



ТРАНСПОРТ ШЁЛКОВОГО ПУТИ

№ 2 / 2020



Транспорт Шёлкового Пути

Выпуск 2, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1. Я. Карриева, Э. Камалова, Б. Карриева: Значение международного транспорта в логистическом управлении при перевозках экспортных грузов	3
2. С. Нуриддинов: Приоритеты узбекско-китайского сотрудничества в инициативе "Один пояс – Один путь"	10
3. У. Ибрагимов, Д. Ибрагимова: Пути повышения транзитного потенциала Центральной Азии: углубление межрегионального сотрудничества	14
4. А. Зохидов: Особенности координации Центрально-Азиатской транспортной системы: инициативы и решения	23
5. Р. Саматов, У. Саматов, Т. Исмоилов: Закономерности факторов, определяющих эксплуатационные качества автотранспортной системы	26
6. Д. Баратов, Н. Арипов: Хранение технической документации хозяйства сигнализации, централизации и блокировки на основе цифровых технологий	38
7. С. Амиров, Н. Авезова, Ж. Файзуллаев: Диагностические-математические модели тяговых асинхронных двигателей ...	48
8. Г. Хромова, М. Махамадалиева: Математическая модель для динамического расчета гидрофрикционного гасителя колебаний электроподвижного состава	57
9. А. Каюмов, Р. Худайкулов, Д. Махмудова: Изучение влияния капиллярного увлажнения на плотность дисперсных грунтов при строительстве транспортных сооружений	64
10. К. Мусамедова, А. Халиков: Дистанционное обучение для подготовки и переподготовки кадров специалистов на железнодорожном транспорте	72

УДК 338.47

THE IMPORTANCE OF INTERNATIONAL TRANSPORT IN LOGISTICS MANAGEMENT IN THE TRANSPORTATION OF EXPORT CARGOES

Yakutkhan KARRIEVA*, DSc, Professor**Elvira KAMALOVA**, PhD

Department "Business Management and Logistics"

Tashkent State University of Economics

49, Islam Karimov str, Tashkent, Uzbekistan

*Tel.: +998 (90) 995-38-31

*E-mail: Yakuthan58@mail.ru**Bibizhan KARRIEVA**, Senior Lecturer

Tashkent Institute of Design, Construction & Maintenance of Automobile Roads

20, A.Timur ave., Tashkent, 100060, Uzbekistan

Tel.: +998 (93) 379-72-09

Abstract: In the conditions and due to the diversification of the structure of Uzbekistan's industry in recent years, the structure of exports in the republic has changed and its increase is observed in almost all groups of goods and services. Moreover, the export of finished products began to prevail over the export of raw materials and materials, which most directly affects the country's economy and the economic activities of domestic enterprises. In this regard, the authors argue that an increase in the export supply of labor products based on the logistics approach and its international standards of functioning is a significant resource for the development of the country, a guarantee of successful activities in world markets and the integration of the national economy into the modern structure of the world economy. In the work, the movement and transformation of material resources is considered as a single process from the standpoint of a logistic approach, covering all stages of production, transportation, warehousing and sales and the perceived transformation and movement of the product of labor and related information and finance as a single economic phenomenon, which is a fundamental difference from the previous approach to managing the movement of material resources.

Keywords: Concept, logistic approach, single flow, transformation, movement of material resources, world economy, integration.

EKSPORT YUKLARINI TASHISHDA LOGISTIKA MENEJMENTIDA XALQARO TRANSPORTNING AHAMIYATI

Якутхан КАРРИЕВА*, и.ф.д., профессор**Элвира КАМАЛОВА**, PhD

«Бизнес бошқарув ва логистика» бўлими

Тошкент давлат иқтисодий университети

Ўзбекистон, Ташкент, Ислам Каримов кўч., 49

*Тел.: +998 (90) 995-38-31

*E-mail: Yakuthan58@mail.ru**Бибижан КАРРИЕВА**, катта ўқитувчи,

Тошкент автомобиль йўлларни лойиҳалаш, қуриш ва эксплуатация институти

100060, Ўзбекистон, Тошкент ш., А.Тимур проспекти, 20 уй

Тел.: +998 (93) 379-72-09

Аннотация: Сўнгги йилларда Ўзбекистон саноатининг таркиби ва шароитларини диверсификациялаш натижасида республикада экспорт таркиби ўзгарди ва унинг ўсиши деярли барча товарлар ва хизматлар гуруҳларида кузатилди. Бундан ташқари, тайёр маҳсулотлар экспорти хом ашё ва материаллар экспортидан устун келди, бу эса мамлакат иқтисодиётига ва маҳаллий корхоналарнинг иқтисодий фаолиятига бевосита таъсир қилади. Шу муносабат билан, муаллифлар логистика ёндашуви ва унинг халқаро фаолият стандартларига асосланган меҳнат маҳсулотларини экспорт қилиш ҳажмининг ошиши мамлакатни ривожлантириш учун муҳим манба, жаҳон бозоридаги муваффақиятли фаолият кафолати ва миллий иқтисодиётнинг жаҳон иқтисодиётининг замонавий тузилмасига қўшилишидир. Ишда моддий ресурсларнинг ҳаракати ва ўзгариши логистик ёндашув нуқтаи назаридан ишлаб чиқариш, транспорт, омборхоналар ва сотишнинг барча босқичларини ҳамда меҳнат маҳсулоти ва тегишли маълумотлар ва молия маҳсулотининг қабул қилинадиган ўзгариши ва ҳаракатини қамраб оладиган ягона иқтисодий ҳодиса сифатида кўриб чиқилади ва бу тубдан фарқ қилади. моддий ресурслар ҳаракатини бошқаришда олдинги ёндашув.

Қалит сўзлар: Концепция, логистик ёндашув, ягона оқим, трансформация, моддий ресурсларнинг ҳаракати, жаҳон иқтисодиёти, интеграция.

ЗНАЧЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНОГО ТРАНСПОРТА В ЛОГИСТИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ ПРИ ПЕРЕВОЗКАХ ЭКСПОРТНЫХ ГРУЗОВ

Якутхан КАРРИЕВА*, д.э.н., профессор

Элвира КАМАЛОВА, PhD

Кафедра «Управление бизнесом и логистика»

Ташкентский государственный экономический университет

Узбекистан, г. Ташкент, ул. Ислама Каримова, 49

*Тел.: +998 (90) 995-38-31

*E-mail: Yakuthan58@mail.ru

Бибижан КАРРИЕВА, д.э.н., профессор

Ташкентский институт по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог

100060, Узбекистан, Ташкент, пр. А.Темур, дом-20

Тел.: +998 (93) 379-72-09

Аннотация: В условиях и благодаря диверсификации структуры промышленности Узбекистана за последние годы в республике изменилась структура экспорта и наблюдается его увеличение почти по всем группам товаров и услуг. Причем, стал преобладать экспорт готовой продукции над экспортом сырья и материалов, что самым прямым образом затрагивает экономику страны и хозяйственную деятельность отечественных предприятий. В связи с этим, авторы утверждают, что увеличение экспортных поставок продуктов труда на основе логистического подхода и его международных стандартов функционирования является значимым ресурсом для развития страны, залогом успешной деятельности на мировых рынках и интеграции национальной экономики в современную структуру мировой экономики. В работе перемещение и трансформация материальных ресурсов рассмотрен как единый процесс с позиций логистического подхода, охватывающего все стадии производства, транспортировки, складирования и сбыта и воспринимаемый трансформацию и движение продукта труда и связанные с ним информацию и финансы как единый экономический феномен, что составляет принципиальное отличие от предшествующего подхода к управлению движением материальных ресурсов.

Ключевые слова: Концепция, логистический подход, единый поток, трансформация, перемещение материальных ресурсов, мировая экономика, интеграция.

1. ВВЕДЕНИЕ

В Стратегии действий по развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 годы сфера логистики получила статус стратегической отрасли национальной экономики и начался переход к новому качественному этапу развития.

Правильное построение и эксплуатация логистических систем в цепи поставок на основе внедрения международных стандартов функционирования интегрированной логистики является залогом успешной деятельности на мировых рынках и интеграции Узбекистана в современную структуру международных экономических отношений. Переход на логистическую концепцию управления перевозками грузов позволяет существенно повысить качество и эффективность транспортного обслуживания потребителей транспортных услуг. Концепция логистического менеджмента стимулирует целостный подход к управлению перевозочным процессом при внешнеэкономических операциях.

Укрепление экономической самостоятельности, предоставление свободного выхода на международные рынки предполагают неуклонное расширение и совершенствование внешнеэкономической деятельности, которая обусловлена как внутренними, так и международными условиями. Изменение геополитического положения Узбекистана обуславливает повышение роли ее субъектов в выработке и осуществлении внешнеэкономической стратегии страны, что логически выдвигает роль планирования на передний план и в современном менеджменте ассоциируется со стратегическим планированием. Постановка и решение подобной проблемы со всей очевидностью относится и к Республике Узбекистан.

2. ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

В современном мире все более весомое значение приобретают внешнеэкономические связи, охватывающие широкий круг проблем на геополитическом уровне, в том числе транспорта, которая является перспективным видом логистической системы управления отражающие внешнеэкономическую деятельность отдельных хозяйствующих субъектов. Вместе с тем дальнейшее развитие рыночной экономики в стране и регионах, выход на международные рынки отечественных товаропроизводителей выдвигают необходимость постоянного поиска средств воздействия на процессы такого рода с целью сохранения своего места на международных рынках и дальнейшего движения вперед. Все это требует создания эффективного управления внешнеэкономической деятельностью транспорта, которая является перспективным видом логистической системы управления.

Внешнеэкономическая деятельность любого государства является составной частью общей экономической политики и включает в себя комплекс различных экономических и политических мер, направленных на обеспечение условий достижения устойчивого роста экономики и расширенного

воспроизводства капитала, повышения торговой и промышленной конкурентоспособности, увеличения доходов государства и хозяйствующих субъектов.

Важно отметить, что отношения Узбекистана с иностранными государствами в области внешнеэкономической деятельности строятся на основе соблюдения общепризнанных принципов и норм международного права и обязательств, вытекающих из международных договоров республики [1].

По мере формирования объективных и субъективных условий, усиления действия рыночных отношений и механизмов функционирования хозяйства система управления внешнеэкономическими связями республики совершенствовалась по пути ограничения административных методов регулирования в пользу экономических.

Глобализация экономики и сопровождающие ее процессы расширения внешнеторгового оборота, реализация мощного транзитного потенциала Республики Узбекистан требует все новых подходов для развития транспорта, новых высокоэффективных технологий оказания транспортных услуг на территории Республики Узбекистан [2]. К первоочередным задачам логистики следует отнести оптимизацию взаимодействия различных видов транспорта, сокращение времени простоя техники, сокращение логистических издержек, повышение качества логистических услуг (рис.2). Источником необходимой для принятия оперативных управленческих решений информации о материальных потоках внешнеэкономической деятельности является большое число не связанных друг с другом субъектов транспортной логистики – экспортеров и импортеров, экспедиторов, перевозчиков, грузовых агентов, предприятий обеспечивающего комплекса, таможенных и логистических посредников, банков, страховых компаний [3].



Рис. 1. Доля транспортных услуг по регионам Республики Узбекистан в общем объеме транспортных услуг, в процентах [6]

Рассмотрим логистический подход к транспортному обеспечению внешнеэкономической деятельности. С логистическими системами товародвижения связано более 20% валового национального продукта ведущих зарубежных стран, таких, как США, Япония, Великобритания, Франция, Германия. При этом более 98% времени движения товара от первичного источника сырья и материалов до конечного потребителя готовой продукции приходится на прохождение их по различным каналам материально-технического обеспечения и транспортировку, собственно производство товаров занимает лишь 2% суммарного времени (рис.2).

К числу современных тенденций развития международной транспортной инфраструктуры относятся тенденции: распространения логистики, логистического управления, т.е. весь комплекс услуг, обеспечивающих быструю и качественную транспортировку грузов. В то же время, с увеличением стоимости факторов производства, в первую очередь трудовых ресурсов, инфраструктурных составляющих, в ряде стран возникает проблема низкого уровня эффективности производства на территории своей страны [4]. Поэтому, страны мира заинтересованы в хорошем качестве международных транспортных перевозок - обеспечении сохранности грузов, высокой скорости перевозок, а также их низкой стоимости, что связано с необходимостью развития международной транспортной инфраструктуры.

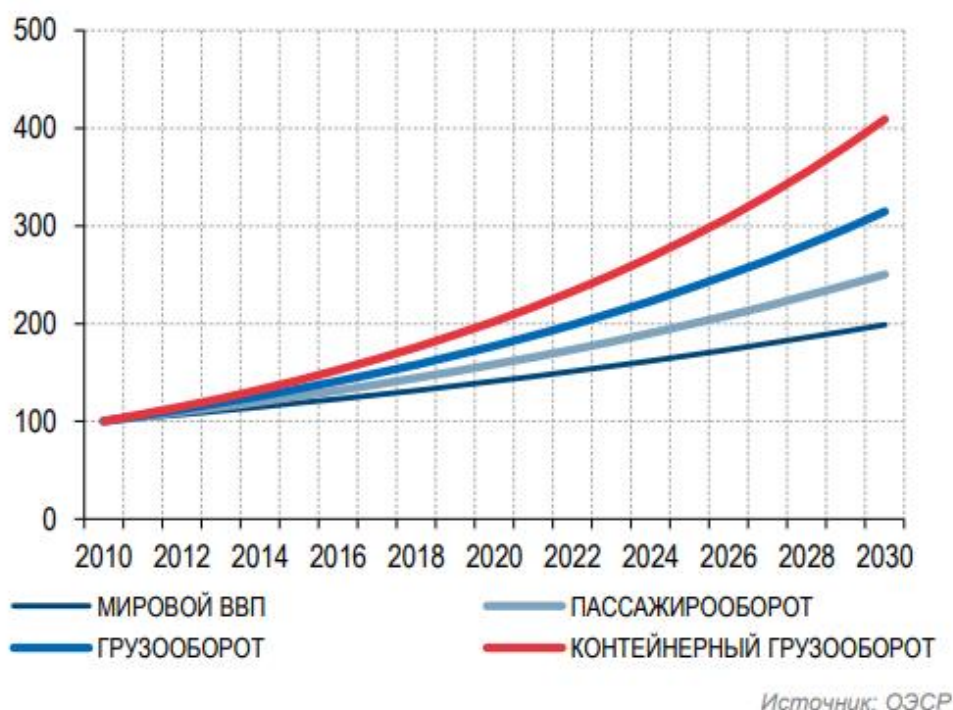


Рис. 2. Индекс прироста мирового ВВП и показателей транспортного сектора

Дорогостоящие, скоропортящиеся грузы, доля которых занимает значительную долю в структуре международной торговли, ежегодно возрастает. В связи с этим наблюдается повышение требований к обеспечению качества перевозок (рис.3). Поэтому в настоящее время эффективность функционирования транспортных компаний и оказания ими транспортных услуг определяется скоростью транспортировки, степенью сохранности грузов, предоставлением оперативной информации о местонахождении груза, стоимостью перевозок, степенью специализации транспортных средств и др. [5].

