вагона метрополитена в сечении А-А.

2. На рисунке 5 представлен график вертикальных колебаний сечений боковины (А-А) тележки вагона метрополитена при его движении по рельсовому пути с изменением времени. Из рисунка 5 следует, что процесс колебаний сечений рамы тележки вагона метрополитена имеет гармонический характер. При конструкционной скорости движения $V_m = 90 \text{ км/час}$ возникающие колебания (вертикальные смещения) не значительны и составляют $\pm 1,131 \text{ мм}$. При этом с повышением скорости они будут возрастать.

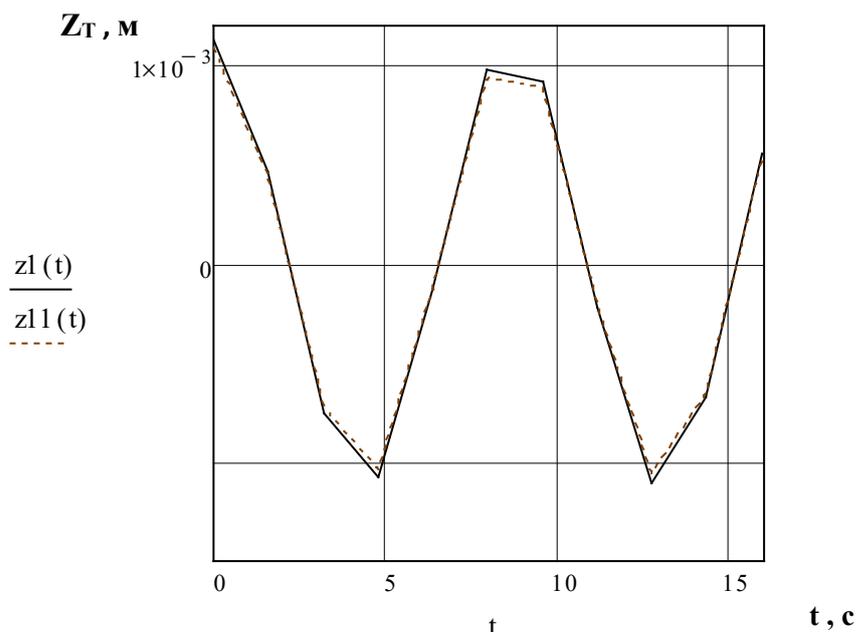


Рис. 5. График вертикальных колебаний сечений боковины (А-А) тележки вагона метрополитена при его движении по рельсовому пути с изменением времени.

3. Данные теоретического расчета, проведенного авторами данной статьи, подтверждаются результатами экспериментальных исследований, проведенных авторами работ [4, 15÷17].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Spiriyagin, M. & Cole C. & Sun, Y.Q. & McClanachan, M. & Spiriyagin, V. & McSweeney, T. (2014) *Design and Simulation of Rail Vehicles*. Ground Vehicle Engineering series. CRC Press. 337 p.
2. Popp, K. & Schiehlen, W. (2013) *System Dynamics and Long-Term Behaviour of Railway Vehicles, Track and Subgrade*. Springer Science and Business Media. 488 p.
3. Wang, K. & Huang, C. & Zhai, W. & Liu, P. & Wang, S. Progress on wheel-rail dynamic performance of railway curve negotiation. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*. Vol. 1. No. 3. 2014. PP. 209-220.
4. Бирюков И.С. & Савоськин А.Н. *Механическая часть подвижного состава: Учебник*. Москва: Транспорт. 1991. - 352 p. [In Russian: Birukov, I.S. & Savos'kin, A.N. (1991) *Mechanic System of Railway Rolling Stock: A Textbook*. Moscow: Transport].
5. Камаев, В.А. Оптимизация параметров ходовых частей железнодорожного подвижного состава. - М.: Машиностроение. 1980. [In Russian: Камаев, В. А. *Optimization of Parameters of Running Parts of Railway Rolling Stock*. Moscow: Engineering].
6. Anyakwo, A. & Pislaru, C. & Ball, A. A New Method for Modelling and Simulation of the Dynamic Behaviour of the Wheel-rail contact. *International Journal of Automation and Computing*. 2012. Vol. 9. No. 3. P. 237-247.
7. Troha, S. & Milovančević, M. & Kuchak, A. Software testing of the rail vehicle dynamic characteristics. *Mechanical Engineering*. 2015. Vol. 13. No. 2. PP.109-121.
8. Bruni, S. et al. Modelling of suspension components in a rail vehicle dynamics context. *Vehicle System Dynamics*. 2011. Vol. 49. No. 7. PP. 1021-1072.
9. Bogdevicius, M. & Zygiene, R. Simulation of dynamic processes of rail vehicle and rail with irregularities. *Journal of KONES Powertrain and Transport*. 2015. Vol. 21. No. 2. P. 21-26.
10. Bureika, G. & Subačius, R. Mathematical model of dynamic interaction between wheel-set and rail track. *Transport*. 2002. Vol. XVII. No. 2. P. 46-51.
11. Sebesan, I. & Baiasu, D. Mathematical model for the study of the lateral oscillations of the railway vehicle. *Scientific Bulletin Series D: Mechanical Engineering*. University Politehnica Bucharest. 2012. Vol 7. No. 2. P. 51-66.
12. Manashkin, L.A & Myamlin, S.V. To the question of modelling of wheels and rails wear processes. Наука та прогрес транспорту. *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту*. 2013. Vol. 3. No 45. P. 119-124. [In Ukrainian: *Bulletin of Dnepropetrovsk National University of Railway Transport*, 2013. Vol. 3. No 45].
13. Khromova, G.A. & Babadjanov, A.A. Development of Analytical and Numerical Calculation Method to Dynamic Strength of the Bearing Body Frame of Governing Electric Locomotive. *Proc. of the 6th International Scientific and Technical Conference "Train Operation Safety"*. Moscow: MIIT, 26-28 October 2005. MIIT, Moscow. PP. IY-87-89.

14. Khromova, G.A. & Babadjanov, A.A. & Zakirov, Sh. A. Development of Analytical and Numerical Calculation Method to Dynamic Strength of the Bearing Body Frame of Governing Electric Locomotive. *Journal Industrial Transport of Kazakhstan*, Kazakh University of Railways. 2006. No 3 (9). PP. 14-18.
15. Русанов, О.А. & Панкратова, И.Г. Расчетные и экспериментальные исследования собственных колебаний кузовов вагонов электропоездов. *Математическое и компьютерное моделирование машин и систем*. 2010. No. 3 (24). С. 44-52. [In Russian: Computational and pilot studies of own fluctuations of bodies of railway vehicles. *Mathematical and computer modelling of vehicles and systems*, 2010. No 3(24)].
16. Huston, R. & Liu, C. Q. *Formulas for Dynamic Analysis (Mechanical Engineering)*. Florida: CRC Press. 2001. 642 p.
17. Myamlin, S. & Lingaitis, L.P. & Dailydka, S. & Vaičiūnas, G. & Bogdevičiusc, M. & Bureika, G. Determination of the dynamic characteristics of freight wagons with various bogie /*Transport*. 2015. Vol. 30. No. 1. PP. 88-92.

UDC 657.6

JEL classification: G31, L24, E64

MODEL FOR ASSESSING THE EFFICIENCY OF REPRODUCTION OF FIXED ASSETS IN RAILWAY TRANSPORT

Abdulaziz Gulamov, candidate of economic sciences, associate professor

SPIN-code: 1299-2984, ORCID: 0000-0002-4702-7468,

Tashkent institute of railways engineers,

1, Adilkhojaev str., Tashkent, Uzbekistan, 700167

Tel. +998 (90) 933 45 58

E-mail: abdulaziz.gulamov@gmail.com

Abstract. The article discusses the problems of economic valuation of fixed capital, in particular, considers the most important tasks of the renovation process, the problems of creating and putting into operation more advanced models of tools for ensuring stable safety of train traffic, analyzed the qualitative and quantitative indicators of the use of fixed capital, made a conclusion about estimates of fixed assets in railway transport.

Key words. fixed capital (assets), reproduction, railway transport, quantitative and qualitative indicators

TEMIR YO'LIDA ASOSIY FONDLARNI TAKROR ISHLAB CHIQRISHING SAMARADORLIGINI BAHOLASH MODELI

Abdulaziz G'ulomov, t.f.n., dotsent

SPIN: 1299-2984, ORCID: 0000-0002-4702-7468

Toshkent temir yo'l muhandislari instituti

700167, O'zbekiston, Toshkent, Odilxo'jayev ko'ch., 1

Tel. +998 (90) 933 45 58

E-mail: abdulaziz.gulamov@gmail.com

Annotatsiya. Asosiy kapitalni iqtisodiy baholash muammolari ko'rib chiqilgan, xususan, yangilanish jarayonining eng muhim vazifalari, poyezdlarning barqaror harakatlanishini ta'minlaydigan mehnat vositalarining rivojlangan modellarini yaratish va foydalanishga topshirish muammolari ko'rib chiqildi. Asosiy kapitaldan foydalanishning sifat va miqdoriy ko'rsatkichlari tahlil qilindi. Temir yo'l transportida asosiy kapitalarini iqtisodiy baholash usullarini takomillashtirish bo'yicha xulosalar chiqarildi.

Kalit so'zlar. Asosiy kapital, takror ishlab chiqarish, temir yo'l transporti, miqdoriy va sifat ko'rsatkichlari

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ ФОНДОВ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Абдулазиз Гуламов, к.э.н., доцент

SPIN-код: 1299-2984, ORCID: 0000-0002-4702-7468,

Ташентский институт инженеров железнодорожного транспорта

700167, Узбекистан, г.Ташкент, ул. Адылходжаева, 1

Tel. +998 (90) 933 45 58

E-mail: abdulaziz.gulamov@gmail.com

Аннотация. Рассмотрены проблемы экономической оценки основного капитала, в частности, рассмотрены важнейшие задачи процесса обновления, проблемы создания и ввода в эксплуатацию более совершенных образцов орудий труда, обеспечивающих устойчивую безопасность движения поездов, проанализированы качественные и количественные показатели использования основного капитала, сделаны выводы по улучшению методов экономической оценки основного капитала на железнодорожном транспорте.

Ключевые слова. Основной капитал, воспроизводство, железнодорожный транспорт, количественный и качественные показатели

1. ВВЕДЕНИЕ

Экономическая оценка основного капитала выполняется по показателям воспроизводства основного капитала, которые отражают темпы научно-технического прогресса, характеризуют техническое состояние и движения основных фондов, а также имеют связь с показателями их использования.