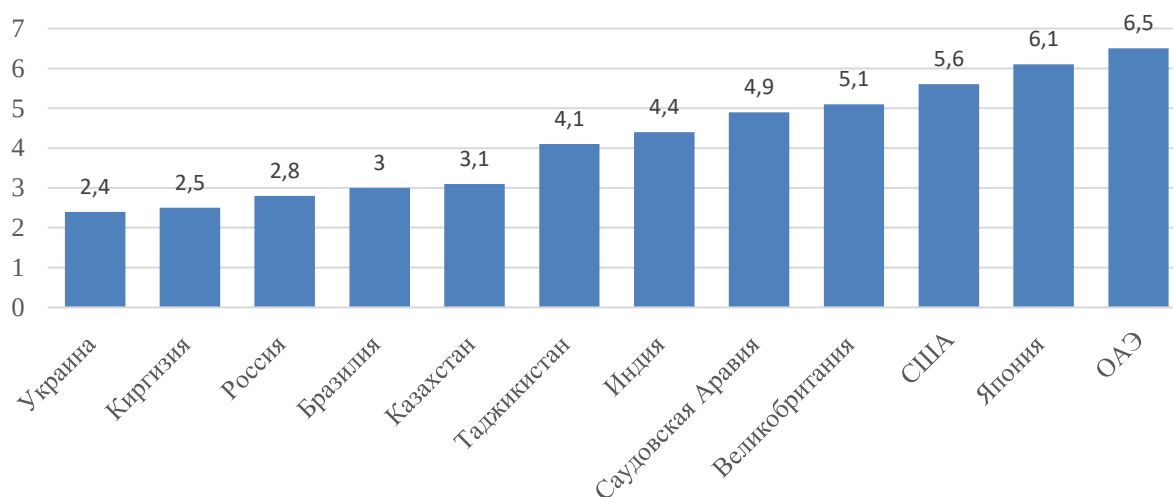


Рис. 3. Индекс стран по качеству инфраструктуры

Появление и быстрое развитие логистических систем является проявлением глобализации, процесса, самым прямым образом затрагивающего экономику страны и хозяйственную деятельность отечественных предприятий. Правильное формирование и дальнейшее развитие логистических систем на основе внедрения международных стандартов функционирования логистики является залогом успешной деятельности на мировых рынках и интеграции национальной экономики в современную структуру мировой экономики. Известно, что логистика возникает там, где предпринимаются усилия по оптимальной организации и постоянной рационализации экономических потоков. А это определяет условия для реализации логистики, как практического направления науки [4].

По мнению авторов, основная идея логистики заключается в том, что все стадии производства, транспортировки, складирования и сбыта рассматриваются как единый, непрерывный процесс трансформации и движения продукта труда и связанной с ним информации и финансов. Существует определение принципиального отличия логистического подхода от предшествующего ему управлению движением материальных ресурсов: объектом управления стал поток [12].

Принципиальное отличие логистического подхода от предшествующего ему управления перемещением материальных ресурсов заключается в том, что если ранее объектом управления было определенное скопление отдельных материальных объектов, то при логистическом подходе основным объектом стал поток - множество объектов, воспринимаемое как единое целое. Работа одних элементов системы логистики влияет на работу и эффективность других ее элементов.

Благодаря диверсификации структуры промышленности за последние годы в республике изменилась структура экспорта и наблюдается его увеличение почти по всем группам товаров и услуг. Надо отметить, что по сравнению с предыдущими годами стал преобладать экспорт готовой продукции над экспортом сырья и материалов. В частности, в структуре экспорта доля хлопка-волокна в 2000 году составляла 27,5 процента, а по результатам 2018 года составила 5,2 процента, черных и цветных металлов - с 6,6 до 5,8 процента. Удельный вес экспорта вырос по продовольственным товарам с 5,4 до 5,7; химической продукции и изделий из нее - с 2,9 до 6,9; энергоносителей и нефтепродуктов - с 10,3 до 14,1; услуг - с 13,7 до 26,3 и прочих товаров - с 30,2 до 34,2 процента [5].

Среди стран СНГ основными внешнеторговыми партнерами являются Россия и Казахстан, среди других стран – Китай, Турция, Афганистан, Иран и Республика Корея.

В настоящее время почти 2000 видов товаров и услуг экспортируются более чем в 168 стран мира (включая страны Европы, СНГ, Азии, Северной и Южной Америки, Африки и Австралии). Начиная с 2000 года количество стран-партнеров по экспорту расширилось на 35 страну.

Благодаря реализации комплексных системных мер по углублению рыночных реформ, улучшению деловой среды, развитию конкуренции и защите частной собственности в последние годы в различных отраслях увеличивается количество субъектов малого бизнеса. Государственная поддержка экспортоориентированных субъектов малого бизнеса и частного предпринимательства способствовала увеличению их вклада в рост объемов экспорта. Как показывает динамика статистических показателей, роль малого бизнеса и частного предпринимательства в социально-экономическом развитии страны с каждым годом возрастает.

Несмотря на то, что большая часть предприятий специализируется на оказании услуг и занимает около 45 процентов в экспорте малого предпринимательства, их деятельность также охватывает широкий спектр производственных сегментов.

К числу основных экспортируемых продуктов относятся как свежая и переработанная плодоовощная продукция, так и готовые текстильные и кожаные изделия, современные строительные и отделочные материалы, механические устройства, электрические машины и бытовые товары (рис.4) [8].



Рис. 4. Структура экспорта малого и частного предпринимательства Республики Узбекистан [6]

За 2018 год более 3500 предприятий малого бизнеса осуществили экспортные поставки в 164 страны мира. Лидером по количеству предприятий, занимающихся внешней торговлей, и по их выручке от экспортной деятельности является г. Ташкент. Более 2150 предпринимателей обеспечили около 25 процентов экспорта в 2018 году, что составляет 24,3 процента от общего экспорта города.

Второе и третье места занимают Ташкентская и Самаркандская области. По числу малых предприятий и фирм, работающих на внешних рынках, они охватывают около 15 процентов и чуть более 13 процентов соответственно (рис.5).

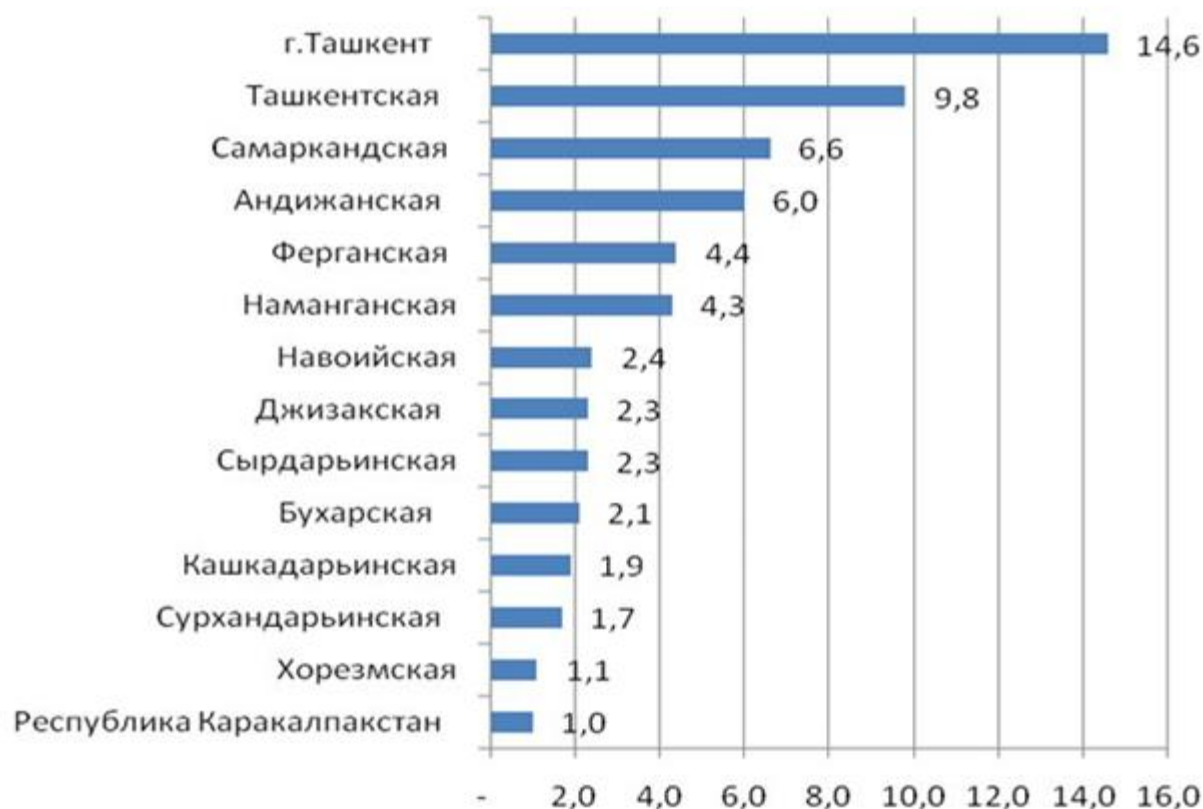


Рис 5. Доля регионов в объеме экспорта малого предпринимательства [6]

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Появление и быстрое развитие логистических систем является проявлением глобализации, процесса, самым прямым образом затрагивающего экономику страны и хозяйственную деятельность отечественных предприятий. В связи с этим, увеличение экспортных поставок – это значимый ресурс для развития страны.

2. Правильное формирование и дальнейшее развитие логистических систем на основе внедрения международных стандартов функционирования логистики является залогом успешной деятельности на мировых рынках и интеграции национальной экономики в современную структуру мировой экономики.

3. В Узбекистане несмотря на наличие отдельных субъектов предпринимательства ведущих устойчивую внешнеэкономическую деятельность, в целом экспортные возможности предприятий реализуются не в полном объеме.

4. Среди причин низкой экспортной возможности предприятий можно назвать их низкую информированность о возможностях и требованиях зарубежных рынков, высокую конкуренцию за рубежом и сложности с организацией коммуникации с зарубежными партнерами.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 г. «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» [In Russian: Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. DP-4947 dated February 7, 2017 «On the Strategy for the Further Development of the Republic of Uzbekistan»].
2. Нагловский С.Н. Логистика проектирования и менеджмента производственно-коммерческих систем. – Калуга: Манускрипт, 2017 – 336с. [In Russian: Naglovskiy, S.N. *Logistics of Design and Management of Production and Commercial Systems*].
3. Некрасов, А.Г. Управление «приемлемым» риском в интегрированной логистике // Magazine. – 2018. - №3 (6). [In Russian: Nekrasov, A.G. *Management of "Acceptable" Risk in Integrated Logistics*].
4. Ежегодный деловой рейтинг Всемирного банка «Doing Business – 2018». [In Russian: World Bank Annual Business Ranking "Doing Business – 2018"].
5. Статистический сборник «Узбекистан в цифрах» 2018, Государственный комитет Республики Узбекистан по статистике. [In Russian: *Statistical collection "Uzbekistan in figures"*. The State Committee Of the Republic Of Uzbekistan on Statistics].
6. The State Committee Of the Republic Of Uzbekistan on Statistics: the official web-site. Available at: www.stat.uz.
7. Миротин, Л.Б. Логистика интегрированных цепочек поставок. – УЧЕБНИК/ Л.Б. Миротин, А.Г. Некрасов. - М.: Изд-во "Экзамен", 2003. [In Russian: Mirotin, L.B. *Integrated supply chain logistics*].
8. Аналитический доклад «Состояние и перспективы развития свободных экономических зон в Республике Узбекистане» ЦЭИ, Институт прогнозирования и макроэкономических исследований, Ташкент - 2015 год. [In

- Russian: *Analytical Report "State and Prospects of Development of Free Economic Zones in the Republic of Uzbekistan"*].
9. «Экономика Узбекистана» Информационно-аналитический бюллетень за январь-декабрь 2016 года, ЦЭИ 2017. [In Russian: *"Economy of Uzbekistan" Information and Analytical Bulletin for January-December 2016*].
 10. Статистический сборник «Статистика регионов Узбекистана – 2017» [Statistical Collection *"Statistics of the Regions of Uzbekistan - 2017"*].
 11. Аналитический доклад «Курс 2030: исследование развития инфраструктуры в России». [In Russian: *Analytical Report "Course 2030: a Study of Infrastructure Development in Russia"*].
 12. Никифоров В.С. Основы логистики на водном транспорте: Учебное пособие/ НГАВТ. –Новосибирск, 1995. - 81 с. [In Russian: *Nikifirov, V.S. Basics of Logistics in Water Transport: A Study Guide*].

УДК 323.21(51)

PRIORITIES OF UZBEK-CHINESE COOPERATION IN “THE ONE BELT - ONE WAY” INITIATIVE

Sardor NURIDDINOV, independent seeker
Tashkent State University of Transport
1, str. Adilkhojaeva, Tashkent, 100167, Uzbekistan
Тел.: +998903925504
E-mail: mr.john.1991@list.ru

Abstract: This article presents analytical views on the special role of Central Asia, in particular Uzbekistan, in the Chinese initiative “One Belt - One Way”. In addition, politicians and analysts say that in recent years, Uzbekistan has played a key role in the geopolitical situation in Asia and is a key figure in regional security, characterized by a wide range of views. At the same time, it was proved that this project is necessary in the interests of Uzbekistan.

Keywords: “One Belt – One Way”, geopolitics, economics, Uzbek-Chinese diplomacy, foreign policy, The Great Silk Road, energy, natural resources, economic space, transport logistics, modern technology, international cooperation.

“БИР МАКОН - БИР ЙЎЛ” ТАШАББУСИДА ЎЗБЕКИСТОН - ХИТОЙ ҲАМКОРЛИГИНИНГ УСТУВОР ЙЎНАЛИШЛАРИ

Сардор НУРИДДИНОВ, мустақил изланувчи
Тошкент давлат транспорт университети
100167, Ўзбекистон, Тошкент, Одилахўжаев кўч., 1
Тел.: +998903925504
E-mail: mr.john.1991@list.ru

Аннотация: Мазкур мақолада Хитойнинг "Бир макон - бир йўл" ташаббусида Марказий Осиё, хусусан, Ўзбекистоннинг ўзига хос ўрни борасида таҳлилий қарашлар келтирилган. Бундан ташқари, Ўзбекистон Республикаси Осиё геосиёсий муҳитида кейинги йилларда ҳал қилувчи рол ўйнаётгани ва минтақавий ҳавфсизликнинг асосий фигураси эканлиги Ўзбекистонни "Бир макон - бир йўл" ташаббусидаги позицияси Хитой учун ҳам, Марказий Осиё учун ҳам, Ўзбекистон учун ҳам бир хил манфаатли эканлиги юзасидан сиёсатчилар ва аналитиклар қарашлари кенг ўрганилганлиги билан характерланади. Шу билан бирга Ўзбекистонни манфаатлари нуқтаи назаридан бу лойиҳани амалга оширилиши зарурат эканлиги далилланди.