Основной капитал железнодорожного транспорта имеет свои особенности. Во-первых, это большие сроки полезного использования, чем основной капитал других отраслей экономики. Во-вторых, большинство

основного капитала не могут быть проданы. В-третьих, большинство основного капитала является уникальными в применении, т.е. не могут использоваться по назначению в других отраслях экономики Республики Узбекистан.

По итогам 2019 года на долю железнодорожного транспорта приходится чуть менее 10 процентов основного капитала всех отраслей экономики страны. Объем продаж, и величина расходов АО «УТЙ» за 9 месяцев 2019 года составила более 5 трлн. сум и 4,1 трлн. сум соответственно. Среднее степень воспроизводства основного капитала за последние 10 лет составила 7-12 процентов, однако износ по некоторым группам, таких как здания и сооружения, транспортные средства повысился на 3,2 и 1,9 процентов соответственно, что свидетельствует о неэффективности экономической оценки основного капитала общества.

В этой связи важнейшей стратегической задачей и важной проблемой для железнодорожной компании является необходимость разработки новых экономических методов управления основными фондами и экономической оценки их воспроизводства, учитывающих специфику рыночных отношений. Это обуславливает несомненную актуальность и необходимость совершенствования существующих методов.

2. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Теоретико-методологические основы исследования составлены на основе выводов и предложений ученых в области воспроизводства основного капитала. Методологической базой решения указанных проблем выступают концепции обновления основных производственных фондов железнодорожной компании. В ходе исследования использовались различные методы: системный анализ, экономико-статистический анализ, факторный анализ, математической статистики, изложенные в трудах отечественных и зарубежных ученых.

Потребность воплощения капитала в технических средствах и системах определяется их потребительной стоимостью. В самой общей трактовке потребительная стоимость вещи определяется как ее полезность, ее способность удовлетворять потребности, ее ценность для потребителя. В экономической науке потребительная стоимость основных средств выступает как совокупность технико-эксплуатационных свойств, характеризующих способность средств труда производить нужный обществу продукт (т.е. пользующийся спросом на рынке), экономить и облегчать труд [1], а также эффективно использовать производственные ресурсы. С одной стороны, каждое техническое средство, каждый элемент технической системы, каждая техническая система в целом выполняет детерминированную во времени и пространстве производственную функцию, т.е. имеет конкретную потребительную стоимость. С другой стороны, даже однородные технические средства и системы в разной степени могут экономить, облегчать труд и повышать его производительность, т.е. имеют разную потребительную стоимость.

В [2] предлагается определять продолжительность оборота основного капитала по следующим стадиям нахождения его в форме:

- средств труда;
- незавершенного производства;
- расходов будущих периодов; готовой продукции;
- денежных средств; средств в расчете за товары, работы, услуги.

Такой подробный анализ позволяет выявить резервы ускорения оборачиваемости основного капитала. Под экономической эффективностью понимается экономическая категория отношения результатов к затратам.

Оценка предстоящих затрат и результатов при определении эффективности воспроизводственного процесса осуществляется в пределах расчетного периода, продолжительность которого принимается, учитывая такие факторы, как продолжительность эксплуатации, нормативного срока службы основных фондов. Также предполагается расчет таких важных оценочных показателей, как дисконтированная величина чистых доходов, внутренняя норма прибыльности, рентабельность, период окупаемости.

Однако не один из перечисленных критериев сам по себе не является важным оценочным показателем сам по себе для принятия решения по инвестирование средств на воспроизводство.

Целевыми функциями эффективности инвестиций, характерными для расчета на минимум и максимум, могут быть:

- максимум приведенной продукции;
- минимум затрат на производство;
- максимум годовой прибыли; максимум производительности;
- минимум потребления материала (материалопотребления).

Выполненные расчеты на максимум и минимум для различных целевых функций, выбранных из приведенного перечня, могут негативно повлиять на принятие решения.

В результате воспроизводства основных фондов на «выходе» производственной системы формируется дополнительный выпуск продукции и прибыль, которые вызваны инвестициями на «входе» системы. Таким образом, можно рассматривать соотношение «затраты - результаты» в виде показателей абсолютной эффективности:

- прироста выпуска на один сумм инвестиций $\frac{\sum pI_{\text{прив}}}{I_{\text{общ}}}$;
- прироста прибыли на один сум инвестиций $\frac{\sum P}{I_{\text{общ}}}$.

Кроме оценки экономической эффективности воспроизводственного процесса основных фондов железнодорожной компании, необходимо оценивать и эффективность самого процесса управления

воспроизводством основных фондов.

Управление воспроизводством основных производственных фондов в условиях рыночной экономики играет важную роль, так как оно определяет их количественное и качественное состояние. Управление воспроизводством основных фондов – это комплекс целенаправленных управленческих воздействий субъектов на специфические объекты управления, оказывающие влияние на интенсивность воспроизводства, размер и структуру основных фондов.

В качестве специфических объектов управления выступают:

- основные фонды;
- процесс обновления основных фондов;
- сложившаяся система амортизации основных фондов на железнодорожном транспорте;
- методы оценки и переоценки стоимости различных элементов основных фондов;
- структура основных фондов;
- экономическая оценка состояния и эффективности использования основных фондов;
- оценка финансово-инвестиционных ресурсов.

На наш взгляд, необходимость управления воспроизводством основных фондов на железнодорожном транспорте вызвана тем, что она является неотъемлемым элементом хозяйственного процесса и в этом смысле (как и все другие элементы) нуждается в регулировании. Процесс управления воспроизводством основных фондов включает в себя достижение стратегических и тактических целей.

Управление конечно влияет на результаты и затраты, является сферой приложения общественного труда, к которой относятся требования эффективного использования ресурсов. «Правоммерно предположить – считают В. В. Томилов, А. С. Роботов, А. А. Зубарев, – что более эффективное управление производством приводит к повышению его производства.

Но такого соответствия может и не быть, так как эффективность производства может, зависит от многих факторов, находящихся вне влияния управляющей системы» [3]. «...в силу слабой чувствительности укрупненных обобщающих показателей общественного производства к отдельным изменениям в системе управления. Эти показатели затруднительно использовать для решения задачи измерения эффективности управленческих систем» [1]. Так же учеными признается, что управление вообще присуща неопределенность причинно-следственных связей между решением и его результатом. Данный подход принято называть ресурсным.

Широко распространено мнение о том, что состояние системы следует оценивать через показатели, характеризующие деятельность управляемого объекта (по конечным результатам функционирования).

Нами разделяется точка зрения [5] о том, что применительно к системе управления воспроизводственным процессом оценка эффективности должна базироваться на общей методологии определения экономической эффективности производства и в тоже время учитывать специфику функционирования данной системы.

Достижение высокого уровня функционирования железнодорожной компании в условиях рынка требует внедрения механизма эффективного управления процессов воспроизводства основных фондов. Эффективное управление процессом обновления основных фондов железнодорожной компании сводится к непрерывному измерению и расчету системы взаимосвязанных показателей, анализу соответствия показателей форматизированным целям и принятию соответствующих корректирующих действий по оптимизации функционирования процессов производства (услуг). Система показателей эффективности процесса управления воспроизводством основных фондов может быть представлены следующим образом (рис. 1).



Рис. 1. Рекомендуемая система показателей экономической эффективности воспроизводства основных фондов железнодорожной компании

Основные назначения системы показателей экономической эффективности воспроизводственным процессом основных фондов железнодорожной компании является выявление возможности управление процессом воспроизводства основных фондов, которые есть в компании, обеспечить немедленную реакцию хозяйствующего субъекта на внешние «вызовы». Показатели экономической эффективности воспроизводственным процессом основных фондов необходимы для определения слабых мест в экономических и технических процессах предприятия и причин, вызвавших данные слабых мест. Рекомендуемая система экономической эффективности воспроизводственным процессом основных фондов железнодорожной компании - это модель, которая охватывает все подразделения и процессы в компании и подчиняет их стратегическим целям компании, такие как увеличение капитализации, увеличение прибыли и приведенной продукции на единицу инвестированных средств.

3. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ

Предложенные подходы должны быть представлены в экономико-математической модели оптимизации процесса воспроизводства основных фондов железнодорожной компании. Адекватность экономико-математического моделирования реальному экономическому процессу проявляется, прежде всего, в способности таких моделей наилучшим образом учесть вероятностный характер исследуемого объекта и с высокой степенью достоверности предсказать характер его развития и перспективный период. Не один из критериев эффективности инвестиционного процесса сам по себе не является достаточным для принятия решения о реализации того или иного вида воспроизводства. Все это определяет необходимость и целесообразность постановки и решения многокритериальных задач (задач векторной оптимизации).

Если предположить, что каждое инвестиционное решение

$$x \in M \quad (1)$$

характеризуется скалярными значениями (в результате некоторого обобщения и приведения) результата

$$\sum \sum P_j^i \rightarrow \max_{x \in M_x} \quad (2)$$

и инвестиционных затрат

$$I_{\text{общ}} \rightarrow \min_{x \in M_x} \quad (3)$$

то можно выделить следующую концепцию к выбору наилучших вариантов

$$\bar{x} \in M_x. \quad (4)$$

Нужно отметить, что и в случае векторности значений результата и затрат этот подход также остается справедливым.

Концепция оптимальности. Решение $\bar{x} \in M_x$ является оптимальным, если:

$$\bar{x} = \arg \text{extr}_{x \in M_x} F(x), \quad (5)$$

где $F(x)$ – некоторая функция, определяющая взаимодействие результата и затрат

$$\left(\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{\text{прив}}^i}{\sum_{j=1}^n I_j}, \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P_j^i}{\sum_{j=1}^n I_j} \right), \quad (6)$$

где j – номер инвестиционного проекта ($x, j \in [1; n]$);

i – номер фактора производства, $i \in 1$.

В случае не единственности решения $\bar{x} \in M_x$ в качестве наилучшего решения может быть принято любое решение из \bar{x} на основе задания дополнительного критерия оптимальности или результата случайного выбора.