Калит сўзлар: “Бир макон - бир йўл”, геосиёсат, иқтисодиёт, Ўзбек-Хитой дипломатияси, ташқи сиёсати, Буюк ипак йўли, энергетика, табиий ресурс, иқтисодий макон, транспорт логистикаси, замонавий технологиялар, халқаро ҳамкорлик.

ПРИОРИТЕТЫ УЗБЕКСКО-КИТАЙСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В ИНИЦИАТИВЕ "ОДИН ПОЯС - ОДИН ПУТЬ"

Сардор НУРИДДИНОВ, независимый искатель
Ташкентский государственный транспортный университет
100167, Узбекистан, Ташкент, ул. Адылходжаева 1.
Тел.: +998903925504
E-mail: mr.john.1991@list.ru

Аннотация: В этой статье представлены аналитические взгляды на особую роль Центральной Азии, в частности Узбекистана, в китайской инициативе «Одно пояс - один путь». Кроме того, политики и аналитики говорят, что в последние годы Узбекистан играл ключевую роль в геополитической обстановке в Азии и является ключевой фигурой в региональной безопасности, характеризуется широким спектром взглядов. В то же время было доказано, что этот проект необходим в интересах Узбекистана.

Ключевые слова: «Одно пояс - один путь», геополитика, экономика, Узбекско-китайская дипломатия, внешняя политика, Великий Шелковый Путь, энергия, природные ресурсы, экономическое пространство, транспортная логистика, современные технологии, международное сотрудничество.

1. ВВЕДЕНИЕ

К XXI веку развитие стран и последовательное осуществление взаимовыгодного сотрудничества во внешней политике остаются одними из наиболее важных вопросов. Изменение мировой экономики, социальной и политической ситуации зависит от продуманных внешнеэкономических связей. Исторически Центральная Азия находилась на перекрестке Великого шелкового пути, и с Китаем велись постоянные торговые, бартерные и культурные обмены. К концу 1-го тысячелетия до н.э. - началу 1-го тысячелетия до н.э. культура обширного географического района, простирающегося от Тихого океана до Атлантического океана, объединилась в единую систему высокоразвитых цивилизаций. Границы государств, расположенных в этом регионе - империи Хань в Китае, королевства Кушан, династии Цин, Парфянского государства, Римской империи - были смежными. Эти центры королевств и цивилизаций были впервые соединены в истории человечества путем, известным как Великий шелковый путь. Общая протяженность этой дороги, простирающейся от Китая до северного побережья Средиземного моря, составляет 12 000 км, что позволило установить многогранные отношения между многими народами и странами [1].

2. ФАКТОРЫ ВЫДВИЖЕНИЯ ИНИЦИАТИВЫ «ОДИН ПОЯС – ОДИН ПУТЬ»

Основными факторами продвижения инициативы «Один пояс - один путь» являются восстановление Великого шелкового пути, развитие дипломатических отношений между народами и государствами региона, совместная борьба с терроризмом, сепаратизмом и экстремизмом. Экономический и политический анализ показывает, что сегодня Китай признан одной из стран азиатского региона, которая достигла высокой стадии развития. Для Китая, чей ВВП составляет более 13 триллионов долларов, дальнейшее углубление торгово-экономических связей со странами Центральной Азии имеет особое значение. В частности, похвально сотрудничество Китая с Узбекистаном в различных областях в рамках этого проекта. По данным китайских СМИ, объем двусторонней торговли между Узбекистаном и Китаем высок. Растущее число китайских компаний, работающих в Узбекистане, подтверждает большую заинтересованность китайских бизнесменов в сотрудничестве с Узбекистаном [2]. От секторов экономики до газа и химии, энергетики, транспорта, образования, технологий китайско-узбекские отношения достигают высокого уровня.

Целевой объект китайской инициативы «Один пояс - один путь» является Евразийский континент, который будет способствовать развитию двустороннего партнерства и регионального сотрудничества на новом уровне, выводя сотрудничество и мировую экономику на новый уровень, используя различные существующие механизмы сотрудничества. Самое главное, что в рамках этого проекта были разработаны специальные резолюции о полной защите интересов всех государств. Этот крупный проект направлен на углубление связей между Китаем и евразийскими странами. Узбекистан, а также страны СНГ вместе с Узбекистаном находятся практически в центре евразийского региона, поэтому нельзя не признать особой роли Узбекистана в этой инициативе, при необходимости его экономическое и политическое влияние.

3. РОЛЬ И МЕСТО УЗБЕКИСТАНА В ИНИЦИАТИВЕ «ОДИН ПОЯС – ОДИН ПУТЬ»

Согласно официальному документу «Один пояс - один путь» от 28 марта 2015 года, приоритетом при строительстве «Экономического пространства Шелкового пути» является наземный маршрут из западного Китая в Центральную Азию и из Южной Азии в Европу. Следует отметить, что наряду с Китаем Узбекистан был единственной страной, упомянутой в этой инициативе [3]. Кроме того, международный транзитный коридор Китай-Кыргызстан-Узбекистан, предложенный президентом Китая Си Цзиньпином в мае 2017 года, является проектом Узбекистана в рамках инициативы «Один пояс - один путь». Понятно, что в концепции Китая Узбекистан является ключевой фигурой в этом проекте. Основными факторами Узбекистана в рамках данного проекта являются следующие факторы.

Во-первых, преимущество географии и ресурсов. Благодаря своему географическому положению Узбекистан стал неотъемлемой частью инициативы «Один пояс - один путь».

Во-вторых, Узбекистан рассматривается как «посредник, связывающий Восток и Запад».

В-третьих, Центральная Азия - это страна, которая активно проводит добрососедскую дипломатию среди суверенных государств.

В-четвертых, расположение Узбекистана в центрально-азиатском регионе оказало сильное влияние с древних времен. Кроме того, Узбекистан является страной с самыми богатыми в мире природными ресурсами и энергией [4]. Говоря о стратегии энергетического сотрудничества между Китаем и Узбекистаном, можно сделать вывод, что Узбекистан является одним из крупнейших производителей природного газа, а Китай - крупнейшим потребителем нефти и газа в мире, и две страны очень близки друг к другу. Все это поможет Китаю и Узбекистану стать лучшими энергетическими партнерами. Согласно статистике, в 2018 году спрос на газ в Китае составил 487 миллионов тонн, в том числе закупка импортного газа - 292 миллиона тонн. В 2018 году Узбекистан экспортировал 3,31 миллиона тонн природного газа в Китай, что составило 10,74% от общего объема иностранного импорта, что делает его третьим по величине импортером сырой нефти в Китай. В ходе реализации инициативы «Один пояс - один путь» Узбекистан будет использовать свои собственные интересы для содействия экономическому развитию при одновременном достижении общих интересов. Следует отметить, что Узбекистан обладает достаточными энергетическими ресурсами [5]. В настоящее время Узбекистан прилагает большие усилия для оживления местной экономики. Энергетическая политика была улучшена для привлечения иностранного капитала. Как отмечается в «Энергетической стратегии Узбекистана

до 2030 года», Узбекистан быстро расширяет международные рынки в евразийском регионе и упрощает условия для привлечения иностранных инвестиций в энергетический сектор Узбекистана. Стратегии обеих сторон дополняют друг друга, демонстрируют потенциал сотрудничества и отвечают интересам Республики Узбекистан. Благодаря удобному географическому положению и богатым природным и энергетическим ресурсам Узбекистан играет важную роль в проекте «Одно пояс - один путь», сказал в своем выступлении президент Китая Си Цзиньпин [6].

Узбекистан обладает огромным экономическим потенциалом и является одной из средних экономик в мире. Китаю нужна стабильная и безопасная среда для совместного создания проекта «Один пояс - один путь». Будучи членом Организации Договора Безопасности, Узбекистан давно признан миролюбивой страной, который выдвигает свои предложения по «трем силам» - борьбе с терроризмом, сепаратизмом, экстремизмом, региональной безопасностью и стабильностью. В связи с этим развитие дружественных отношений с Узбекистаном является гарантией геополитической безопасности Китая. В то же время участие Узбекистана в определенной степени гарантирует успешное развитие инициативы «Один пояс - один путь». Узбекистан также является ключевым членом Совета Безопасности ООН, играет неотъемлемую роль в развитии международной ситуации и имеет схожую с Китаем позицию по ряду важных вопросов [7].

В то же время Узбекистан является партнером в рамках общего стратегического сотрудничества и является одним из ключевых факторов, влияющих на дипломатические приоритеты Китая.

В торгово-экономической сфере Узбекистан также играет важную роль и остается ключевым партнером стран Центральной Азии в сфере торговли и инвестиций. Узбекистан играет важную роль в импорте и экспорте товаров из стран Азии. Граждане Узбекистана работают в качестве мигрантов в таких странах, как Китай, Россия и Казахстан, и доход от денежных переводов из этих трех стран имеет решающее значение для стабильности общества и экономики. Население Узбекистана и Центральной Азии говорит на родственных языках тюркской группы и русском языках, что предопределяет тесные культурные и экономические связи, и эти факторы являются источниками влияния на политическую ситуацию и общественное мнение [8].

Важная роль Узбекистана в проекте «Одно пояс - один путь» отражена в стратегических планах двух стран и отвечает взаимным стратегическим интересам. Узбекистан является очень близким соседом Китая, партнером по стратегическому сотрудничеству, и страна занимает приоритетное место в дипломатических отношениях с Китаем. Если говорить о Китае, то хорошие отношения с Узбекистаном открывают новые возможности для налаживания связей. В свою очередь, Республика Узбекистан продлевает большую работу в отношениях с Китаем. Дипломатические отношения с Востоком являются хорошей возможностью для Республики Узбекистан установить контакты с Южной Азией и Западом. Особенно после украинского кризиса 2013 года укрепление отношений с Востоком еще более ускорило, в частности, оно скорректировало свою внешнюю политику путем укрепления делового и экономического сотрудничества с Китаем. Объединения экономических интересов Узбекистана и Китая будет достаточно для поддержания глобального стратегического баланса. Это определяет стабильность и преемственность китайско-узбекского стратегического партнерства.

Узбекистан является необходимым центром для строительства инициативы «Одно пояс - один путь» и играет важную роль в процессе соединения Китая, Центральной Азии и Европы. Поэтому создание экономического пространства Великого шелкового пути, конечно, будет невозможно без поддержки Узбекистана. Китай и Республика Узбекистан являются традиционными партнерами в строительстве этого пространства. Для Китая, ближайшего соседа и важного партнера по сотрудничеству, Китай, несомненно, будет играть важную роль в реализации инициативы «Одно пояс - один путь». С одной стороны, без поддержки Узбекистана проект «Одно место - один путь» будет не только невозможен для достижения ожидаемых результатов, но и для полной реализации его потенциала. С другой стороны, если Узбекистан вместе с Китаем не будет участвовать в строительстве «Одно пояс - один путь», это в некоторой степени уменьшит его влияние на развитие ситуации в Центральной Азии.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Роль Узбекистана в китайской инициативе «Один пояс - один путь» определяется его благоприятным географическим положением и богатыми природными и энергетическими ресурсами. Наряду с этим, Республика Узбекистан играет ключевую роль в азиатской геополитике и является неотъемлемым гарантом региональной безопасности, закреплённой в пяти приоритетах Стратегии действий Узбекистана, а именно, что Узбекистан должен продолжать работу, «направленную на обеспечение продуманной, взаимовыгодной и практической внешней политики».

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Муртазаева Р.Х. История Узбекистана. Ташкент: 2005, - Б. 86. [In Russian: Murtazaeva, R.Kh. *History of Uzbekistan*. Tashkent, 2005, p. 86].
2. Хитой матбуоти Ўзбекистон Президентининг таширфини кенг ёритмоқда. Ўзбекистон Миллий ахборот агентлиги, 13.05.2017. [In Uzbek: *Chinese press broadly covers the visit of the President of Uzbekistan*. Uzbekistan National News Agency, 13/05/2017.] Available at: <http://uza.uz/uz/politics/khitoy-matbuoti-zbekiston-prezidentining-tashrifini-keng-yer-13-05-2017>.
3. Алиев Т.М. и др. Экономический пояс Евразийской интеграции: доклад о путях реализации проекта сопряжения интеграции Евразийского экономического союза и Экономического пояса «Шелкового пути»//

- под ред. Кадочникова П. А., Саламатова В. Ю. - М.: ИТИ, 2016. -200 с. [In Russian: Aliev, T.M. *Economic Belt of Eurasian Integration: Report on the Ways of Implementation of the Project for Coupling the Integration of the Eurasian Economic Union and the Silk Road Economic Belt*. Editors: Kadochnikov, P.A., Salamatova, V.Yu. Moscow, ITI Publ., 2016, 200 p.].
4. Хансен В. Великий Шелковый путь. Портовые маршруты через Среднюю Азию. Китай-Согдиана-Персия - Левант" // Центрполиграф. - М. 2014. - 477 с. [In Russian: Khansen V. *The Great Silk Road. Port routes through Central Asia. China-Sogdiana-Persia-Levan*. Moscow, Tsentrpoligraf, 2014, 477 p.].
 5. Выступление Си Цзиньпина в МГИМО, 22 марта 2013 г. [In Russian: *Xi Jinping's speech at MGIMO*, dated March 22, 2013]. Available at: [https:// www.youtube.com/watch?v=3jw1US3TksY&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=3jw1US3TksY&feature=youtu.be)
 6. Интервью Министра иностранных дел России С.В.Лаврова газете «China Daily», опубликованное 15 апреля 2014 года // МИД РФ. [In Russian: *Russian Foreign Minister Sergey Lavrov's interview with the China Daily newspaper, published on April 15, 2014*. The Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation]. Available at: https://www.mid.ru/web/guest/maps/cn/-/asset_publisher/WhKWb5DVBqKA/content/id/65422.
 7. Меморандум о совместном строительстве и развитии парков высоких технологий "Шелковый путь". 13.10.2014. [In Russian: *Memorandum on the Joint Construction and Development of High Technology Parks "Silk Road"*]. Available at: [http:// www.fdi.gov.cn/1800000628_18_1803_0_7.html](http://www.fdi.gov.cn/1800000628_18_1803_0_7.html)
 8. Лукин А.В., Лузянин С.Г. и др. Китайский глобальный проект для Евразии: постановка задачи. - М.: Научный эксперт. 2016. - 130 с. [In Russian: Lukin, A.V., Luzyanin, S.G. and others. *China's Global Project for Eurasia: Setting the Challenge*. Moscow, Nauchniy Eksperst Publ., 2016, 130 p.].

УДК 338.47

WAYS TO INCREASE THE TRANSIT POTENTIAL OF CENTRAL ASIA: ENHANCING INTERREGIONAL COOPERATION**Umiddulla IBRAGIMOV**, PhD in Technical Sciences, Senior Researcher

Chairman of the NGO "Research Informatization Center"

4, Amir Temur, Tashkent, 100006, Uzbekistan

Tel.: +998 (71) 238-82-75

E-mail: almaz-umid@mail.ru**Dildora IBRAGIMOVA**

Project manager for infrastructure development

Institute of Forecasting and Macroeconomic Research

30, Navoi str., Tashkent, 100011, Uzbekistan

Tel.: +998 (98) 127-72-81

E-mail: ibrdilya@mail.ru

Abstract: The article reveals the potential opportunities for the implementation of the trans-Afghan project "Mazar-i-Sharif - Kabul - Peshawar" and reflects the chronological series of events in the negotiations to discuss this project. Additional opportunities for increasing the transit potential for the countries of Central Asia are revealed: Uzbekistan, Kyrgyzstan, Tajikistan, Turkmenistan, Kazakhstan, which are connected by a single railway network, as well as the countries of the Caucasus, Russia, Belarus, China, the European Union, India and Pakistan. Specific proposals have been formulated with the advantages of operating the transport and energy projects of Afghanistan.

Keywords: Central and Southeast Asia, transit corridors, CASA – 1000, TAPI, International Transport and Logistics Association, "Kabul Corridor".

**МАРКАЗИЙ ОСИЁНИНГ ТРАНЗИТ САЛОҲИЯТИНИ ОШИРИШ ЙЎЛЛАРИ:
МИНТАҚАЛАРАРО ҲАМКОРЛИКНИ ЧУҚУРЛАШТИРИШ****Умидулла ИБРАГИМОВ**, т.ф.н., катта илмий ҳодим

ННТ «Илмий-тадқиқот ахборотлаштириш маркази» директори

100006, Ўзбекистон, Тошкент, Амир Темур шоҳ кўч., 4

Тел.: +998 (71) 238-82-75

E-mail: almaz-umid@mail.ru**Дилдора ИБРАГИМОВА**

Инфратузилмани ривожлантириш масалалари бўйича лойихараҳбари,

Прогнозлаштириш ва макроиқтисодий тадқиқотлар институти

100011, Ўзбекистон, Тошкент, Навои кўч., 30

Тел.: +998 (98) 127-72-81

E-mail: ibrdilya@mail.ru

Аннотация: Мақолада "Мозори-Шариф - Кобул - Пешавор" транс-афғон лойиҳасини амалга ошириш ҳар томонлама таҳлил қилиниб ягона темир йўл тармоғи билан боғланган Марказий Осиё мамлакатлари шунингдек, Европа Иттифоқи, Кавказ, Россия, Беларус, Хитой, Ҳиндистон ва Покистон. Афғонистоннинг учун транзит потенциални оширишнинг истикболли имкониятлари аниқланган, ҳамда шу давлатларнинг транспорт ва энергетика лойиҳаларини амалга ошириш учун аниқ таклифлар берилган.

Калит сўзлар: Марказий ва Жанубий-Шарқий Осиё, транзит йўлаклари, CASA – 1000, ТАПИ, Халқаро транспорт ва логистика ассоциацияси, "Қобул йўлаги".

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ТРАНЗИТНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ:
УГЛУБЛЕНИЕ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА****Умидулла ИБРАГИМОВ**, к.т.н., с.н.с.

Директор ННО «Научно-исследовательский информатизационный центр»

100006, Узбекистан, г. Ташкент, проспект Амира Темура, 4

Тел.: +998 (71) 238-82-75

E-mail: almaz-umid@mail.ru

Дилдора ИБРАГИМОВА

Руководитель проекта по вопросам развития инфраструктуры,
Институт прогнозирования и макроэкономических исследований
100011, Узбекистан, Ташкент, ул. Навои, 30
Tel.: +998 (98) 127-72-81
E-mail: ibrdilya@mail.ru

Аннотация: В статье проанализированы и раскрыты потенциальные преимущества реализации Трансафганского проекта «Мазари-Шариф – Кабул – Пешавар», для повышения транзитного потенциала стран Центральной Азии, объединенные единой сетью железных дорог, а также стран Евросоюза, Кавказа, России, Беларуси, Китая, Индии и Пакистана. Сформулированы конкретные предложения с преимуществами эксплуатации транспортных и энергетических проектов Афганистана и даны конкретные предложения о преимуществах осуществления их транспортно-энергетических проектов.

Ключевые слова: Центральная и Юго-Восточная Азия, транзитные коридоры, CASA – 1000, ТАПИ, Международная транспортно-логистическая ассоциация, «Кабульский коридор».

1. ВВЕДЕНИЕ

Как известно, торговля является одним из наиболее верных показателей культурного уровня народа и развития экономических связей. Говоря о евразийском континенте, ярким примером является Великий Шёлковый путь. Расширение маршрутов и развитие трансконтинентальной трассы, соединявшей Средиземноморье, Кавказ, Центральную Азию, Индию и Китай сыграло важную роль в многоплановом развитии этих стран.

Великий Шёлковый путь соединил четыре могущественных региона – Китай, Аравийский полуостров, Европу и полуостров Индостан, через Центральную Азию. Шли годы, века, тысячелетия и территория Великого Шёлкового пути стала перекрёстком цивилизаций, где сходились и распространялись по всему миру не только искусство и культура народов, но и мировые религии: Буддизм, Христианство и Ислам. Но самое главное, Центрально-Азиатский регион стал центром мировых рынков, местом притяжения интенсивного торгово-информационного обмена. Именно поэтому территория этой древней магистрали всегда была центром интересов великих держав, ведомых желанием господствовать над нею.

2. ПРИЧИНЫ СНИЖЕНИЯ РОЛИ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ И АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ ТРАНЗИТНЫХ ПЕРЕВОЗОК ЧЕРЕЗ СТРАНЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В ЮГО-ВОСТОЧНУЮ АЗИЮ

На протяжении всей истории существования Великого Шёлкового пути за право владения этой «золотой жилой» велась борьба. В разное время шло оспаривание территорий. Масштабными походами и войнами сюда шли великие империи Александра Македонского, арабских завоевателей, Чингизхана, хана Баязида, Амира Темура и др.

После великих географических открытий морского передвижения, относящихся к XV веку, межконтинентальные сухопутные торговые пути пришли в упадок. Так как по воде вместо гужевого вида перевозок, транспортировка относительно дешевле, осуществляется она быстрее и имеет возможность перевозки значительно больших объёмов груза, где роль тяги выполняет ветер. Это стало периодом ухудшения функционирования Великого Шёлкового пути. В это время в Европе начали формироваться сильные, региональные державы и как мы знаем из истории, мировые торговые рынки впоследствии переориентировались в Европу преимущественно на морские порты.

Перевозки грузов и транспортные коммуникации играют важную роль в развитии экономики Евразии. Грамотно выстроенная стратегия формирования и развития международных транспортных коридоров обеспечивают экономическое развитие не только отдельных регионов, но и других стран, связанных между собой трансрегиональными коммуникациями. Статистика показывает, что сегодня можно наблюдать многоплановое развитие отношений между рядом стран, в частности увеличение перевозок грузов [1].

Существующий наземный транспортные маршруты в Европу с участием инфраструктур Казахстана и России соединяют северо-восток Китая, что не может удовлетворить запад и, особенно, юго-запад Китая, поскольку не имеется связь с Индией и Пакистаном, не позволяющая воспользоваться их внутренними сетями и морскими узлами, что естественно сдерживает интенсивность развития торгово-экономических отношений между этими странами и Китаем. Вместе с тем, отметим, что на протяжении долгого времени страны Юго-Восточной Азии заинтересованы в выходе на Европу, а страны Евросоюза в Юго-Восточную Азию по кратчайшим сухопутным маршрутам [2].

Взаимный торговый оборот двух наиболее экономически продвинутых стран Юго-Восточной Азии – Индии и Пакистана со странами ЕС показывает стабильный рост, что приводит к появлению спроса на альтернативные виды транспорта: авиа-, авто- и железнодорожный. Вступление этих стран в 2017 году в полноправные члены ШОС способствует поиску путей продвижения решений на развитие международного товарооборота [3].

В своём послании Олий Мажлису Президент Республики Узбекистан Шавкат Мирзиёев отметил: «В-четвертых, производство конкурентоспособной продукции, поиск новых международных рынков и увеличение

экспорта, полноценное использование транзитного потенциала являются залогом устойчивого экономического роста. ...По мнению международных экспертов, за счет улучшения инфраструктуры, обеспечения прозрачности тарифов и открытия новых маршрутов транзитный потенциал нашей страны можно довести с нынешних 7 миллионов тонн до 16 миллионов» [4].

Таким образом, можно отметить, что в ближайшем будущем, необходимость решения вопроса поиска других альтернативных сухопутных маршрутов, по которым можно доставлять грузы в Европу и в обратном направлении станет весьма актуальным.

3. РАЗВИТИЕ ТРАНЗИТНЫХ КОРИДОРОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ЮГО-ВОСТОЧНОЙ АЗИИ

Проект строительства железнодорожной линии «Мазари-Шариф – Кабул – Пешавар» является логическим продолжением построенной железной дороги «Хайратон – Мазари-Шариф», которая позволит сформировать новый и кратчайший транзитный коридор, с выходом на пакистанские и индийские железные дороги, а также к портам Аравийского моря (Гвадар, Карачи, Мумбаи и др.). Создавая единую железнодорожную инфраструктуру стран СНГ со странами Южной Азии (Афганистан, Пакистан, Индия, Бангладеш), реализация проекта позволяет без дополнительных расходов обеспечить скорейшую транспортировку грузов по коридору «Север-Юг», соединяя крупнейшие рынки Южной Азии с рынками стран СНГ и Европы [5].

Реализация проекта создает уникальные возможности и для Афганистана, формируя огромные транзитные потоки (до 20 млн тонн в год) [6].

Кроме того, в экономический оборот вовлекаются десятки месторождений полезных ископаемых, расположенных в центральной части Афганистана, создаются новые рабочие места. Далее перевозки будут осуществляться по существующим магистралям Пакистана, Индии до Бангладеш, что существенно повышает эффективность проекта.

В целом реализация проекта трансафганской железной дороги позволит сократить сроки и стоимость транспортировки грузов по коридору «Север-Юг» на 30-40%. Так, сроки доставки грузов от границы России (ст. Озинки) до Дели составят 16-18 дней (147,2 долл. США/тн), а от Термеза до Дели – 8-10 дней (72,4 долл. США/тн). В соответствии с расчётами, уже в первые годы эксплуатации объемы перевозок могут вырасти до 30 млн тонн [6].

Значение и эффективность данного проекта может существенно повыситься в случае его реализации синхронно с проектом строительства железнодорожной линии «Узбекистан – Кыргызстан – Китай», который самым коротким образом соединяет Китай с Пакистаном и Индией, что позволит в разы увеличить объемы перевозок за счет грузов из Китая в страны Центральной и Южной Азии и обратно. Строительство этой железной дороги даст дополнительные возможности и для Кыргызстана, Таджикистана, Туркменистана, а также стран Кавказа, которые соединены единой железнодорожной сетью.

20 сентября 2018 г. на международном форуме «Центральная Азия в системе международных транспортных коридоров: стратегические перспективы и нереализованные возможности», в секционном заседании «Современное состояние и перспективы развития транспортно-транзитного потенциала стран Центральной Азии», в докладе на тему «Формирование единого, разветвленного и внешне-интегрированного транспортного пространства в Центральной Азии» впервые были представлены научно обоснованные результаты исследований и преимуществ формирования «Кабульского коридора» [7]. По итогам заседания участники пришли к общему мнению в части необходимости продолжения сотрудничества в области совершенствования инициированных новых инновационных проектов.

Логическим продолжением развития формирования интегрированных транзитных коридоров в Центральной Азии по инициативе ОАО «Российские железные дороги» и АО «Узбекистон темир йуллари» в Ташкенте 3-4 декабря 2018 года прошла многосторонняя встреча руководителей железнодорожных администраций России, Казахстана, Узбекистана, Афганистана, Пакистана. На заседании был представлен основанный на научных исследованиях доклад на тему: «Транспортный коридор Россия – Казахстан – Узбекистан – Афганистан – Пакистан» [8]. По результатам встречи был подписан Протокол о создании совместной рабочей группы и финансового консорциума между железнодорожными администрациями Узбекистана, России, Казахстана, Афганистана и Пакистана. Председательство было делегировано узбекской стороне.

В марте 2019 года в Ташкенте прошла первая встреча многосторонней Рабочей группы по строительству транзитных железнодорожных линий через Афганистан. Данная встреча стала продолжением работы по практической реализации создания транспортных коридоров через афганскую территорию [9].

В сентябре 2019 года в Ташкенте состоялась вторая встреча многосторонней Рабочей группы по строительству транзитных железнодорожных линий через Афганистан [10].

Кроме этого в Ташкенте 19-20 декабря 2019 года состоялась встреча руководителей железных дорог пяти стран – Азербайджан, Грузия, Кыргызстан, Туркменистан и Узбекистан, с участием Министерства транспорта Республики Узбекистан. В рамках встречи участники договорились развивать международный мультимодальный маршрут «Страны АТР – Китай – Кыргызстан – Узбекистан – Туркменистан – Азербайджан – Грузия – Европа» и обратно, с выработкой единых подходов по ускоренному пропуску контейнерных поездов и применении унифицированных, конкурентоспособных тарифов (включая на морские фидерные перевозки), что позволит существенно увеличить объем торговли не только между странами Центральной Азии и Закавказья, но и с другими государствами Европейского и Азиатского континента [11]. Председательство было делегировано узбекской стороне.

В результате договорённостей по участкам мультимодального маршрута с начала текущего года перевезено более тысячи контейнеров [12, 13, 14, 15, 16].

4. ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ

В качестве практических рекомендаций по сотрудничеству Узбекистана и Афганистана в транспортной сфере авторами [17] предлагается ускорить механизм реализации проекта Узбекистан – Афганистан – Пакистан, так называемого «Кабульского коридора» в целях увеличения транзитного потенциала республики до строительства железнодорожной линии Мазари-Шариф – Кабул – Торкхем (Пакистан). А именно, необходимо ускорить использование существующих международных автотрасс и организацию интермодальных перевозок грузов по ним из/в Пешавара (Пакистан) до Галабы (Узбекистан) под операторством АО «Узбекистон темир йуллари», с взиманием тарифа, как за железнодорожные перевозки. Компенсирование разницы между автомобильным и железнодорожным тарифами для перевозчиков по автотрассе в Афганистане можно было бы организовать за счёт прибыли от пропуска транзитных грузов по маршруту Галаба – Каракалпакстан. Это позволит переориентировать грузовладельцев к перевозкам грузов по сухопутным маршрутам через Узбекистан.

А также, в целях развития транспортно-логистических систем двух стран, до строительства железнодорожных линий Узбекистан – Афганистан – Пакистан целесообразно создать логистические центры на станции Галаба (Узбекистан) и на станции Пешавар (Пакистан) для организации интермодальных перевозок (железнодорожным и автомобильным транспортом), что также позволит привлечь интерес к перевозкам грузов по этому направлению как грузовладельцев, так и транспортных компаний Афганистана.

В настоящее время по направлению пролегания новой железнодорожной линии Узбекистан-Афганистан-Пакистан реализуются проекты по прокладке высоковольтных линий электропередач «Сурхан (Узбекистан) – Пули-Хумри (Афганистан)» и CASA – 1000 [18]. CASA – 1000 является проектом сотрудничества в сфере электроэнергетики между Кыргызстаном, Таджикистаном, Афганистаном и Пакистаном [19] (рис.1). Линия электропередач проходит вдоль рассматриваемого проекта железной дороги. Таким образом, строительство железной дороги может быть с электрификацией.

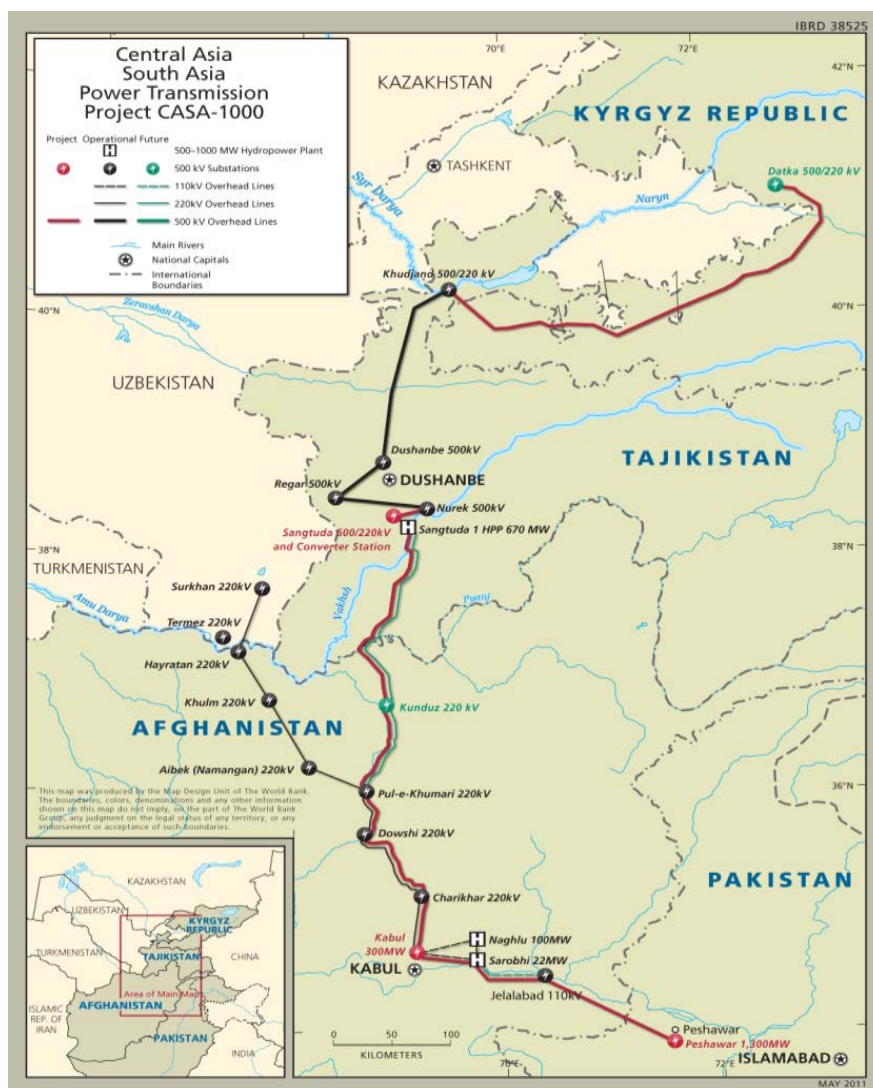


Рис.1. Проект ЛЭП «CASA1000» и «Сурхан (Узбекистан)-Пули-Хумри (Афганистан)»

26 февраля текущего года при поддержке Всемирного Банка в Ташкенте состоялось Первое заседание Транспортной платформы Центральная Азия – Южная Азия, где приняли участие делегации Афганистана, Таджикистана, Пакистана, Узбекистана, а также представители Министерства инвестиций и внешней торговли РУ, Министерства транспорта РУ, Всемирного Банка, Азиатского банка развития и др. [20].

На встрече предоставлена презентация маршрутов с прогнозными объемами перевозок:

- 1) Термез/Шерхан-Бандар – Мазари-Шариф – Герат – Барамча – Гвадар (протяженность – 2 750 км, объемы перевозок 10,4 млн тонн);
- 2) Термез/Шерхан-Бандар – Мазари-Шариф – Джелалабад – Гвадар (протяженность – 3 450 км, объемы перевозок 9,0 млн тонн);
- 3) Термез/Шерхан-Бандар – Мазари-Шариф – Джелалабад – Карачи (протяженность – 3 500 км, объемы перевозок 8,2 млн тонн);
- 4) Термез/Шерхан-Бандар – Мазари-Шариф – Джелалабад – Дели (протяженность – 2 800 км, объемы перевозок 11,8 млн тонн).

При этом, Всемирный Банк отметил, что Маршрут «Термез/Шерхан-Бандар – Мазари-Шариф – Джелалабад – Дели» является наиболее экономически и финансово целесообразным вариантом, в то время как Маршрут «Термез/Шерхан-Бандар – Мазари-Шариф – Герат – Барамча – Гвадар» осуществимый в краткие сроки проект с наивысшим уровнем стратегической совместимости.

Пакистан представил на заседании схему своих железных дорог с пояснениями основных железнодорожных магистралей. Были выявлены перспективные для Пакистана маршруты:

1. Ташкент – Термез – Кабул – Пешавар;
2. Кандагар – Кветта – Гвадар;
3. Пешавар – Исламабад – Карачи/Гвадар;
4. Пешавар – Кабул – Термез – Ташкент – Кашгар – Хотан – Гуаньджоу;
5. Пешавар – Кабул – Термез – Ташкент – Алматы – Урумчи – Ланчжоу – Сиань.

То есть, маршрут «Пешавар – Кабул – Мазари-Шариф» является перекрестком перспективных маршрутов Пакистана, соединяющих Индийский Океан со странами Центральной Азии, Китаем, Россией, Кавказом и Европейским Союзом.

27 мая текущего года в формате видеоконференцсвязи состоялось первое трехстороннее заседание «Узбекистан – США – Афганистан». Участники встречи отметили важность скорейшей реализации инфраструктурных проектов, как строительство линии электропередач «Сурхан – Пули-Хумри», железнодорожных маршрутов «Мазари-Шариф – Герат», «Мазари-Шариф – Кабул» с дальнейшим выходом на пакистанские морские порты [21].

На сегодняшний день на территории Афганистана по инициативе Туркменистана идет строительство проекта транснационального газопровода Туркменистан – Афганистан – Пакистан – Индия (ТАПИ).

19 ноября 2013 года в Ашхабаде в рамках Международного нефтегазового форума состоялось подписание Сервисного соглашения с транзакционным советником между «Туркменгаз», Афганской газовой корпорацией, Корпорацией «Inter State Gas Systems (Private) Limited» (Пакистан), компанией GAIL и Азиатским банком развития по газопроводу ТАПИ [22].

13 декабря 2015 года в туркменском городе Мары прошла церемония закладки первого камня строительства газопровода, который пройдет по маршруту Туркменистан – Афганистан – Пакистан – Индия (ТАПИ) [23]. 23 февраля 2018 года состоялась закладка афганского участка газопровода [24].

Общая протяженность газопровода составит 1 735 километров. По территории Туркменистана – 200 км, по территории Афганистана – 735 км, по территории Пакистана – 800 км. Планируется, что газопровод пройдет через афганские города Герат и Кандагар и достигнет окончательной своей точки – населённого пункта Фазилка, на границе Пакистана с Индией. Предполагается поставлять 90 млн кубометров газа в сутки, из которых 38 млн пойдет в Индию. Соответствующее соглашение на 30 лет заключили компания «Туркменгаз» с индийской GAIL и пакистанской Inter State Gas Systems. Однако реализация данного проекта осуществляется медленно в связи с недостаточностью финансирования, нестабильной ситуацией на туркмено-афганской границе и др.

Одним из вариантов ускорения реализации проекта газопровода ТАПИ является маршрут Галкыныш (Туркменистан) – Мазари-Шариф – Кабул – Джелалабад – Пешавар – Пакистан – Индия вместо направления через Герат (рис.2).

В этом случае будут проходить вдоль одного маршрута несколько коммуникаций (рис.3):

- существующая международная автомобильная трасса Мазари-Шариф – Кабул – Пешавар;
- линии электропередач Сурхан – Пули Хумри – Кабул – Пешавар;
- предлагаемая электрифицированная железная дорога Мазари-Шариф – Кабул – Пешавар;
- предлагаемый газопровод ТАПИ: Галкыныш (Туркменистан) – Мазари-Шариф – Кабул – Пешавар.

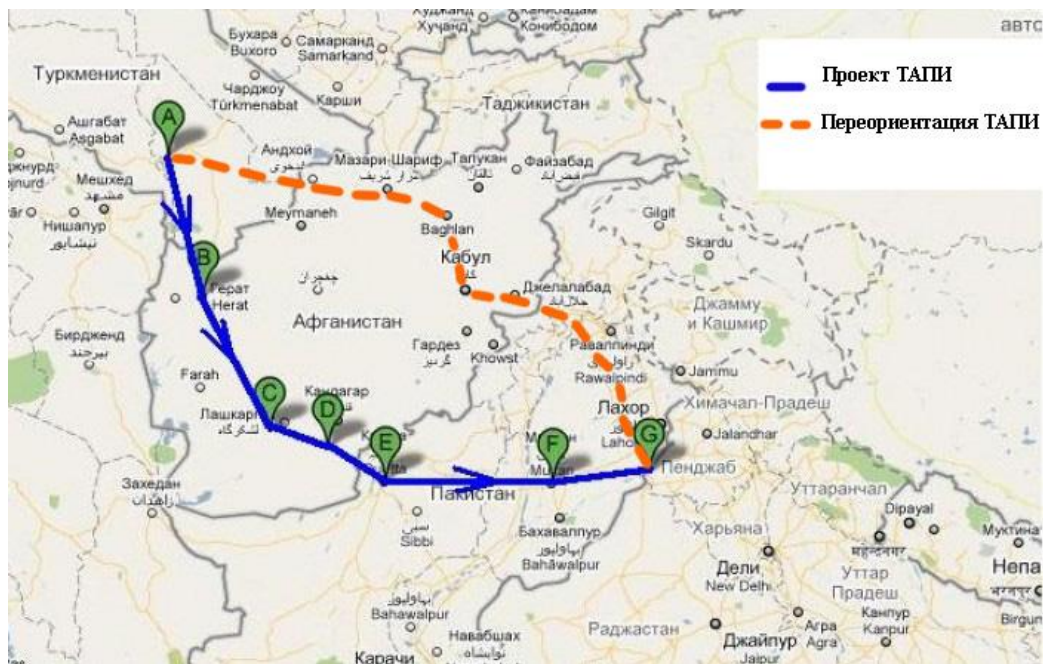


Рис. 2. Предлагаемый проект ТАПИ через Галкыныш – Мазари-Шариф – Кабул – Джелалабад – Пешавар



Рис. 3. Существующие и предлагаемые транспортно-коммуникационные проекты Афганистана

Несмотря на параллельное размещение рассматриваемых вариантов коммуникации один из них имеет то преимущество, что прохождение коммуникаций через столицу Афганистана – Кабул, внесет значительный вклад на развитие инфраструктуры густо населенного района.

Кроме того, при реализации данных проектов, имеется ряд таких преимуществ как:

1. Упрощается обеспечение охраны всех коммуникаций, что приводит к выгодным условиям и сокращению финансовых затрат;

2. Сокращается расстояние, т.к. маршрут газопровода Мазари-Шариф – Кабул – Джелалабад – Пешавар – Пакистан – Индия составляет примерно 1 528 км, в то время как маршрут через афганские города Герат и Кандагар, далее до границы Пакистана с Индией составляет 1 725 км, следовательно, вышеуказанные факторы приведут к наименьшим эксплуатационным расходам, которые повлияют на снижение тарифа и срок окупаемости предлагаемого маршрута газопровода.
3. Существенному повышению уровню международного сотрудничества стран СНГ и ШОС с Евросоюзом в транспортно-логистической области послужат строительство железнодорожных линий:
 - а) «Мазари-Шариф – Кабул – Пешавар», позволяющий сформировать два транспортных коридора «Индия - Пакистан – Афганистан – Узбекистан – Казахстан – Россия – Беларусь - Евросоюз» и «Индия – Пакистан – Афганистан – Узбекистан – Казахстан – Азербайджан – Грузия – Турция – ЕС».
 - б) «Кашгар – Торугарт – Арпа – Кош-Добо – Макмал – Джалал-Абад» [25], позволяющий сформировать транзитный коридор «Китай – Кыргызстан – Узбекистан – Афганистан – Пакистан – Индия», «Китай – Кыргызстан – Узбекистан – Туркменистан – Азербайджан – Грузия – Турция – ЕС», «Китай – Кыргызстан – Узбекистан – Туркменистан – Иран – Турция – ЕС».
4. Реализация проектов строительства вышеуказанных железнодорожных линий послужит повышению уровню международного сотрудничества стран СНГ и ШОС в транспортно-логистической области и экономическому развитию этих стран.