В общем виде задача оценки технического уровня производства и обоснования возможных путей его повышения математически формулируется следующим образом:

– требуется найти аналитическое выражения зависимостей общих показателей эффективности производства от технического уровня производства, определяемой величиной и динамикой следующих факторов:

– чистого денежного потока, фондовооруженности и производительности труда, то есть нужно найти функции:

$$F^{\text{ЧДП}} = f(z_1, z_2, z_3, \dots, z_n), \quad (7)$$

$$F^{\Phi} = f(z_1, z_2, z_3, \dots, z_n), \quad (8)$$

$$F^{\text{ПТ}} = f(z_1, z_2, z_3, \dots, z_n), \quad (9)$$

где, $F^{\text{ЧДП}}$, F^{Φ} , $F^{\text{ПТ}}$ – функции, выражающие эффективность производства (чистый денежный поток, фондовооруженность, производительность труда);

z_n – факторы, влияющие на эффективность производства;

z_1 – коэффициент ввода основных фондов;

z_2 – коэффициент выбытия основных фондов;

¹ Абакумов Р. Г. Управление воспроизводством основного капитала в условиях инновационного развития экономики: Монография. - Белгород: Белгородский государственный университет потребительской кооперации, 2009. - 154 с., Абрамов А. Е. Основы анализа финансовой, хозяйственной и инвестиционной деятельности предприятия. М.: АКДИ «Экономика и жизнь», 2010.-346 с.

- z_3 – коэффициент износа основных фондов;
- z_4 – среднегодовой прирост основных фондов;
- z_5 – фондовооруженность одного рабочего железнодорожной компании;
- z_6 – амортизационная емкость железнодорожной компании.

Конечной целью разработанной оптимальной программы управление воспроизводством основных фондов железнодорожной компании является выбор объектов воспроизводства, то есть оптимизация программы с помощью экономико-математических методов:

$$\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{\text{ПРИВ}j}^i}{\sum_{j=1}^n I_j} \rightarrow \text{MAX}_{x \in M_x}, \tag{10}$$

$$M_x = \begin{cases} F_j^{\text{ЧДП}} \geq F_{\text{факт}}^{\text{ЧДП}} \\ F_j^{\Phi} \geq F_{\text{факт}}^{\Phi} \\ F_j^{\text{ПТ}} \geq F_{\text{факт}}^{\text{ПТ}} \end{cases} \tag{11}$$

В данной работе предлагается итерационная процедура выбора проектов на основе данной модели (табл. 1).

Таблица 1

Этапы оптимизации программы с помощью экономико-математических методов²

№	Название	Содержание
1	Первый этап осуществляется оптимизация	Воспроизводства основных фондов железнодорожной компании по одному из определенных ранее ограничений модели оптимальности – чистого дисконтированного потока.
2	Второй этап формируется программа	Воспроизводства основных фондов железнодорожной компании, отвечающая другому ограничению модели оптимальности – максимуму фондовооруженности и производительности труда.
3	Третий этап формирования оптимальной программы	Воспроизводства основных фондов железнодорожной компании связан с одноименных проектов x_j , то есть проектов, присутствующих одновременно в результате решения обеих локальных задач – максимизация чистого денежного потока, фондовооруженности и производительности труда.

Одноименные проекты формируют оптимизированную программу воспроизводства основных фондов первого уровня. Дальнейшее уточнение производится по критерию максимизации дополнительной приведенной работы в сравнении с затраченными инвестициями в железнодорожную компанию. В целом порядок формирования оптимальной программы воспроизводства основных фондов железнодорожной компании представлен ниже в рис. 2.

4. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученная экономико-математическая модель по предложенным критериям позволит сформировать оптимальную программу воспроизводства основных фондов железнодорожной компании, применение которой даст возможность повысить эффективность функционирования компании за счет повышения технического уровня оказываемых услуг и определения резервов развития компании.

При разработке инвестиционной политики и стратегии воспроизводства основных фондов необходимо определить меру влияния факторов на показатели воспроизводства основных фондов железнодорожной компании.

На наш взгляд, поставленную задачу целесообразно решить путем разработки корреляционно-регрессионной модели, на основе которой устанавливаются основные факторы и степень их влияния на интенсивность воспроизводства основных фондов, а также определяется величина инвестиций, необходимых для воспроизводственного процесса основных фондов компании.

Для количественного анализа факторов, влияющие на воспроизводственные процессы, необходимо выделить их характерные определяющие показатели, подлежащие исчислению. В исследовании выявлено четыре основных показателя, определяющих темпы обновления основных фондов и составлена линейная модель зависимости темпов обновления основных фондов от величины инвестиций. Уравнение регрессии имеет вид:

$$K_{\text{ВВ}} = 2,877 - 1,198 * X_1 + 2,127 * X_2 + 5,961 * X_3 - 0,863 * X_4, \tag{12}$$

где, X_1 - инвестировано прибыли в расчете на 1 тыс. прив.т-км. сум;

X_2 - инвестировано амортизации в расчете на 1 тыс. прив. т-км, сум;

² Составлено автором на базе изученных литературных источников

X_3 - инвестировано привлеченных средств в расчете на 1 тыс. прив. т-км, сум;

X_4 - инвестировано заемных средств в расчете на 1 тыс. прив. т-км, сум.

Множественный коэффициент корреляции между темпом обновления основных фондов и вышеперечисленными факторами составил $R=0,84$.

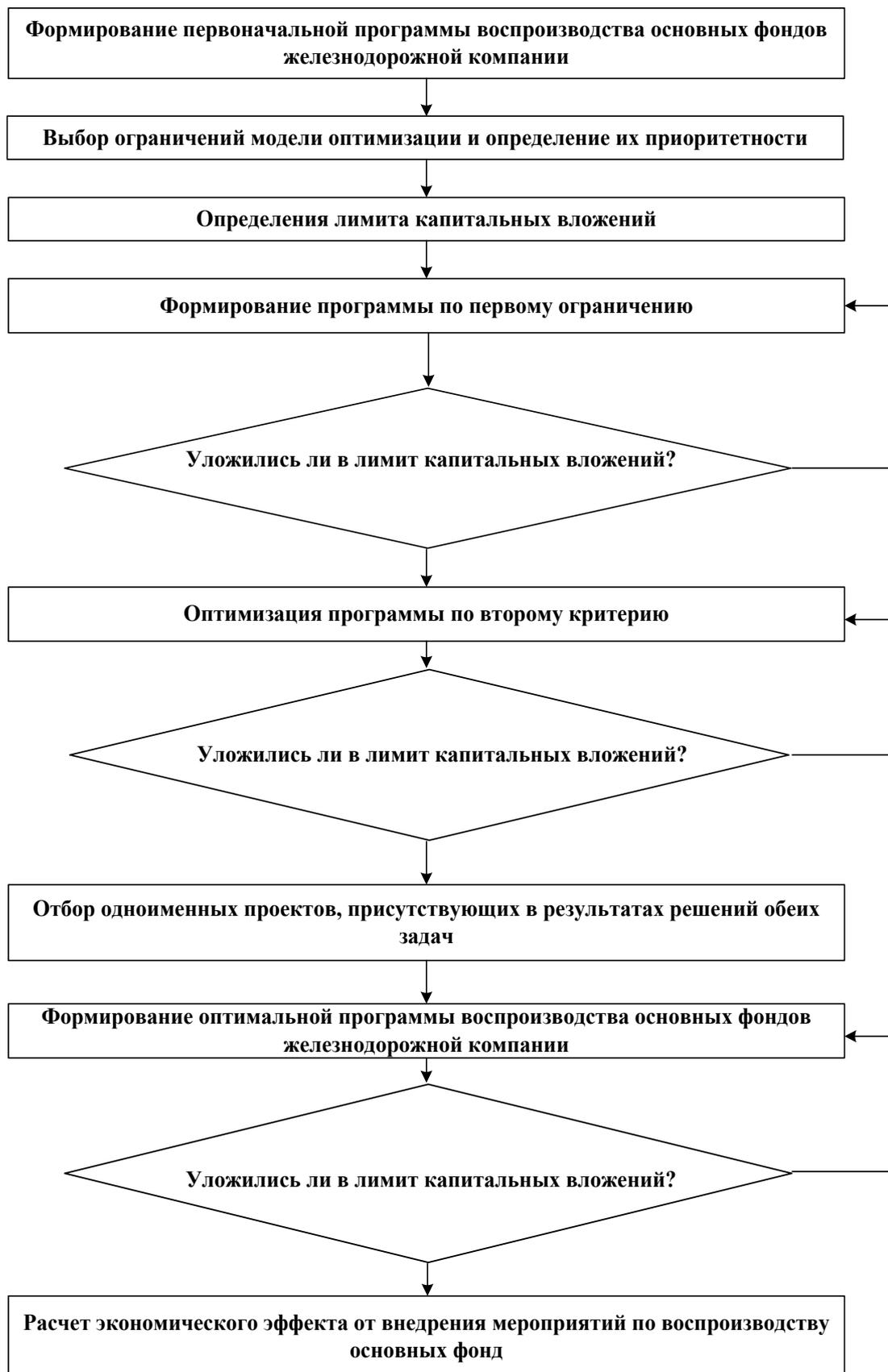


Рис. 2 Алгоритм формирования оптимальной программы воспроизводства основных фондов железнодорожной компании³.

³ Составлено автором на базе изученных литературных источников

Высокий уровень множественного коэффициента корреляции показывает, что корреляционная связь между изучаемыми факторами тесная. Коэффициент детерминации $D=0,71$ показывает, что темпы обновления основных фондов на 71% зависят от вариации факторов, включенных в данную модель. Так как фактическое значение F – критерия Фишера при $\alpha = 0,05$ превышает табличное

$$(F_{факт} = 22,78 > F_{табл} = 2,45 \cdot 10^{-9}), \tag{13}$$

то уравнение статистически значимо и его можно использовать в качестве целевой функции.

Коэффициенты регрессии так же являются значимыми, поскольку фактическое значение t – критерия Стьюдента каждого из них превышает табличный показатель $t_{кр} = 2,007$ (табл. 2).

Таблица 2

Определение значимости и границ доверительных интервалов коэффициентов регрессии⁴

Факторы	Коэффициенты регрессии	Стандартная ошибка	t -критерий Стьюдента	Границы коэффициентов	
				нижняя	верхняя
У-пересечение	0	-	-	-	-
Инвестировано прибыли в расчете на 1 тыс. прив.т-км, сум	-1,198	0,573	2,0911	-2,3603	-0,0361
Инвестировано амортизации в расчете на 1 тыс. прив. т-км, сум	2,127	0,681	3,1220	0,7454	3,5096
Инвестировано привлеченных средств в расчете на 1 тыс. прив.т-км, сум	5,961	1,949	3,0583	2,0082	9,9150
Инвестировано заемных средств в расчете на 1 тыс. прив. т-км, сум	-0,863	0,485	2,7767	-1,8491	0,1221

На основании анализа параметров уравнения регрессии можно сделать вывод о том, что наибольшее влияние на темпы обновления основных фондов железнодорожной компании оказывает размер амортизационных отчислений, направленных на воспроизводство основных фондов, в меньшей степени темпы обновления основных фондов, которые зависят от величины заемных средства, направленных на финансирование инвестиций. С увеличением амортизационных отчислений воспроизводство основных фондов на 1 тыс. сум и ростом величины прибыли, направленной на финансирование воспроизводства так же на 1 тыс. сум в расчете на 1 тыс. прив.т-км., темпы обновления основных фондов на железнодорожной компании возрастают, соответственно, на 1,19%, 2,12%, 6,01% и 0,86%. Между факторами, включенными в модель, функциональной связи нет, что может так же свидетельствовать об адекватности составленной модели. Парные коэффициенты корреляции не превышают установленного предела $r=0,7$ (табл. 3).

Таким образом, основными факторами повышения темпов обновления основных фондов в рассматриваемой железнодорожной компании являются собственная прибыль и средства начисленной амортизации.

Моделирование элементами системы амортизации позволит регулировать инвестиционные потоки железнодорожной компании и управлять процессом воспроизводства основных фондов в целях интенсификации воспроизводство основных фондов.

В целях количественной оценки амплитуды изменения результирующего фактора-интенсивности воспроизводства ОФ, при воздействии, рассмотренных факторов в комплексе, целесообразно составить экономико-математическую модель управления воспроизводством основных фондов, с помощью, которой можно было бы оценить возможные границы колебания коэффициента ввода (обновления) и решить ее на максимум.

Таблица 3

Парные коэффициенты корреляции между влияющими факторами регрессионной модели⁵

Факторы	Инвестировано прибыли в расчете на 1 тыс. прив. т-км, сум	Инвестировано амортизации в расчете на 1 тыс. прив. т-км, сум	Инвестировано привлеченных средств в расчете на 1 тыс. прив. т-км, сум	Инвестировано заемных средств в расчете на 1 тыс. прив. т-км, сум
Инвестировано прибыли в расчете на 1 тыс. прив.т-км, сум	1	-	-	-
Инвестировано амортизации в расчете на 1 тыс. прив. т-км, сум	0,6933	1	-	-
Инвестировано привлеченных средств в расчете на 1 тыс. прив. т-км, сум	-0,6227	-0,68	1	-
Инвестировано заемных средств в расчете на 1 тыс. прив.т-км, сум	0,6474	0,4935	-0,6346	1

⁴ Расчеты автора по данным АО «Узбекистон темир йуллари»

⁵ Расчеты автора по данным АО «Узбекистон темир йуллари»

Для этого необходимо выбрать критерий, который можно было бы использовать в качестве целевой функции при составлении имитационной экономико-математической модели, и объективно характеризующий процесс воспроизводства основных фондов.

Корреляционная матрица независимых факторных признаков, представленная в таблице 3, показывает, что они умеренно коррелируют между собой. Анализ матрицы парной корреляции показывает, что на зависимую переменную больше всего оказывает влияние инвестиции, прибыли в расчете на 1 тыс. прив. т-км, сум.

В качестве таких показателей делались попытки использовать и затраты на воспроизводство и системы управлений, составными членами которых использовались показатели воспроизводства основных фондов и сроки их использования. Применение на практике того или иного подходов при попытке имитации воспроизводственного процесса основных фондов железнодорожного транспорта сопряжен с рядом препятствий. Большие объемы вычислений и использованием приемов математического дифференцирования и интегрирования, а также отсутствия необходимых данных при осуществлении расчета делают применение этих подходов на железнодорожном транспорте зачастую затруднительными.

На наш взгляд, при моделировании такого экономического объекта как железнодорожная компания определенный научный интерес представляет подход, предложенный Н. Винером, известный как метод «черного ящика»⁶. В качестве «черного ящика» рассматривается объект в целом вследствие его сложности.

Такой подход может быть использован в экономико-математических моделях, позволяющих решать задачи по выявлению функциональных соотношений:

- определение – количественных зависимостей между влияющими факторами исследуемого объекта;
- анализ – чувствительности установление из множества факторов, действующих на систему, тех, которые в большей степени влияют на интегрирующий исследователя характеристики;
- прогноза – определение поведения системы при некотором предполагаемом сочетании внешних условий;
- оценки – определение того, насколько хорошо исследуемый объект будет соответствовать некоторым критериям;
- оптимизации – точного определения такого сочетание переменных уравнение, при котором обеспечивается экстремальное значение целевой функции.

Для описания предмета исследования (процесс воспроизводства основных фондов) в виде математической зависимости используем метод регрессионного анализа. В качестве целевой функции используем полученное на основе многофакторного корреляционно-регрессионного анализа уравнение регрессии (13):

$$K_{\text{обн}}^{\text{max}} = 2,877 - 1,198 * X_1 + 2.127 * X_2 + 5.961 * X_3 - 0.863 * X_4, \rightarrow \text{max} \quad (13)$$

Для установления логической связи между параметрами экономико-математической модели, факторами определяющими процесс воспроизводство основных фондов составлена факторная модель (рис. 3)

Интенсивность процесса воспроизводства ($K_{\text{обн}}^{\text{max}}$) в нашей модели определяется следующими факторами:

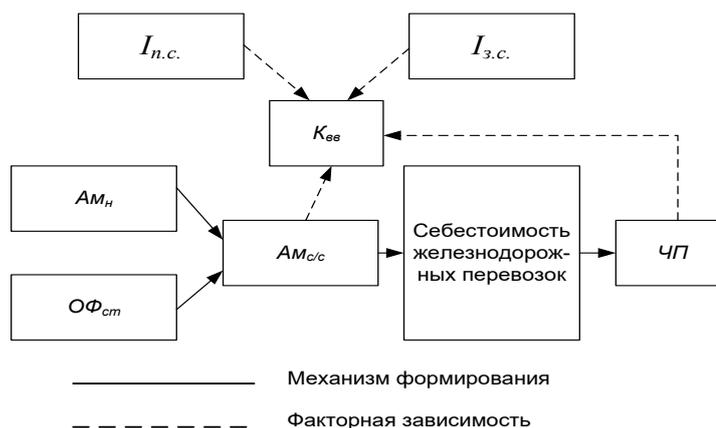


Рис. 3. Механизм воздействия факторов на интенсивность воспроизводства основных фондов⁷

$I_{n.c.}$ - инвестировано привлеченных средств;

$I_{з.c.}$ - сумма инвестиции заемных средств;

A_{m_n} - норма амортизации;

$OФ_{ст}$ - стоимость основных фондов компании;

$ЧП$ - чистая прибыль;

$K_{\text{обн}}^{\text{max}}$ - коэффициент обновления.

⁶ Орехов Н. А. Математические методы и модели в экономике: Учебное пособие для вузов / Н. А. Орехов, А. Г. Левин, Е. А. Горбунов. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. - 302 с.

⁷ Орехов Н. А. Математические методы и модели в экономике: Учебное пособие для вузов / Н. А. Орехов, А. Г. Левин, Е. А. Горбунов. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. - 302 с.

В разработанной нами модели имитируется процесс образования инвестиционных ресурсов на железнодорожной компании, а также оценивается воздействие этого процесса на результаты компании и процесс кругооборота основного капитала в целом на железнодорожном транспорте. Исходным моментом при моделировании является образование инвестиционных ресурсов исходя из сложившейся структуры источников финансирования инвестиций в основные фонды. Моделирование величиной источников финансирования воспроизводства основных фондов, мы получаем возможность воздействовать на воспроизводство основных фондов. Это позволит найти оптимальные объемы инвестиций в основные фонды железнодорожной компании. Введем следующие ограничения (табл.4)

Таблица 4

Оптимальные объемы инвестиций в основные фонды железнодорожной компании⁸

№	Формула	Результат
1	$X_1 \geq 0$, где $X_1 - X_2 \geq 0$, где X_1	Инвестировано прибыли в расчете на 1 тыс. прив.т-км. сум;
2	$X_2 \geq 0$, где X_2	Инвестировано амортизации в расчете на 1 тыс. прив.т-км.сум;
3	$X_3 \geq 0$, где X_3	Инвестировано привлеченных средств в расчете на 1 тыс. прив.т-км. сум;
4	$X_4 \geq 0$, где X_4	Инвестировано заемных средств в расчете на 1 тыс. прив.т-км.сум;
5	$K_{\text{ВВ}}^{\text{max}}$ (0:100),	Множество на котором существует решение, приемлемые для данной экономико-математической задачи;
6	где $K_{\text{ВВ}}^{\text{max}}$	Темпы обновления основных фондов, %.

При решении экономико-математической задачи на максимум, посмотрим, при каких значениях влияющих факторов, целевая функция достигает своего экстремума. При этом следует ввести дополнительное ограничение в виде рентабельности, так рентабельность не должна превышать 17-18%. Темпы обновления основных фондов достигает своего максимума - 9,6 процентов в год при следующих значениях аргументов (табл. 5). Наибольшие темпы обновления основных фондов на железнодорожной компании – 9,6 процентов будут достигнуты при условии, что величина инвестируемых средств в расчете на 1 тыс. прив. т-км. будут на уровне 27,508 млрд. сум прибыли, 24,046 млрд. сум амортизационных отчислений, 0,001 млрд. сум привлеченных и 13,289 млрд. сум заемного кредитования.

Таблица 5

Результаты решения экономико-математической задачи⁹

Показатели	Значения показателей при $K_{\text{ВВ}}=9,2\%$	Значения показателей при $K_{\text{ВВ}}=9,6\%$
Инвестировано прибыли в расчете 1 тыс. прив.т-км, сум	26,706	27,508
Инвестировано амортизации в расчете на 1 тыс. прив. т-км, сум	25,806	24,046
Инвестировано привлеченных средств в расчете на 1 тыс. прив. т-км, сум	0,012	0,001
Инвестировано заемных средств в расчете на 1 тыс. прив. т-км, сум	12,655	13,289

Результаты решения экономико-математической задачи подвергаются наличию в исследуемой железнодорожной компании с темпами 9,6%. Это приводит к выводу о том, что первоочередной задачей для повышения темпов обновления основных фондов является совершенствование амортизационной политики и увеличение нормы рентабельности железнодорожной компании. С помощью функции «Регрессия» в пакете Microsoft Excel было установлена зависимость объемов грузоперевозок от интенсивности обновления основных фондов. Она выражается следующим уравнением регрессии (рис. 4.)