5. ВЫВОДЫ

Исходя из вышеизложенного, можно определить следующий механизм реализации коммуникационного решения международной транспортной связи:

1. Создание логистических центров на станциях Мазари-Шариф или Галаба (Узбекистан) и на станции Пешавар (Пакистан) для организации интермодальных перевозок (железнодорожным и автомобильным транспортом);
2. Создание логистических центров на станции Кашгар (Китай) и на станциях Ош (Кыргызстан) или Андижан-Ахтачи (Узбекистан) для организации интермодальных перевозок (железнодорожным и автомобильным транспортом);
3. Формирование зоны мировой торговли на перекрестке транзитных коридоров Узбекистана;
4. Создание Международной транспортно-логистической ассоциации [26], учитывая делегирование председательства ряда проектов Узбекистану, при уже существующей авторитетной организации ШОС, в которую могут войти все страны – участницы перевозок между Европой – Азией, Европой – Юго-Восточной Азией и Азией – ЦА – Юго-Восточной Азией, такие как: Китай, Кыргызстан, Узбекистан, Казахстан, Таджикистан, Индия, Пакистан – члены ШОС и Туркменистан, Афганистан, Иран, Беларусь – наблюдатели. Ассоциация выступала бы в качестве регионального органа-регулятора нормативно-правовой базы, а также технических норм и стандартов активно содействуя реализации мер и применению разнообразных инструментов и решений в организации импортных, экспортных и транзитных перевозок стран-участниц;
5. Формирование Международного интерактивного портала транспортно-логистических услуг, доступный через интернет на базе Международной транспортно-логистической ассоциации;
6. Разработка и внедрение интеллектуальной системы, на основе спутниковых технологий, в сфере управления железнодорожными перевозками, позволяющей удаленноосуществлять мониторинг движения всех поездов стран-участниц Международной транспортно-логистической ассоциации ШОС.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Eurostat, the statistical office of the European Union. Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat>.
2. M. Rasulov, U. Ibragimov, A. Rizaev, Kh. Turdiev, The combined transportation as a background for establishment of a new railway corridor China – Kyrgyzstan – Uzbekistan // *The 8th International Symposium for Transportation Universities in Europe and Asia* // Nanjing Institute of Railway Technology, China-2015. - P.127-133.
3. О Шанхайской организации сотрудничества [In Russian: About the Shanghai Cooperation Organization]. Available at: http://rus.sectesco.org/about_sco/20151208/16789.html.
4. Послание Президента Республики Узбекистан Шавката Мирзиёева Олий Мажлису от 21 января 2020 г. [In Russian: Address by the President of the Republic of Uzbekistan Shavkat Mirziyoyev to Oliy Majlis, January 21, 2020]. Available at: <https://president.uz/ru/lists/view/3324>.
5. M. Rasulov, U. Ibragimov, M. Mirakhmedov, A. Rizaev, Central Asian transport corridors and prospects of Uzbekistan's further integration to the global transport network // *The 7th International Symposium for Transportation Universities in Europe and Asia* // Dalian Jiaotong University, China-2014.- P.25-30.
6. Отчет государственного гранта ЕАЗ-ФК-0-14573-ЕАЗ-009 «Исследование путей пропуска транзитных поездов через территорию Узбекистана, обеспечивающее рост использования транзитного потенциала железной дороги республики», ТашИИТ 2014-2015 гг. [In Russian: Report of the State Grant EAZ-FK-0-14573-EAZ-009 “Study of the ways of passage of transit trains through the territory of Uzbekistan, ensuring the growth of the use of the transit potential of the republic's railways”].
7. Ибрагимов У.Н. Формирование единого, разветвлённого и внешне интегрированного транспортного пространства в Центральной Азии. Доклад на международном форуме «Центральная Азия в системе

- международных транспортных коридоров: стратегические перспективы и нереализованные возможности», 20 сентября 2018 г., г. Ташкент. [In Russian: Ibragimov, U.N. Formation of a single, branched and outwardly integrated transport space in Central Asia. In: *Central Asia in the System of International Transport Corridors: Strategic Prospects and Unrealized Opportunities, the International Forum*.]. Available at: http://www.railway.uz/ru/informatsionnaya_sluzhba/novosti/11941/.
8. Ибрагимов У.Н. Доклад на многосторонней встрече руководителей железнодорожных администраций России, Казахстана, Узбекистана, Афганистана, Пакистана. [In Russian: Report at the Multilateral Meeting of the Heads of Railway Administrations of Russia, Kazakhstan, Uzbekistan, Afghanistan, Pakistan]. Available at: <http://railway.uz/upload/iblock/af0/af0e8f76609f61c8b4aca94e47a52bce.pdf>.
 9. Результат многосторонних переговоров: "Кабульский коридор". Информационная служба АО «Узбекистон темир йуллари», 11.04.2019 г. [In Russian: Result of multilateral negotiations: "Kabul Corridor"]. Available at: http://www.railway.uz/ru/informatsionnaya_sluzhba/novosti/14457/.
 10. Практическое многостороннее обсуждение развития новых транзитных коридоров. Информационная служба АО «Узбекистон темир йуллари», 25.09.2019 г. [In Russian: Practical Multilateral Discussion of the Development of New Transit Corridors]. Available at: http://www.railway.uz/ru/informatsionnaya_sluzhba/novosti/16218/.
 11. Достигнута договорённость о развитии мультимодального маршрута. Информационная служба АО «Узбекистон темир йуллари», 22.12.2019 г. [In Russian: An agreement was reached on the development of a multimodal route]. Available at: http://www.railway.uz/ru/informatsionnaya_sluzhba/novosti/17207/.
 12. Мультимодальный маршрут: Первый поезд с грузом прибыл в Грузию через Узбекистан. Информационная служба АО «Узбекистон темир йуллари», 27.01.2020 г. [In Russian: Multimodal route: The First Train with Cargo Arrived in Georgia via Uzbekistan]. Available at: http://railway.uz/ru/informatsionnaya_sluzhba/novosti/17564/.
 13. Контейнерный поезд с экспортной продукцией Узбекистана отправился в Турцию. Информационная служба АО «Узбекистон темир йуллари», 30.03.2020 г. [In Russian: A container train with Uzbekistan's export products left for Turkey]. Available at: http://www.railway.uz/ru/informatsionnaya_sluzhba/novosti/18315/.
 14. Международные договорённости в действии, перспективы сотрудничества. Информационная служба АО «Узбекистон темир йуллари», 6.04.2020 г. [In Russian: International Agreements in Action, Prospects for Cooperation]. Available at: http://www.railway.uz/ru/informatsionnaya_sluzhba/novosti/18331/.
 15. Нарастивание сотрудничества в контейнеризации грузовых перевозок. Информационная служба АО «Узбекистон темир йуллари», 19.05.2020 г. [In Russian: Increasing Cooperation in the Containerization of Freight Traffic]. Available at: http://www.railway.uz/ru/informatsionnaya_sluzhba/novosti/18796/.
 16. Первый контейнерный поезд отправился по мультимодальному коридору «Китай – Кыргызстан – Узбекистан». Информационная служба АО «Узбекистон темир йуллари», 5.06.2020 г. [In Russian: The First Container Train Departed Along the China-Kyrgyzstan-Uzbekistan multimodal corridor]. Available at: http://www.railway.uz/ru/informatsionnaya_sluzhba/novosti/19034/.
 17. Ибрагимов У.Н., Ибрагимова Д.Т. Системный анализ развития транзитных коридоров как фактор повышения экспорта транспортных услуг. // Сборник научных трудов IV Международной научно-практической конференции «Транспорт и логистика: пространственно-технологическая синергия развития». – Ростов-на-Дону, 2020. – с. 94-98. [In Russian: Ibragimov, U.N., Ibragimova D.T. System Analysis of the Development of Transit Corridors as a Factor in Increasing the Export of Transport Services. In: *Proceedings of the 4th International Conference "Transport and Logistics: Spatial and Technological Development Synergy"*.].
 18. Узбекистан строит линию, которая может стать составной частью ЛЭП CASA-1000. Информационная служба Электроэнергетического Совета СНГ. [In Russian: Uzbekistan is building a line that can become an integral part of the CASA-1000 power transmission line]. Available at: http://energo-cis.ru/news/uzbekistan_stroit_liniyu/.
 19. О проекте CASA-1000. [In Russian: About the CASA-1000 project]. Available at: <http://www.casa-1000.org/index.php>.
 20. Acting Minister to The Ministry of Transport Attends the First Meeting of Central Asia-South Asia Transport Cooperation in Tashkent Uzbekistan. The Afghanistan Railway Authority official website. Available at: <https://ara.gov.af/index.php/en/acting-minister-ministry-transport-attends-first-meeting-central-asia-south-asia-transport>.
 21. Помощь Афганистану в связи с пандемией COVID-19 необходимо расширить – МИД. Интернет-издание «Газета.uz», 28.05.2020 г. [In Russian: COVID-19 assistance to Afghanistan needs to expand - Ministry of Foreign Affairs of the Republic of Uzbekistan]. Available at: https://www.gazeta.uz/ru/2020/05/28/support/?utm_source=push&utm_medium=telegram.
 22. Азиатский банк развития стал транзакционным советником проекта газопровода ТАПИ. Электронная газета "Золотой век". [In Russian: Asian Development Bank Becomes Transactional Advisor for TAPI Gas Pipeline Project]. Available at: <http://turkmenistan.gov.tm/?id=5325>.
 23. Дан старт строительству газопровода ТАПИ и третьей очереди освоения месторождения «Галкыныш». Информационная служба Посольства Туркменистана в Республике Узбекистан, 13 декабря 2015 г. [In Russian: The construction of the TAPI gas pipeline and the third stage of the development of the Galkynysh field have been started]. Available at: <https://uzbekistan.tmembassy.gov.tm/ru/news/646>.

24. Стартовало строительство афганского участка газопровода ТАПИ. Информационное агентство «Inbusiness.kz», 23 февраля 2018 г. [In Russian: The construction of the Afghan section of the TAPI gas pipeline has started]. Available at: <https://inbusiness.kz/ru/last/startovalo-stroitelstvo-afganskogo-uchastka-gazoprovoda-tap>.
25. Состоялось очередное обсуждение по вопросам строительства железной дороги Узбекистан-Кыргызстан-Китай. [In Russian: A Regular Discussion on the Construction of the Uzbekistan-Kyrgyzstan-China Railway Took Place]. Available at: <https://mintrans.uz/ru/news/o-zbekiston-qirg-iziston-xitoy-temir-yo-li-qurilishi-masalasi-yuzasidan-navbatdagi-muhokama-bo-lib-o-tdi>.
26. Выступление Президента Республики Узбекистан Шавката Мирзиёева на заседании совета глав государств-членов Шанхайской организации сотрудничества в расширенном составе (г. Циндао, КНР, 10 июня 2018 года). [In Russian: *Speech by the President of the Republic of Uzbekistan Shavkat Mirziyoyev at the Expanded Meeting of the Council of Heads of State of the Shanghai Cooperation Organization*]. Available at: <http://uza.uz/ru/politics/vystuplenie-11-06-2018>.

УДК 338.47+ 339.924**FEATURES OF THE COORDINATION OF THE CENTRAL ASIAN
TRANSPORT SYSTEM: INITIATIVES AND SOLUTIONS**

Azamatzhon ZOKHIDOV, DSc, docent,
Scientific Secretary, Higher School of Strategic Analysis
and Forecasting of the Republic of Uzbekistan
Ўзбекистон, г. Ташкент, ул. Шарафобод, 20
20, Sharafobod st., Tashkent, Uzbekistan
E-mail: azamat-x@mail.ru

Abstract: This article identifies common reasons that require special attention to the development of a unified strategy for the development of the transport system of the Central Asian region, and also presents proposals for the development and implementation of this strategy aimed at coordinating transport communications in the region, based on the initiatives of the Republic of Uzbekistan.

Keywords: Transit, regional transport system, strategy, coordination, region-wide programs, transport initiatives.

**МАРКАЗИЙ ОСИЁ ТРАНСПОРТ ТИЗИМИНИНГ
МУВОФИҚЛАШТИРИЛИШИНING ЎЗИГА ХОС
ХУСУСИЯТЛАРИ: ТАШАББУСЛАР ВА ЕЧИМЛАР**

Азаматжон ЗОХИДОВ, и.ф.д., доцент,
Илмий котиб, Ўзбекистон Республикаси Стратегик
таҳлил ва истиқболни белгилаш олий мактаби
Ўзбекистон, Тошкент ш., Шарафобод кўчаси, 20
E-mail: azamat-x@mail.ru

Аннотация. Ушбу мақолада Марказий Осиё минтақаси транспорт тизимини ривожлантиришнинг ягона стратегиясини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор беришни талаб қиладиган умумий сабаблар аниқланган, шунингдек, ушбу стратегияни ишлаб чиқиш ва амалга ошириш бўйича Ўзбекистон Республикасининг ташаббуслари асосида минтақадаги транспорт коммуникацияларини мувофиқлаштиришга қаратилган таклифлар келтирилган.

Калит сўзлар: транзит, минтақавий транспорт тизими, стратегия, мувофиқлаштириш, минтақавий дастурлар, транспорт ташаббуслари.

**ОСОБЕННОСТИ КООРДИНАЦИИ ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКОЙ
ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ: ИНИЦИАТИВЫ И РЕШЕНИЯ**

Азаматжон ЗОХИДОВ, д.э.н., доцент,
Ученый секретарь, Высшая школа стратегического анализа и
прогнозирования Республики Узбекистан (ВШСАП)
Узбекистан, г. Ташкент, ул. Шарафобод, 20
E-mail: azamat-x@mail.ru

Аннотация. В данной статье выявлены общие причины, требующие особого внимания к разработке единой стратегии развития транспортной системы Центрально-Азиатского региона, а также представлены предложения по разработке и реализации данной стратегии, на основе инициатив Республики Узбекистан, направленной на координацию транспортных коммуникаций в регионе.

Ключевые слова: транзит, региональная транспортная система, стратегия, координация, общерегиональные программы, транспортные инициативы.

1. ВВЕДЕНИЕ

Наличие взаимосвязанных транспортных коридоров является важным фактором в межгосударственных транспортных отношениях, но развитие этих отношений зависит от эффективного использования регионального транзитного потенциала.

В связи с этим, по инициативе Президента Республики Узбекистан Ш. Мирзиёева в последние годы на повестку дня вынесены вопросы развития региональной транспортной системы и её совместной координации.

В частности, в Послании Президента Олий Мажлису особое внимание было уделено транспортно-транзитным вопросам. В нем отмечалось, что за счет улучшения инфраструктуры, обеспечения прозрачности тарифов и открытия новых маршрутов транзитный потенциал нашей страны можно довести с нынешних 7 миллионов тонн до 16 миллионов [1].

Кроме того, на международной конференции "Центральная Азия в системе транспортных проходов: стратегические перспективы и нереализованные возможности", которая состоялась по инициативе Узбекистана в городе Ташкент 20 сентября 2018 года, обсуждались вопросы эффективного и взаимовыгодного использования региональной транспортной системы [2].

2. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

По приглашению премьер-министра Республики Индия Нарендры Моды Президент Республики Узбекистан, в ходе своего практического визита в эту страну 17-18 января 2019 года, принял участие в IX Международном инвестиционном саммите "Динамичный Гуджарат-2019", в ходе которого он отметил, что создание надежных торгово-транспортных коммуникаций между рынками Центральной и Южной Азии как никогда актуально, а также обсужден проект Трансафганской железной дороги, которая, в перспективе обеспечит для Узбекистана выход в Южную Азию, в том числе в Индию через порт Чаббахар [3].

Также на международном форуме "Один пояс, один путь", который состоялся в Пекине (Китай) 24-26 апреля 2019 года, глава нашего государства отметил, что Узбекистан готов полностью поддержать инициативу "Один пояс, один путь" и внести практический вклад в ее широкомасштабную реализацию. В свою очередь, председатель КНР выразил уверенность в том, что участие Узбекистана и его инициативы в этом направлении будут всячески способствовать взаимовыгодному сотрудничеству между Китаем, Узбекистаном и Центральной Азией. На этом мероприятии обсуждались вопросы развития транзитного и транспортно-коммуникационного потенциала региона, а также доведения объемов взаимной торговли, в ближайшие годы, до 10 миллиардов долларов [4].

Следует отметить, что транспортная система Узбекистана рассматривается как важный элемент международной и региональной транспортной системы, и в этом смысле можно добиться высокой эффективности проводимых реформ в этой сфере, благодаря соответствующему развитию и координации транспортной системы всех стран региона.

Эффективность или, наоборот, неэффективность механизма координации политики стран Центральной Азии в области транспорта оценивается с уровнем качественной реализации ожидаемых результатов от данной системы.

Тот факт, что доля региональной транспортной системы в объеме европейско-азиатских перевозок остается не на должном уровне по сравнению с существующими мощностями, свидетельствует о неэффективности этой системы. Наблюдаемая негативная тенденция в региональной транспортной системе, а также имеющегося проблемы (многие транспортные проекты не реализуются уже много лет, транспортные издержки в несколько раз выше международных норм) означают, что данный вопрос носит системный характер и его необходимо решить совместно.

Стоит отметить, что точное назначение Центрально-Азиатской транспортной системы или ожидаемые результаты от этой системы официально не установлены. Сегодня можно признать, что региональная транспортная система не скоординирована и, в свою очередь, не отвечает требованиям, предъявляемым к этой системе. На сегодняшний день существует потребность в концептуальной основе, которая может определить основную цель, ожидаемую от региональной транспортной системы, то есть разработка единой транспортной стратегии (политики) для стран региона остается одним из наиболее актуальных вопросов в развитии региональной транспортной системы.

В этой связи на международной конференции, проведенной 10 ноября 2017 года в Самарканде, Президентом нашей страны было отмечено, что "необходимо более эффективно использовать транзитно-логистический потенциал региона и обеспечить быстрое развитие транспортной инфраструктуры, и для этого необходимо разработать и принять общерегиональную программу по развитию транспортной коммуникации" [5].

Известно, что в настоящее время существуют следующие общие причины, требующие особого внимания к разработке единой стратегии (общерегиональную программу) развития региональной транспортной системы:

во-первых, страны Центральной Азии с географической точки зрения закрыты, то есть зависимость от транспортной политики других стран при выходе на мировые рынки;

во-вторых, высокие транспортные расходы в процессе внешних экспортно-импортных грузоперевозок стран региона;

в-третьих, страны Центральной Азии обладают относительно крупными внутренними рынками и богатыми природными ресурсами, поэтому в регионе сталкиваются интересы сильных стран мира;

в-четвертых, большинство транспортных коммуникаций стран Центральной Азии тесно взаимосвязаны (в последние годы уровень взаимосвязанности в транспортном секторе снизился);

в-пятых, все страны региона одинаково заинтересованы в росте потока международных транзитных грузов в регионе;

в-шестых, высокий спрос на внешние финансовые инвестиции для модернизации транспортной системы, строительства новых коридоров и внедрения новых технологий в отрасль и др.

Несмотря на то, что Центрально-Азиатский регион является одним из регионов с большим транзитным потенциалом в мировой транспортной системе, проблемы, наблюдаемые во взаимодействии стран региона в части использования существующих коммуникаций, препятствуют эффективному использованию этих возможностей. Поскольку большинство этих проблем возникает в результате отсутствия разработки единой стратегии (общих программ) между странами региона по использованию существующих транспортных коммуникаций, такая ситуация четко проявляется в политике стран региона в транспортном секторе.

Разработка и реализация единой стратегии, направленной на координацию транспортных коммуникаций стран Центральной Азии, будет способствовать полноценному функционированию региональной транспортной системы, то есть должна привести к обеспечению соответствия предъявляемых к ней требований по виду и качеству предоставляемых услуг, в частности, координации транспортной политики стран, предотвращению неурядиц во взаимных и транзитных перевозках, внедрению единых перевозочных тарифов и упрощенных таможенных процедур, улучшению состояния коридоров международного значения, налаживанию логистических услуг по оперативным, качественным и оптимальным ценам, ускорению запуска проектов, выгодных всем странам региона, увеличению притока иностранных инвестиций и, в конечном счете, увеличению доли региона в европейско-азиатских перевозках.

3. ВЫВОД

Общерегиональные программы, разрабатываемые в рамках данной стратегии, должны предусматривать одинаковую защиту интересов всех стран региона, в частности, будут выдвинуты полезные предложения по активным элементам (*Казахстан, Узбекистан и Туркменистан*) и относительно неактивным элементам (*Таджикистан и Кыргызстан*) региональной транспортной системы. В частности, если транзитные страны региона заинтересованы в увеличении транзитного потока, то страны с низким транзитным потенциалом смогут воспользоваться транзитными услугами стран региона на основе льготных тарифов. Поэтому в качестве приоритетной задачи в данной стратегии необходимо снизить транспортные издержки при перевозках в странах региона и, в свою очередь, увеличить транзитный поток через регион. В этом случае необходимо разработать соответствующие совместные меры для того, чтобы не превышать 10% стоимости перевозок в экспортно-импортных перевозках стран региона, а также увеличить долю региона в европейско-азиатских перевозках на 10-15% (в настоящее время около 1-2%).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. Послание Президента Республики Узбекистан Шавката Мирзиёева Олий Мажлису от 21 января 2020 г. [In Russian: *Address by the President of the Republic of Uzbekistan Shavkat Mirziyoyev to Oliy Majlis*, January 21, 2020]. Available at: <https://president.uz/ru/lists/view/3324>.
2. Приветствие участникам международной конференции «Центральная Азия в системе международных транспортных коридоров: стратегические перспективы и нереализованные возможности». Национальное информационное агентство Узбекистана (УЗА), 20.09.2018 г. [In Russian: *Greetings to the participants of the international high-level conference "Central Asia in the system of international transport corridors: strategic prospects and unrealized opportunities". Uzbekistan National News Agency.*] Available at: <http://uza.uz/ru/politics/privetstvie-uchastnikam-mezhdunarodnoy-konferentsii-tsentral-20-09-2018>.
3. Узбекистан-Индия: по пути дальнейшего укрепления многопланового сотрудничества. Национальное информационное агентство Узбекистана (УЗА), 18.01.2019 г. [In Russian: *Uzbekistan - India: towards further strengthening multifaceted cooperation. Uzbekistan National News Agency.*] Available at: <https://uza.uz/ru/politics/uzbekistan-indiya-po-puti-dalneyshego-ukrepleniya-amnogoplano-18-01-2019>.
4. Плодотворные переговоры в рамках инициативы «Один пояс, один путь». [Effective negotiations under the Belt and Road Initiative]. Available at: <https://uza.uz/ru/politics/plodotvornye-peregovory-v-ramkakh-initsiativy-odin-poyas-odi-26-04-2019>.
5. Выступление Президента Республики Узбекистан Шавката Мирзиёева на международной конференции «Центральная Азия: одно прошлое и общее будущее, сотрудничество ради устойчивого развития и взаимного процветания» в Самарканде, 10 ноября 2017 г. [Speech of the President of Uzbekistan Shavkat Mirziyoyev at the International Conference «Central Asia: one past and a common future, cooperation for sustainable development and mutual prosperity» in Samarkand]. Available at: <http://www.press-service.uz/ru/lists/view/1227>.

УДК 656.13**REGULARITIES OF FACTORS DETERMINING THE PERFORMANCE QUALITY OF A MOTOR TRANSPORTATION SYSTEM**

Rustam SAMATOV, DSc
Ulugbek SAMATOV, Applicant
Tursunboy ISMOILOV, Graduate student
Tashkent State University of Transport
1, Adilkhzhoev str., Tashkent, 100167, Uzbekistan,
Tel.: (+99897) 404-90-56,
E-mail: transportlogistikasi@uz

Abstract: In order to further improve the transport system of Uzbekistan, provide affordable and quality transport services for business and the population, increase the competitiveness of the country's transport sector, introduce advanced information technologies to digitize the entire transport system, develop and implement strategies for long-term development, it is required to route small consignments of transport, create a series of rational routes for the distribution or collection of goods and passengers from one point to several destinations.

Keywords: Transport system, routing, cargo and passengers, supply chain management, rational routes, mathematical modeling.

АВТОМОБИЛЬ ТРАНСПОРТИ ТИЗИМИНИНГ ЭКСПЛУАТАЦИОН СИФАТЛАРИНИ БЕЛГИЛОВЧИ ОМИЛЛАРИНИНГ ҚОНУНИЯТЛАРИ

Рустам САМАТОВ, т.ф.д.
Улугбек САМАТОВ, изланувчи
Турсунбой ИСМОИЛОВ, магистрант
Тошкент Давлат Транспорт Университети
100167, Ўзбекистан, Тошкент ш., Одилахжоев кўч., 1
Tel.: (+99897) 404-90-56,
E-mail: transportlogistikasi@uz

Аннотация: Ўзбекистоннинг транспорт тизимини янада такомиллаштириш, бизнес ва аҳоли учун арзон ва сифатли транспорт хизматларини кўрсатиш, мамлакат транспорт секторининг рақобатбардошлигини ошириш, бутун транспорт тизимини рақамлаштириш учун илғор ахборот технологияларини жорий этиш, узоқ муддатли ривожланиш стратегиясини ишлаб чиқиш ва амалга ошириш учун кичик транспорт воситаларини ёналиштириш, товарлар ва ёловчиларни бир нуқтадан бир неча ёналишларга тарқатиш ёки йиғиш учун бир қатор оқилона маршрутлар яратиш зарур.

Калит сўзлар: Транспорт тизими, маршрутизация, юк ва ёловчилар, етказиб бериш занжирини бошқариш, оқилона маршрутлар, математик моделлаштириш.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ КАЧЕСТВА АВТОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Рустам САМАТОВ, д.ф.н.
Улугбек САМАТОВ, соискатель
Турсунбой ИСМОИЛОВ, магистрант
Ташкентский Государственный Университет Транспорта
100060, Узбекистан, Ташкент, ул. Адылхожаева, 1
Tel.: (+99897) 404-90-56,
E-mail: transportlogistikasi@uz

Аннотация: В целях дальнейшего совершенствования транспортной системы Узбекистана, обеспечения доступных по цене и качеству транспортных услуг для бизнеса и населения, повышения конкурентоспособности транспортного сектора страны, внедрение передовых информационных технологий по цифровизации всей транспортной системы, разработку и реализацию стратегий перспективного развития требуется маршрутизация небольших партий транспорта, создание серии рациональных маршрутов распределения или сбора грузов и пассажиров из одной точки в несколько пунктов назначения.

Ключевые слова: Транспортная система, маршрутизация, грузы и пассажиры, управление цепочками поставок, рациональные маршруты, математическое моделирование.

1. ВВЕДЕНИЕ

Республика Узбекистан является государством со стабильно развивающейся экономикой. Республика располагает разветвленной транспортной системой, которая в основном обеспечивает внутренние и внешние перевозки грузов и пассажиров, экономические связи ее со странами ближнего и дальнего зарубежья. Транспортный комплекс республики представлен железнодорожным, речным, воздушным, автомобильным, и трубопроводным видами транспорта. Суверенитет Республики Узбекистан настоятельно требовал расширения внешнеэкономической деятельности, как с развитыми, так и развивающимися странами, которая обусловила необходимость дальнейшей развитие и укрепление транспортных коммуникаций и средств связи.

За последние годы в стране осуществлены масштабные мероприятия, направленные на развитие сферы транспорта и транспортных коммуникаций, обеспечение высокого уровня безопасности перевозок, совершенствование системы управления в сфере транспорта, подготовку квалифицированных специалистов для отрасли.

Современные тенденции экономического развития и проводимые реформы показывают особую значимость формирования и реализации единой государственной транспортной политики, направленной на обеспечение доступности и качества транспортных услуг с учетом географического расположения республики, внедрение современных технологий и интеллектуальных систем управления данной сферой.

В целях дальнейшего совершенствования транспортной системы Узбекистана, обеспечения доступных по цене и качеству транспортных услуг для бизнеса и населения, повышения конкурентоспособности транспортного сектора страны, а также в соответствии с Указом Президента Республики Узбекистан от 1 февраля 2019 года № УП-5647 «О мерах по коренному совершенствованию системы государственного управления в сфере транспорта» [3] и постановления Президента Республики Узбекистан от 5 февраля 2019 года № ПП-4160 «О дополнительных мерах по улучшению рейтинга Республики Узбекистан в ежегодном отчете Всемирного банка и Международной финансовой корпорации «Ведение бизнеса» необходимо коренное совершенствование системы государственного управления транспортом, повысить инвестиционную привлекательность и экспортный потенциал республики, обеспечить стратегическое развитие и устойчивость функционирования транспортных коммуникаций, а также в соответствии с задачами, определенными Стратегией действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017 — 2021 годах [1] усилия должны быть направлены на:

- выработку единой государственной транспортной политики, направленной на гармоничное развитие всех видов транспорта на основе их интеграции в единую транспортную сеть и использования новых эффективных транспортно-логистических систем;
- проведение единой тарифной политики в сфере транспорта, направленной на стимулирование развития рынка транспортных и логистических услуг, обеспечение их доступности для всех категорий потребителей, а также привлечение инвестиций в отрасль;
- выработку предпосылок и реализацию мероприятий по развитию международных транспортных коридоров, совершенствование системы логистики, эффективное использование транспортного потенциала страны, минимизацию издержек субъектов предпринимательства на транспортно-логистические услуги;
- развитие государственно-частного партнерства и повышение инвестиционной привлекательности страны в сфере транспорта и дорожного хозяйства;
- внедрение передовых информационных технологий по цифровизации всей транспортной системы, разработку и реализацию стратегий перспективного развития Единой сопряженной транспортной системы Республики Узбекистан;
- проведение единой технической политики в области автомобильных дорог, обеспечение комплексного решения вопросов финансирования, проектирования, строительства, ремонта и эксплуатации автомобильных дорог, аэродромов и аэропортов, вокзалов, железнодорожных и иных объектов транспортной инфраструктуры с учетом интересов пользователей;
- осуществление контроля в сфере транспорта, организацию и проведение расследований авиационных происшествий и инцидентов с гражданскими и экспериментальными воздушными судами, а также аварий и крушений на железнодорожном и речном транспорте;
- обеспечение национальных интересов Республики Узбекистан на мировом рынке транспортных услуг за счет развития международного и регионального сотрудничества в сфере транспорта и дорожного хозяйства;
- внедрение на системной основе передовых методов образования, подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров, с учетом текущей и перспективной потребности транспортной отрасли.