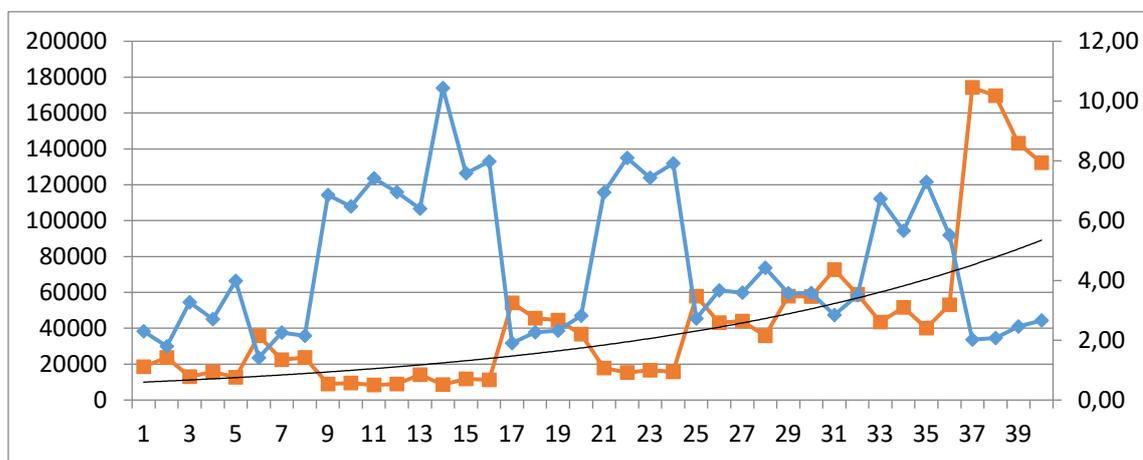


Рис. 4. Влияние темпов обновления основных фондов на объем перевозок железнодорожной компании¹⁰

⁸ Составлено автором на базе изученных литературных источников

⁹ Расчеты автора по данным АО «Узбекистон темир йуллари»

¹⁰ Расчеты автора по данным АО «Узбекистон темир йуллари»

$$Y = 9442.3 * e^{0.0561 * K_{\text{обн}}}, \quad (14)$$

где, Y- объем производимой продукции железнодорожного транспорта, млн. сум.

Связь между объемами продукции железнодорожного транспорта и обновлением основных фондов очень тесная ($0,7 < D = 0,712 < 1$) и изменение объемов перевозок на 62 процент зависит от величины обновления.

Таким образом, решение задачи определения доли оптимальных долей инвестиций для воспроизводства основных фондов показало, что связь между обновлением и инвестициями высока.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Предложенная методика многофакторного анализа экономической оценки основного капитала охватывает всю практическую деятельность.
2. Представлен новый методический подход к экономической оценке эффективности использования основного капитала, базирующийся на показателях эффективности использования производственных ресурсов общества и оценке влияния качественных показателей на амортизационность его работ.
3. Реализация методологических положений, предложений и рекомендаций постулируемых при построении совершенствования системы управления процессом воспроизводства позволит акционерному обществу «Узбекистон темир йуллари» формировать адекватную учетную, тарифную, инновационную, инвестиционную и амортизационную политику в интересах собственного развития, обосновать систему критериев для интенсификации воспроизводства основного капитала, определить резервы повышения эффективности использования основного капитала и других ресурсов, что не только повысит их целевые показатели, но положительно отразится на развитии экономики страны в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лapidус, Б.М. Экономические проблемы управления железнодорожным транспортом России в период становления рыночных отношений (системный анализ) / Б.М. Лapidус. - М.: Издательство МГУ, 2000. - 288 с. [In Russian: Lapidus, B.M. (2000) *Economic problems of railway management in Russia during the formation of market relations (system analysis)*. Moscow: Publishing House of Moscow State University,].
2. Лукашев, С.В. Повышение эффективности управления основными производственными фондами железнодорожного транспорта: автореферат дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Лукашев Сергей Владимирович. - М., 2001. - 24 с. [In Russian: Lukashov, S.V. (2001) *Improving the management efficiency of fixed assets of railway transport: abstract of thesis. ... doctor of philosophy: 08.00.05* / Lukashov, Sergey Vladimirovich. Moscow].
3. Мазо, Л.А. Современные методы управления экономическими процессами на железнодорожном транспорте. - М.: Изд-во МЭИ, 2000. - 268 с. [In Russian: Maso, L.A. (2000) *Modern methods of managing economic processes in railway transport*. Moscow: Publishing House of MPEI].
4. Воротилов В. А., Гайденок Ю. К., Лавриков Ю. А. Пути повышения эффективности капитальных вложений и основных фондов. - Л.: Наука, 1982. - 215 с. [In Russian: Vorotilov, V. A., Gaidenko, Yu. K., Lavrikov, Yu. A. (1982) *Ways to improve the efficiency of capital investments and fixed assets*. - Leningrad: Science].
5. Экономика железнодорожного транспорта / под ред. В. А. Дмитриева. М.: Транспорт, 1996. [In Russian: (1996) *Economics of railway transport* / ed. V.A. Dmitrieva. Moscow: Transport].
6. Экономика железнодорожного транспорта / под ред. Е.Д. Ханукова М. Транспорт. 1979, - 544 с. [In Russian: (1979) *Economics of railway transport* / ed. E.D. Hanukova M. Transport].
7. Вовк А. А. Характеристика оборачиваемости средств, авансированных в производство // Экономика железных дорог, - №9, 1999. [In Russian: Vovk, A. A. (1999.) *Characteristic of the turnover of funds advanced in production // Economics of Railways, No 9*].
8. Поликарпов А. А. Вовк А. А., Измерение и анализ эффективности использования основных средств: Уч. пособие. М.: МИИТ, 1995. - 104 с. [In Russian: Polikarpov, A. A. Vovk, A. A. (1995) *Measurement and analysis of the effectiveness of the use of fixed assets: tutorial*. Moscow].
9. Domar, E.D. *Essays in the Theory of Economic growth*, New York, Oxford University Press, 1957. - 224 pages.
10. Статистические данные акционерного общества "Узбекистон темир йуллари". [In Russian: *Statistical data of the joint-stock company "Uzbekistan railways"*].
11. Гуламов А.А. Разработка методических подходов к оценке основного капитала железнодорожной компании // Экономика и образование, -№2, 2019. -112-118 стр. [In Russian: Gulamov, A.A. (2019) *Development of methodological approaches to the assessment of fixed capital of a railway company // Economics and Education, No 2*].
12. Гуламов А.А. Экономическая оценка основного капитала акционерного общества "Узбекистон темир йуллари" // "Иктисодиёт ва инновацион технологиялар" научно-электронный журнал, -№2, 2019. [In Russian: Gulamov, A.A. (2019) *Economic valuation of fixed capital of the joint-stock company "Uzbekistan railways" // "Economics and innovation technologies" scientific and electronic journal*].

УДК 5.53.533.6

CALCULATION OF INJECTION EFFECT FOR CREATION OF AIR CIRCULATION INSIDE CONTAINERS

Zafar MALIKOV, DSc, Senior Researcher, Institute of Mechanics and Earthquake Engineering of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

Matluba XADJIMUHAMETOVA, Ph.D., docent,

Tashkent Institute of Railway Engineers

1, str.Adilkhojaev, Tashkent, Uzbekistan, 100167

Tel. +998946959626

E-mail: matluba_78@mail.ru

Annotation. The process of air circulation inside the container, created by injection by an external stream, created by opening the hatch of the container, which is fixed at a certain angle, is studied. A mathematical model has been developed to calculate the resulting turbulent flow. It is shown that a constructive change in the container can significantly improve the air circulation inside it when transporting food.

Keywords: air circulation, container, injection, mathematical model, air flow, air injection.

КОНТЕЙНЕРЛАРНИНГ ИЧИДА ҲАВО АЙЛАНИШИНИ ТАЪМИНЛАШ УЧУН ИНЖЕКЦИЯ ТАЪСИРИНИНГ ҲИСОБИ

Зафар МАЛИКОВ, т.ф.д., к.и.х., Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси қошидаги механика ва иншоотларнинг зилзилабардошлиги институти

Матлуба ХАДЖИМУХАМЕТОВА, т.ф.н., доцент

Тошкент темир йўл муҳандислари институти

100167, Ўзбекистон, Тошкент, Одилхўжаев кўч., 1

Тел: +998946959626

E-mail: matluba_78@mail.ru

Аннотация. Контейнер ичидаги ҳаво айланиш жароёни, ташқи оқим орқали инжекция натижасида, маълум бир бурчак остида ўрнатилган идишнинг копкағини очиш орқали ҳосил бўлади. Олинган турбулент оқимни ҳисоблаш учун математик модел ишлаб чиқилган. Контейнернинг конструктив ўзгариши озик-овқат маҳсулотларини ташишда унинг ичидаги ҳаво айланиши сезиларли даражада яхшиланиши кўрсатилади.

Калит сўзлар: ҳаво айланиши, контейнер, инжекция, математик модел, ҳаво оқими, ҳаво босими.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНЖЕКЦИОННОГО ПОТОКА ПРИ СОЗДАНИИ ЦИРКУЛЯЦИИ ВОЗДУХА ВНУТРИ КОНТЕЙНЕРОВ

Зафар МАЛИКОВ, д.т.н., с.н.с. Институт Механики и сейсмостойкости сооружений АН РУз

Матлуба ХАДЖИМУХАМЕТОВА, к.т.н., доцент

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

100167, Узбекистан, Ташкент, ул. Адылхаджаева, 1

Тел: +998946959626

E-mail: matluba_78@mail.ru

Аннотация. Исследован процесс циркуляции воздуха внутри контейнера, создаваемого инжекцией внешним потоком, создаваемого за открытия люка контейнера, который фиксируется под определенном углом. Разработана математическая модель для расчета возникающего турбулентного потока. Показано, что конструктивным изменением контейнера можно существенно улучшить циркуляцию воздуха внутри него при перевозке продуктов питания.

Ключевые слова: циркуляция воздуха, контейнер, инжекция, математическая модель, поток воздуха, нагнетание воздуха

1. ВВЕДЕНИЕ

Экспорт промышленных и сельскохозяйственных товаров является одним из главных факторов развития для любой страны. Сельскохозяйственные продукты рекомендуются перевозить в рефрижераторных контейнерах, где можно регулировать температуру и влажность [1]. Это приводит к удорожанию продукции и самое главное, вагонный парк большинства южных республик СНГ не располагают рефрижераторными контейнерами. Закупка рефрижераторных контейнеров требует больших валютных вложений. Поэтому

сельскохозяйственные продукты этих республик в основном доставляются либо в автофургонах, либо по железной дороге в рефрижераторных секциях. Однако, в связи с высокой ценовой политикой перевозок сельскохозяйственных продуктов в рефрижераторных секциях, в последнее время часто выполняются перевозки таких грузов в обычных крытых вагонах. Однако из-за длительности срока доставки и отсутствия условий в обычных крытых вагонах для хранения скоропортящихся продуктов, перевозка железнодорожным путем является довольно рискованным мероприятием. Эти факторы сильно ограничивают экспортные возможности производителей сельскохозяйственной продукции.

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И РАБОЧАЯ ГИПОТЕЗА

Более актуальным для этих целей является использование обычных 20-тонных контейнеров, так как любой сельскохозяйственный продукт теряет свое качество при перегрузке с одного вида транспорта на другой. А применение контейнеров дает возможность доставлять продукцию с поля до потребителя, что намного улучшает качественные показатели продукта за счет снижения порчи при транспортировке. Однако существующие контейнеры не обеспечивают полную циркуляцию воздуха внутри контейнера. Это приводит к тому, что в солнечные дни такие контейнеры быстро нагреваются, что приводит к порче продукции. Для такой цели можно использовать контейнеры с приспособлением для принудительной вентиляции. Однако оснастить простые контейнеры такими вентиляторами также требует больших капитальных вложений и время для оснащения контейнеров вентиляторами и источниками электрической энергии.

В работе [2] предложены способы модификации простых контейнеров для перевозки продуктов питания. Во-первых, предложена обшивка контейнеров изнутри доступным и недорогим теплозащитным материалом. Во-вторых, предложена идея использовать обтекающий контейнер поток воздуха для создания циркуляции внутри контейнера. Для этой цели предложены люки, вырезанные полоской по ширине на верхней и нижней части контейнера. Эти люки должны открываться на определенный угол, как показано на рис. 1. Идея такого простого приспособления заключается в том, что при движении контейнера происходит обтекание этих люков потоком воздуха. При таком обтекании на выходе из верхнего люка образуется разрежение воздуха, а на входе в нижний люк образуется избыточное давление. Следовательно, поток воздуха входит в контейнер через нижний люк и выходит через верхний.

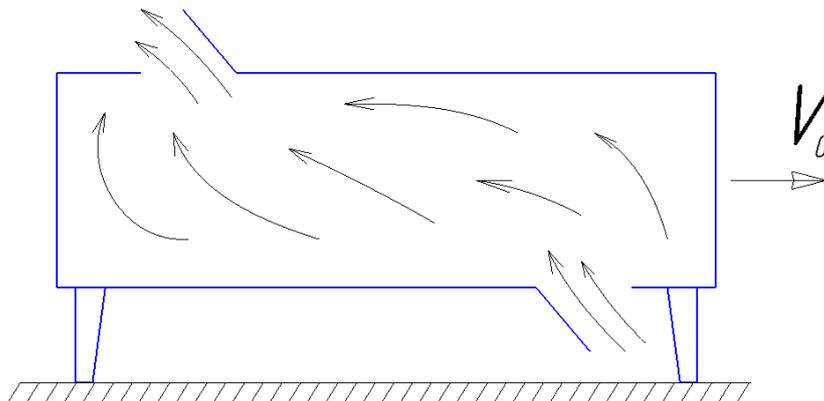


Рис. 1. Картина циркуляции воздуха внутри контейнера

На рисунке направление потока показано стрелками. Таким образом, предлагаемое приспособление играет роль вентилятора, которое способствует циркуляции воздуха по всему объему контейнера. Циркуляция воздуха способствует снижению температуры внутри контейнера. Особенно это необходимо было сказано выше в солнечные дни, когда за счет солнечной радиации температура внутри контейнера может существенно увеличиться. Однако для достижения описанного эффекта циркуляции воздуха внутри контейнера необходимо исследовать аэродинамику обтекания люка воздухом.

3. ВЫБОР МОДЕЛИ

В работе [2] для исследования процесса инжекции в верхнем люке использована однопараметрическая модель турбулентности Прандтля [3]. Данная модель дает хорошие результаты, например, для основного участка свободной затопленной струи, где решение имеет автомодельный характер. Однако для поставленной задачи при использовании данной модели можем получить только качественную картину. Для получения более точных результатов расчета необходимо использовать современных моделей турбулентности. Такими методами являются прямое численное моделирование (Direct Numerical Simulation (DNS)) и метод моделирования крупных вихрей (Large Eddy Simulation (LES)). Однако эти методы очень трудоемкие, требуют высокоскоростных суперкомпьютеров и их широкое практическое использование для решения сложных задач аэродинамики может начаться лишь в конце нынешнего столетия [4]. Поэтому в течение ближайшее время основным рабочим инструментом для решения прикладных задач аэродинамики будут оставаться полуэмпирические методы. В основе всех полуэмпирических моделей турбулентности лежит уравнение Рейнольдса [5]. Однако в этом уравнении остаются неизвестными так называемые рейнольдсовы напряжения. Поэтому полученная система является не замкнутой. Для замыкания полученной системы

уравнений предложено большое количество различных математических моделей. Эти модели основаны на гипотезах Буссинеска, Прандтля, Кармана, Колмогорова и т.д. Проведя анализ предложенных полуэмпирических моделей можно утверждать, что современными и широко используемыми являются модель Спаларта и Аллмараса [6], и модель Менгера [7], [8]. С помощью этих моделей получены численные решения для широкого спектра аэродинамических задач. Тем не менее, проблему замыкания уравнений Рейнольдса нельзя считать завершённой. Потому, что во многих случаях требуется введение дополнительных допущений, имеющих только приближенный характер. Особенно это относится при расчетах закрученных турбулентных потоков или течений при обтекании тел с большой кривизной. Это объясняется тем, что практически все существующие модели турбулентности основаны на теории переноса, где не учитываются факторы сил инерции. Поэтому при исследовании обтекания люка можно ожидать, что полученные результаты этими существующими моделями будут неадекватно описывать реальное течение. Потому, обтекание кромки люка относится к течениям с большой кривизной.

В последнее время появилась работа [9], где дана новая математическая модель турбулентности. Данная модель основана не на замыкании уравнения Рейнольдса, а на динамике двух жидкостей. Т.е. идея работы заключается в том, что турбулентный поток представляется как движение двух жидкостей с различными скоростями, так называемых молей. Так как эта модель построена на основе динамики, она хорошо описывает вращающиеся потоки. Поэтому данная модель турбулентности использована для исследования поставленной задачи.

4. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

В указанной работе получена система уравнений

$$\left[\begin{array}{l} \frac{\partial U_i}{\partial x_i} = 0, \\ \frac{\partial \rho U_i}{\partial t} + \frac{\partial (\rho U_j U_i + \delta_{ij} p)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} (\Pi_{ji} - \rho v_{mj} v_{mi}) \\ \frac{\partial v_{mi}}{\partial t} + U_j \frac{\partial v_{mi}}{\partial x_j} = -v_{mj} \frac{\partial U_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \pi'_{ji}}{\partial x_j} + C_s |\text{rot} \mathbf{U} \times \mathbf{v}_m|_i - C_\mu v_{mi} \end{array} \right. \quad (1)$$

В данной системе

$$\Pi_{ji} = \rho v \left(\frac{\partial U_i}{\partial x_j} + \frac{\partial U_j}{\partial x_i} \right), \quad \pi'_{ji} = v_{ef} \left(\frac{\partial v_{mi}}{\partial x_j} + \frac{\partial v_{mj}}{\partial x_i} \right),$$

v_{mi} – скорость моли,

U_i – осредненная скорость потока,

ρ – плотность среды, v – молекулярная плотность,

v_{ef} – эффективная вязкость молей,

Поставленная задача состоит из двух частей: первая – обтекание люка внешним потоком, вторая – течение потока внутри контейнера. Для описания первой задачи удобной является полярная система координат. В этой системе координат система уравнений (1) будет иметь вид:

$$\left[\begin{array}{l} \frac{\partial r V_r}{r \partial r} + \frac{\partial V_\varphi}{r \partial \varphi} = 0 \\ \frac{\partial V_r}{\partial t} + V_r \frac{\partial V_r}{\partial r} + \frac{V_\varphi}{r} \frac{\partial V_r}{\partial \varphi} - \frac{V_\varphi^2}{r} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} = -\frac{\partial v_\varphi v_r}{r \partial \varphi} \\ \frac{\partial V_\varphi}{\partial t} + V_r \frac{\partial V_\varphi}{\partial r} + \frac{V_\varphi}{r} \frac{\partial V_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{V_r V_\varphi}{r} + \frac{1}{r \rho} \frac{\partial p}{\partial \varphi} = -\frac{\partial v_\varphi v_\varphi}{r \partial \varphi} \\ \frac{\partial v_r}{\partial t} + V_r \frac{\partial v_r}{\partial r} + \frac{V_\varphi}{r} \frac{\partial v_r}{\partial \varphi} = -(1 - C_s) \frac{v_\varphi}{r} \frac{\partial V_r}{\partial \varphi} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial \varphi} \left(v_{ef} \frac{\partial v_r}{\partial \varphi} \right) - C_\mu v_r \\ \frac{\partial v_\varphi}{\partial t} + V_r \frac{\partial v_\varphi}{r \partial r} + \frac{V_\varphi}{r} \frac{\partial v_\varphi}{\partial \varphi} = -C_s \frac{v_r}{r} \frac{\partial V_r}{\partial \varphi} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial \varphi} \left(v_{ef} \frac{\partial v_\varphi}{\partial \varphi} \right) - C_\mu v_\varphi \end{array} \right. \quad (2)$$

В данной системе V_r, V_φ, ρ, p - соответственно радиальная скорость, азимутальная скорость, плотность и давление среды. В системе (2) для облегчения численного расчета членами, где содержатся производные по r в виду малости можно пренебречь. Пренебрегается также и молекулярной вязкостью. Коэффициент сопротивления был принят равным

$$C_\mu = 0.8 \sqrt{C_s(1 - C_s)} \left| \frac{1}{r} \frac{\partial V_r}{\partial \varphi} \right|$$

Эффективная вязкость молей была принята равной

$$v_{ef} = 0.45 \frac{v_r v_f}{C_\mu}$$

Коэффициент для поперечной силы был равен $C_s = 0.2$.

Для численного исследования система уравнений гидродинамики проведена к безразмерному виду. Для этого все скорости отнесены к скорости движения контейнера- V_0 , размеры отнесены к ширине люка, а давление отнесено к величине - ρV_0^2 . Безразмерный коэффициент принят равным $k=0.05$. Для численной реализации системы уравнений (2) использована явная конечно разностная схема Мак-Кормака [10]. Стационарное решение было достигнуто методом установления. Для уравнения (3) был использован метод итераций верхней релаксации [11], который использовался на каждом временном шаге схемы Мак-Кормака.

На рис. 2 иллюстрирован результат численного решения поставленной задачи для угла люка 60° .

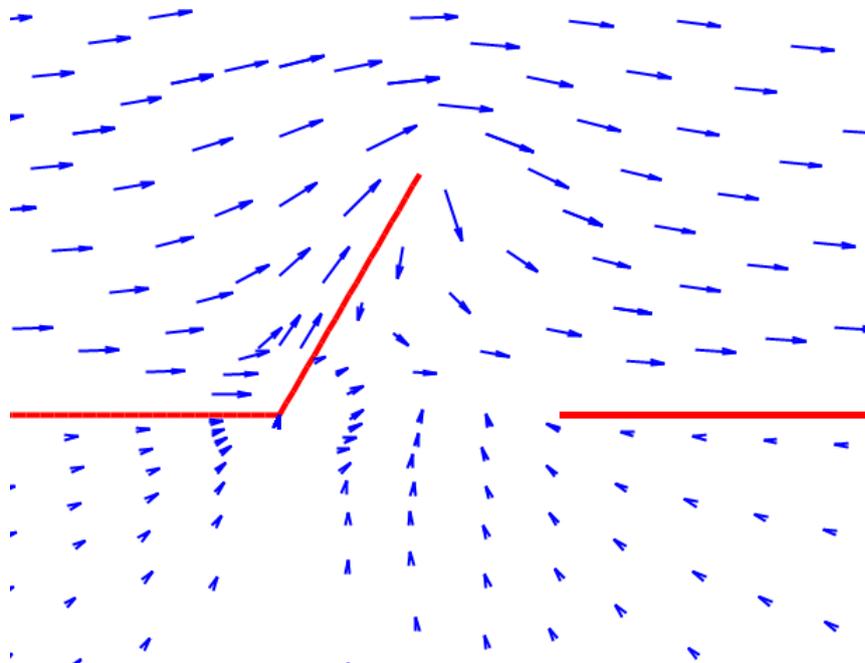


Рис. 2. Картина течения потока воздуха вокруг открытого люка

На этом рисунке показана картина течения потока воздуха при движении контейнера. Из рисунка видно, что открытый люк за счет инжекции всасывает воздух из контейнера. Обратная картина возникает в нижнем люке. Здесь, наоборот внешний воздух нагнетается внутрь контейнера. Таким образом, внешний воздух входит через нижний люк и выходит через верхний. Данный процесс может существенно предохранить продуктов питания от перегрева.

Для исследования наиболее эффективной работы люка численным путем был произведен расчет разрежения потока при его различных углах. На рис. 3 показан график зависимости безразмерного значения разрежения давления от значений угла люка. Из этого графика видно, что наибольший эффект инжекции потока получается, если установить люк под углом приблизительно около 30° .

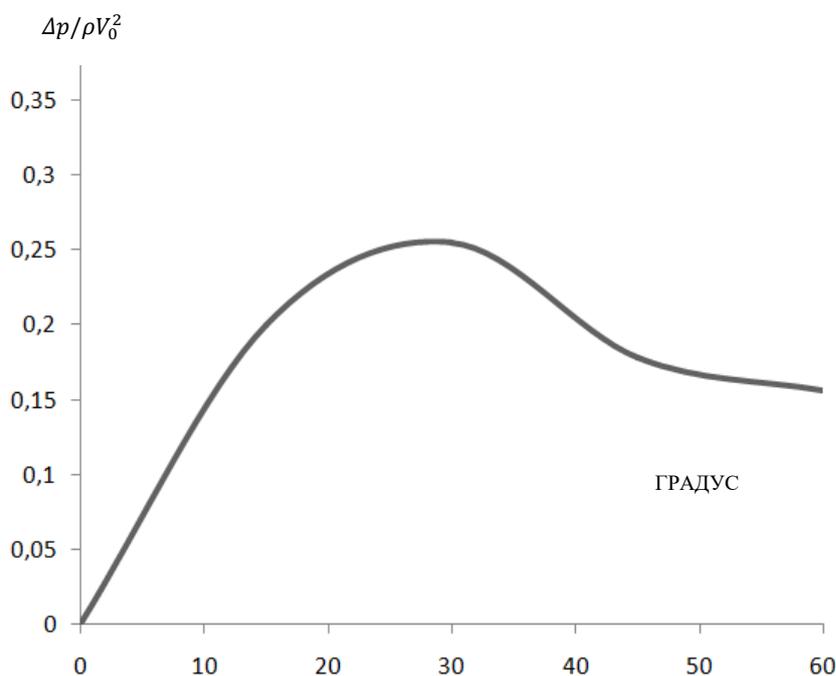


Рис. 3. Изменение давления разрежения в зависимости от угла люка

Что касается второй задачи – течения потока внутри контейнера, воздух проходит между тарами с продуктами. При этом поток будет испытывать аэродинамическое сопротивление. Данное сопротивление определяется формулой:

$$\mathbf{grad}p = -\frac{1}{2}\xi\rho|\vec{V}|\vec{V} \quad (3)$$

В этой формуле ξ - коэффициент сопротивления. При малых скоростях течение будет ламинарным и коэффициент сопротивления определяется формулой Пуазейля:

$$\xi = \frac{64}{Re}$$

Здесь $Re = |\vec{V}|h/\nu$ число Рейнольдса, h - характерный размер канала, ν - кинематическая вязкость воздуха. При больших скоростях, т.е. при $Re \rightarrow \infty$ поток турбулизуется и коэффициент сопротивления определяется по формуле Блазиуса:

$$\xi = \frac{0.3164}{Re^{0.25}}$$

При умеренных скоростях, т.е. при переходных режимах можно пользоваться аппроксимацией:

$$\xi = \frac{64}{Re} + \frac{0.3164}{Re^{0.25}}$$

Необходимо, чтобы скорости потока удовлетворяли еще и уравнению неразрывности:

$$\mathit{div}\vec{V} = 0 \quad (4)$$

Для уравнения (3) проведем операцию дивергенции, в итоге получим

$$\mathit{div}\mathbf{grad}p = \mathit{div}\left(-\frac{1}{2}\xi\rho|\vec{V}|\vec{V}\right) = -\frac{1}{2}\xi\rho|\vec{V}|\mathit{div}\vec{V} - \frac{1}{2}\vec{V}\mathbf{grad}(\xi\rho|\vec{V}|)$$

С учетом соотношения (4) получим уравнение:

$$\Delta p = -\frac{1}{2}\vec{V}\mathbf{grad}(\xi\rho|\vec{V}|) \quad (5)$$

Здесь Δ - оператор Лапласиан.

Таким образом, уравнения (3) и (5) составляют систему уравнений, позволяющая найти как давление, так и поле скоростей потока. Данную систему невозможно решить аналитически. Поэтому она исследована численно. Для численной реализации рассмотрим нестационарную систему уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial t} &= \Delta p + \frac{1}{2}\vec{V}\mathbf{grad}(\xi\rho|\vec{V}|) \\ \frac{1}{2}\xi\rho|\vec{V}|\vec{V} &= -\mathbf{grad}p \end{aligned} \quad (6)$$

Таким образом, решением систем уравнений (3) и (5) является стационарное решение системы (6). Для двумерной плоской задачи система (6) в декартовой системе координат будет иметь вид:

$$\begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial t} &= \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial y^2} + \frac{\rho u}{2} \frac{\partial \xi V}{\partial x} + \frac{\rho v}{2} \frac{\partial \xi V}{\partial y} \\ u &= -\frac{2}{\xi\rho V} \frac{\partial p}{\partial x} \\ v &= -\frac{2}{\xi\rho V} \frac{\partial p}{\partial y} \\ V &= \sqrt{u^2 + v^2} \end{aligned}$$

Для численной реализации данной системы использована следующая неявная расчетная схема:

$$\begin{aligned} u_{i,k}^n &= -\frac{1}{(\xi\rho V)^n} \frac{p_{i+1,k}^n - p_{i-1,k}^n}{\Delta x} \\ v_{i,k}^n &= -\frac{1}{(\xi\rho V)^n} \frac{p_{i,k+1}^n - p_{i,k-1}^n}{\Delta y} \\ V_{i,k}^n &= \sqrt{(u_{i,k}^n)^2 + (v_{i,k}^n)^2} \\ D &= \rho u_{i,k}^n \frac{\xi_{i+1,k}^n V_{i+1,k}^n - \xi_{i-1,k}^n V_{i-1,k}^n}{4\Delta x} + \rho v_{i,k}^n \frac{\xi_{i,k+1}^n V_{i,k+1}^n - \xi_{i,k-1}^n V_{i,k-1}^n}{4\Delta y} \\ \frac{p_{i,k}^* - p_{i,k}^n}{0.5\Delta t} &= \frac{p_{i+1,k}^* - 2p_{i,k}^* + p_{i-1,k}^*}{\Delta x^2} + \frac{p_{i,k+1}^n - 2p_{i,k}^n + p_{i,k-1}^n}{\Delta y^2} + D \\ \frac{p_{i,k}^{n+1} - p_{i,k}^*}{\Delta t} &= \frac{p_{i+1,k}^* - 2p_{i,k}^* + p_{i-1,k}^*}{\Delta x^2} + \frac{p_{i,k+1}^{n+1} - 2p_{i,k}^{n+1} + p_{i,k-1}^{n+1}}{\Delta y^2} + D \end{aligned}$$

Данная схема является абсолютно устойчивой и имеет второго порядка точности аппроксимации по пространству. Для решения неявной схемы использовался метод прогонки.

Было отмечено, что для сохранности плодов большую роль играет температура и влажность. Роль вентиляции заключается в том, что она не позволяет увеличению температуры и влажности в закрытых помещениях. Для математического моделирования изменения тепла и влажности в модифицированном контейнере воспользуемся законами сохранения энергии и массы.

Закон сохранения массы запишем в виде:

$$\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} = q_T \quad (7)$$

Данное уравнение называется уравнением переноса температуры – T .

$$q_T = \frac{\kappa - 1}{\kappa} \frac{q_M M T_0}{P_0 V_{\text{воз}}}$$

– мощность источника температуры, в формуле $\kappa = 1.4$ – адиабатический показатель воздуха,

M – масса плодов,

T_0 – температура окружающей среды,

P_0 – давление окружающей среды,

$V_{\text{воз}}$ – объем воздушного пространства в контейнере,

q_M – удельное тепловыделение [Вт/т].

Объем воздушного пространства найдем по формуле

$$V_{\text{воз}} = V_0 - \frac{M}{\gamma}$$

Здесь γ – насыпная плотность продукции [т/м³].

Для вывода уравнения переноса влаги внутри контейнера воспользуемся законом сохранения массы:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + u \frac{\partial \rho}{\partial x} + v \frac{\partial \rho}{\partial y} = \frac{wM}{V_{\text{воз}}} \quad (8)$$

В данном уравнении ρ – плотность паров в контейнере. Влажность воздуха – определим по формуле

$$\phi = \frac{\rho}{\rho_n}$$

где ρ_n – плотность насыщенных паров, которая определяется по формуле

$$\rho_n = \frac{\mu p_n}{RT_0}$$

Здесь μ – молекулярный вес влаги, R – газовая постоянная, p_n – давление насыщенных паров. Давление насыщенных паров в зависимости от температуры находится по таблице 1. Таким образом, плотность паров можно записать

$$\rho = \frac{\mu p_n}{RT_0} \phi$$

подставляя данное выражение в формулу (8) получим уравнение переноса для влажности воздуха в контейнере:

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} + u \frac{\partial \phi}{\partial x} + v \frac{\partial \phi}{\partial y} = q_\phi \quad (9)$$

$$q_\phi = \frac{q_w M R T_0}{\mu p_n V_{\text{воз}}}$$

q_ϕ – называется мощностью источника влажности.

Таким образом, исследование процессов переноса тепла и влаги внутри загруженного контейнера с плодами сводится к решению уравнений (8) и (9).

К примеру, контейнер загружен картошкой. Для улучшения циркуляции воздуха в контейнере рекомендуется закладывать овощей в мешки и складировать их так, чтобы между ними оставалось щелевое пространство. Данное щелевое пространство и будет характерным размером канала – h . На рис. 4 показан результат численного решения для повышения температуры внутри контейнера на выходе в зависимости от размера щели. Аналогичный график показан на рис. 5 для повышения влажности. При расчете принято, что скорость поезда 20 м/сек. Расчеты для простого контейнера показывают, что

$$q_T = \frac{\kappa - 1}{\kappa} \frac{q_M M T_0}{P_0 V_{\text{воз}}} = 0.05 \frac{C^0}{\text{сек}}$$

$$q_\phi = \frac{q_w M R T_0}{\mu p_n V_{\text{воз}}} = 0.0006 \frac{1}{\text{сек}}$$

Из графика видно, что при щелевом расстоянии менее 2 см температура и влажность внутри контейнера резко повышается. Это может привести к порче продукта. При щелевом пространстве более 10 см температура повышается не более чем на 1.5 °С, а влажность на 2%. Отсюда можно сделать вывод, что при погрузке

картошки в модифицированные контейнеры необходимо оставлять щели не менее 10 см для эффективного проветривания.

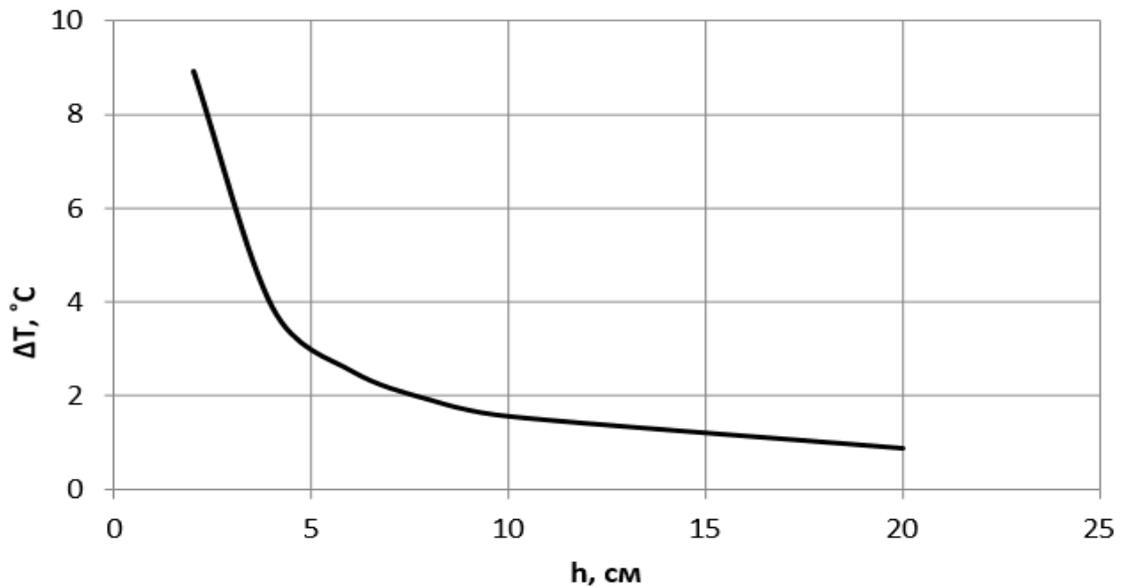


Рис. 4. Повышение температуры в контейнере в зависимости от размера пространства между тарами.

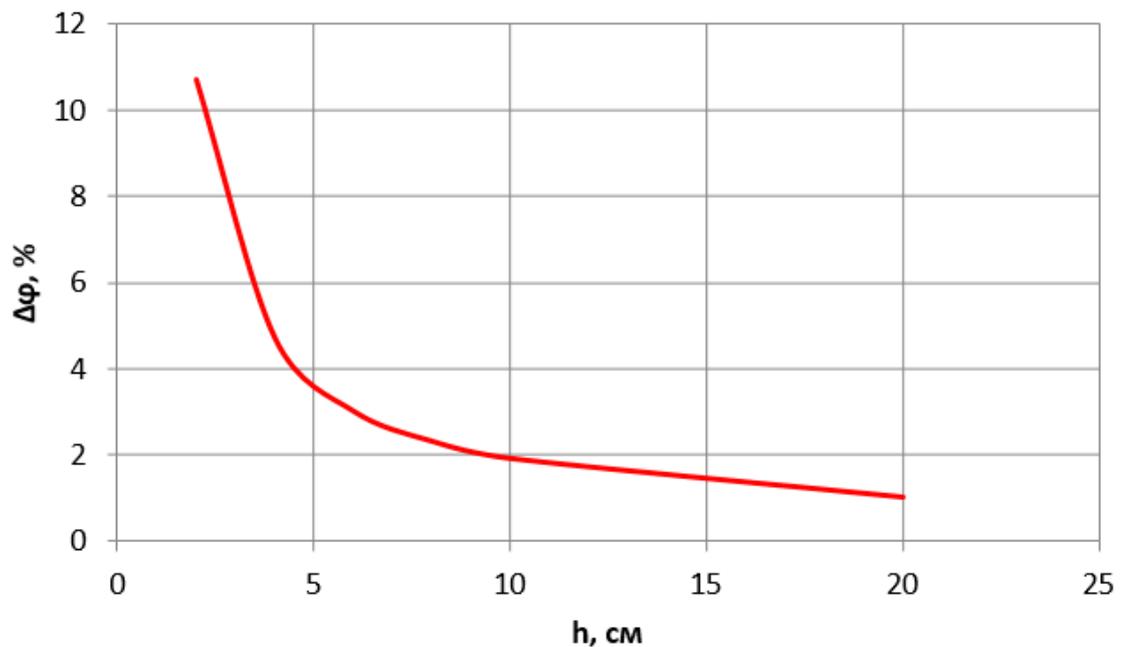


Рис. 5. Повышение влажности в контейнере в зависимости от размера пространства между тарами.

Для решения уравнений (4.4) и (4.5) использовалась та же расчетная схема, что и для решения уравнения движения потока. На выходе для давления задавалось максимальное разрежение при 30⁰ т.е.:

$$\Delta p = -0.25\rho V_0^2$$

5. ВЫВОДЫ

1. В работе показано, что в результате небольших конструктивных решений, можно создать циркуляцию воздуха внутри контейнера.
2. Данное решение позволит транспортировать скоропортящихся продуктов в модифицированных контейнерах и увеличит экспортный потенциал республики.

6. ЛИТЕРАТУРА

1. Дзюба И.С. Перевозка скоропортящихся грузов. Ч.1., Гомель. 1999. [In Russian: Dzyuba, I.S. (1999) *Transportation of perishable goods*. P1. Gomel].

2. Маликов З.М., Хаджимухаметова М.А. Способы модификации простых контейнеров для перевозки скоропортящихся продуктов /Проблемы механики. №1, 2017, с.58-65. [In Russian: Malikov, Z.M., Khadzhimuhametova M.A. (2017) Methods for modifying simple containers for the transport of perishable goods. *Mechanics problems*. No.1.].
3. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. Москва: Наука. 1984. [In Russian: Abramovich, G.N. (1984) *Theory of turbulent jets*. Moscow: Science].
4. Гарбарук А.В. Моделирование турбулентности в расчетах сложных течений. Учебное пособие// А.В. Гарбарук, М.Х. Стрелец, М.Л. Шур. – СПб: Издательство Политехнического университета, 2012. 88 с. [In Russian: Garbaruk, A.V. (2012) *Modeling turbulence in the calculations of complex flows*. Textbook // Garbaruk, A.V., Sagittarius, M.Kh. Shur, M.L. - St. Petersburg: Publishing House of the Polytechnic University].
5. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. Москва: Наука. 1987. [In Russian: Loitsyansky, L.G. (1987) *Mechanics of fluid and gas*. Moscow: Science].
6. Spalart, P. R., Allmaras, S. R. (1992) *A one-equation turbulence model for aerodynamic flows*// AIAA Paper 1992-0439.
7. Menter, F. R. (1993) *Zonal two-equation $k-\omega$ turbulence models for aerodynamic flows*// AIAA Paper - 2906.
8. Menter, F. R., Kuntz, M., and Langtry, R. (2003) Ten Years of Industrial Experience with the SST Turbulence Model// *Turbulence, Heat and Mass Transfer* 4, ed: K. Hanjalic, Y. Nagano, and M. Tummers, Begell House, Inc., 2003, pp. 625 - 632.
9. Маликов З.М. Двух жидкостная математическая модель турбулентного потока. Международная научно-техническая конференция по проблемам «Прочность конструкций и сейсמודинамика зданий и сооружений». 2016г., Ташкент, с.145-149. 1987 [In Russian: Malikov, Z.M. (2016) Two liquid mathematical model of turbulent flow. International scientific and technical conference on the problems of "*Structural strength and seismodynamics of buildings and structures*." Tashkent.].
10. Anderson, D., Tannehill, J., Pletcher, R. (1990) *Computational fluid mechanics and heat transfer*. Moscow: Mir, 1990, Vol.1.
11. Patankar, S. (1980) *Numerical heat transfer and fluid flow* /Hemisphere Publishing Corporation, New York.