С экономической точки зрения транспорт является одним из определяющих элементов производственно-коммерческого процесса, когда произведенный товар должен быть подвергнут дополнительной доработке, перевезен и доставлен потребителю. Поэтому, произведенный в предприятии “товар” в экономическом смысле еще не является полностью “готовым”, т.е. в цепи товар - потребление имеются транспортные процессы. Фактическая доставка товара конечному потребителю, который должен его использовать по назначению позволяет говорить о завершении производственно-коммерческого процесса.

2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Программное обеспечение, используемое для оптимизации проблем управления поставок

Маршрутизация небольших партий транспорта означает создание серии рациональных маршрутов распределения или сбора грузов и пассажиров из одной точки в несколько пунктов назначения. Математически проблема состоит в том, чтобы определить схему, которая соединяет несколько адресов, причем начальная и конечная точки совпадают и проходят через оставшиеся адреса только один раз. В своей простейшей форме эта проблема сводится к классической «пригородной задаче» математики.

Отгрузки должны быть сделаны от пункта отправления B до пункта назначения $j = \{1, 2, \dots, n\}$. Каждому получателю предоставляется Q_j количество перевозимого груза. Ряд транспортных средств l может быть вовлечен в перевозку грузов $l = \{1, 2, \dots, k, \dots, l_0\}$. Для каждого k автомобиля грузоподъемность q_k автомобиля $k \in \{1, 2, \dots, l\}$. Порядковые номера автомобилей $l = \{1, 2, \dots, l\}$ обозначены таким образом, чтобы выполнялось следующее условие.

$$q_1 \leq q_2 \leq \dots \leq q_l$$

Маршрут R_k для каждого автомобиля - k представляет собой последовательность конкретных адресов $\{B, j_1^k, j_2^k, \dots, j_s^k, B\}$. Необходимо определить маршрут для каждого автомобиля таким образом, чтобы сумма нагрузок, полученных по адресам, не превышала грузоподъемность автомобиля, т.е.

$$\sum_{j \in R_k} Q_j \leq q_k, \quad k \in \{1, 2, \dots, l\}$$

Для всех маршрутов должны соблюдаться следующие условия:

- ни один адрес назначения не должен быть включен в эти два маршрута, например $(R_k \text{ и } R_r)$, другими словами R_k и R_r , пересечение точек приема, принадлежащих маршрутам должно быть пустыми, т.е.

$$r \neq k \rightarrow R_k \cap R_r = \emptyset, \quad r, k \in \{1, 2, \dots, l\}$$

все грузы получателей должны быть отправлены, т.е.

$$\bigcup_{k \in \{1 \div l\}} R_k = \{1, 2, \dots, l\}$$

установленная система маршрутов должна обеспечивать минимальное пройденное расстояние.

$$\sum_{(ji) \in R} d_{ji} \rightarrow \min$$

$R_k^1 = \{(R, j_1^k), (j_1, j_2), \dots, (j_s^k, B)\}$ - набор пар пунктов на дорожном маршруте;

$R^1 = \{R_1^1, R_2^1, \dots, R_k^1, \dots, R_l^1\}$ - набор пар точек на всех маршрутах;

d_{ji} - элементы матрицы кратчайших расстояний между точками [10].

Постановка задачи и модель сбора маршрута существенно не отличаются от приведенных выше.

Следует отметить, что до сих пор не разработано универсальных методов маршрутизации небольших партий груза. Если количество адресов недостаточно велико, проблему можно решить, сравнив все варианты. Однако для большого количества точек решить проблему таким способом невозможно, потому что количество сравниваемых вариантов равно $(n \leq 5)$.

Но есть несколько способов найти оптимальную систему маршрутизации более короткими способами без проверки параметров. Эти методы позволяют находить решения, близкие к оптимальному варианту.

2.2 МАРШРУТИЗАЦИЯ ПО СЕТИ КРАТЧАЙШИХ КАНАЛОВ

Допустим, нам дан ряд грузовых маршрутов $A, V, S, \dots$ и мы знаем дорожные сети, которые их соединяют, и их протяженность. Если будет определена кратчайшая дорожная сеть, соединяющая эти точки, можно создать грузовые маршруты вдоль этих сетей. Нет сомнений в том, что система маршрутов, разработанных вдоль таких сетей, близка к оптимальному варианту, так как можно предположить, что перевозка по этим маршрутам обеспечивает самую короткую длину пути.

В следующем примере мы рассмотрим кратчайшую сетевую маршрутизацию в конкретном примере.

Например. Грузоотправитель должен доставить груз из пункта V по нескольким адресам $(1, 2, \dots, 7)$. Количество груза, подлежащего доставке в каждый пункт назначения, указывается в тоннах:

$$q_1=0.25, q_2=0.3, q_3=0.15, q_4=0.28, q_5=0.61, q_6=0.5, q_7=0.55.$$

Дамас - это грузовой автомобиль с номинальной грузоподъемностью $q_n = 1$ т. Гарантирует, что характер нагрузки $\gamma_\partial = 1$. приведена в (табл. 1).

Таблица 1

Матрица расстояний между точками									
Пункты	1	2	3	4	5	6	7		V
1		5.5	6.0	3.5	4.0	8.0	11.0		5.0
2	5.5		3.0	4.0	1.5	6.1	2.8		3.0
3	6.0	3.0		7.0	3.4	2.8	4.1		6.0
4	3.5	4.0	7.0		1.9	2.6	6.8		2.1
5	4.0	1.5	3.4	1.9		4.5	3.5		2.5
6	8.0	6.1	2.8	2.6	4.5		4.8		5.9
7	11.0	2.8	4.1	6.8	3.5	4.8			2.6
A	5.0	3.0	6.0	2.1	2.5	5.9	2.6		

Первый шаг - определить кратчайший маршрут. Чтобы сделать это, мы пишем первую строку матрицы расстояния выше, а под каждым значением расстояния мы помещаем числа, которые указывают, к какой линии он принадлежит.

Поскольку это первая строка, все расстояния записываются в (I).

$$\text{I-ряд.} \quad \left\{ \begin{array}{ccccccc} 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & B \\ 5.5 & 6.0 & \underline{3.5} & 4.0 & 8.0 & 11 & 5.0 \\ (1) & (1) & (1) & (1) & (1) & (1) & (1) \end{array} \right.$$

Мы выбираем самое короткое расстояние из указанного диапазона (3,5 км). Это означает, что самое короткое соединение в строке I находится по адресу 4, длина которого составляет 3,5 км. Добавляем эту ссылку в таблицу (табл.2).

Таблица 2

Самые короткие сетевые звенья		
Т\р	Звенья	Расстояние между звеньями
1	1-4	3.5
2	4-5	1.9
3	5-2	1.5
4	4-A	2.1
5	4-6	2.6
6	B-7	2.6
7	6-3	2.8

Следует отметить, что последняя точка определенной ссылки определяет номер следующей строки, которая должна быть рассмотрена. Таким образом, мы сравниваем каждое расстояние строки 4 с соответствующими расстояниями первого ряда выше, определяем наименьшее из них и строим следующий ряд II:

$$\text{II-ряд} \quad \left\{ \begin{array}{cccccc} 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & B \\ 4.0 & 6.0 & \underline{1.9} & 2.6 & 6.8 & 2.1 \\ (4) & (4) & (4) & (4) & (4) & (4) \end{array} \right.$$

Мы выбираем наименьшее (1,9 км) из сгенерированных расстояний II-ряда. Поскольку это расстояние принадлежит строке 4 и столбцу 5, мы включим кратчайшее расстояние 4-5 ссылок в таблицу ссылок выше. Сравнивая расстояния следующих 5 рядов с соответствующими расстояниями второго ряда, я формирую третий ряд:

$$\text{III-ряд} \quad \left\{ \begin{array}{ccccc} 2 & 3 & 6 & 7 & B \\ \underline{1.5} & 3.4 & 2.6 & 3.5 & 2.1 \\ (5) & (5) & (4) & (5) & (4) \end{array} \right.$$

Самое короткое звено в этом ряду 5-2 (1,5 км). Сравнивая расстояния строки 2 с расстояниями строки III выше, мы получаем следующую строку:

$$\text{IV-ряд} \quad \begin{cases} 3 & 6 & 7 & B \\ 3.0 & 2.6 & 2.8 & \underline{2.1} \\ (2) & (4) & (2) & (4) \end{cases}$$

В этой серии 4-х контактная ссылка самая короткая. Выполните вышеуказанные операции и найдем следующие строки:

$$\text{V-ряд} \quad \begin{cases} 3 & 6 & 7 \\ 3.0 & \underline{2.6} & 2.6 \\ (2) & (4) & (B) \end{cases}$$

$$\text{VI - ряд} \quad \begin{cases} 3 & 7 \\ 2.8 & \underline{2.6} \\ (6) & (B) \end{cases} \quad \text{VII - ряд} \quad \begin{cases} 3 \\ \underline{2.8} \\ (6) \end{cases}$$

В приведенных выше строках мы включаем короткие ссылки (4-6, V-7, 6-3) в таблицу выше. Таким образом, была выявлена самая короткая сеть (рисунок -1).

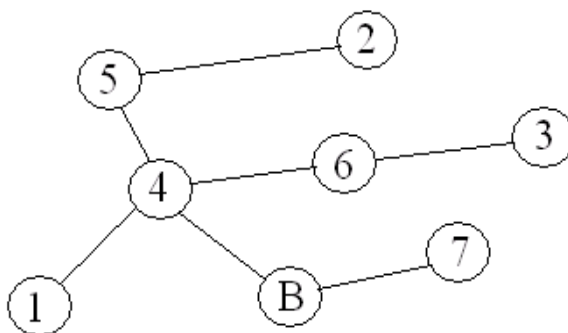


Рис. 1. Самая короткая сеть

Желательно начать маршрутизацию по найденной сети с места, наиболее удаленного от точки V. В этом случае общий объем груза, подлежащего перевозке в пункты назначения на маршрутах, не должен превышать грузоподъемность транспортного средства. Могут быть созданы следующие маршруты:

1. V-3-6-4-V - объем грузов на этом маршруте $q_3+q_6+q_4=0.93$ т;
2. B-2-5-B, где грузоподъемность составляет $q_2+q_5=0.91$ т;
3. B-1-7-V, где $q_1+q_7=0.8$ т.

Как упомянуто выше, маршруты через сеть с кратчайшим соединением могут быть не оптимальными. В результате найденная сеть обычно используется для определения точек, которые будут включены в маршрут распространения, который будет создан. Маршруты, с другой стороны, являются более сложными, используя метод, называемый «суммирование столбцов».

Метод «Сумма столбцов» используется, когда матрица расстояний между точками, включаемыми в маршруты, симметрична. Суть его заключается в следующем:

1. Для каждой точки j суммы находятся вдоль столбцов матрицы расстояний $\sum_{j \in \{J_{ji}\}} l_j$.

2. Из этих точек выбираются три адреса A, V и S с наибольшим общим расстоянием вдоль столбцов. Три выделенные точки являются начальными маршрутами распространения, при этом другие адреса добавляются последовательно к наиболее подходящей ссылке на этом маршруте.

3. Точка, которая будет включена в начальный маршрут, и ссылка, которая будет введена в этот адрес, определены. Элемент, который нужно ввести, выбирается исходя из максимального значения суммы столбцов.

Допустим, вы хотите добавить точку D к первому маршруту AVS на рисунке - 2. Элемент D может быть вставлен в ссылки AV, VS и SA. Давайте подсчитаем, насколько увеличивается длина маршрута с добавлением точки D к каждой ссылке относительно исходного маршрута.

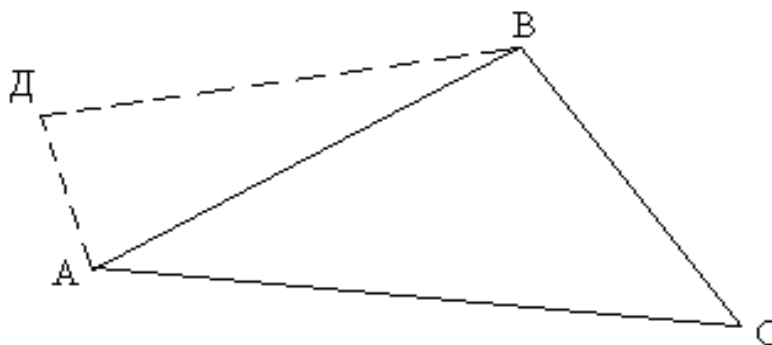


Рис. 2. Длина маршрута с добавлением точки D.

Если точка D включена в ссылку VA, длина маршрута изменяется на определенное расстояние Δl_{AB} относительно исходного варианта:

$$\Delta l_{AB} = l_{AD} + l_{DB} - l_{AB}$$

Если точка D включена в ссылку VS или SA, то изменение длины маршрута определяется следующим образом:

$$\Delta l_{BC} = l_{BD} + l_{DC} - l_{BC}$$

$$\Delta l_{AC} = l_{CD} + l_{DA} - l_{AC}$$

Когда точка D включена в каждую ссылку, сравниваются значения изменения длины маршрута и определяется параметр, который меняет эту длину наименьший. Результатом является маршрут, который включает в себя четыре точки. Последующие точки будут добавлены к этому маршруту снова, и этот процесс будет продолжаться до тех пор, пока не будут введены все точки, отмеченные на маршруте.

Например. Допустим, вам нужно распределить нагрузку от точки V на несколько точек $j = \{1, 2, \dots, 4\}$. Дана матрица расстояний между точками (Таблица 3). Последняя строка матрицы определяет сумму расстояний в каждом столбце.

Таблица 3

Матрица расстояний					
Пункты	1	2	3	4	V
1		5.5	6.0	3.5	5.0
2	5.5		3.0	4.0	3.0
3	6.0	3.0		7.0	6.0
4	3.5	4.0	7.0		2.1
V	8.0	3.0	6.0	2.1	
Итого	20.0	15.5	22.0	16.6	16.1

Запишем номера столбцов в порядке убывания суммы расстояний в них:

Пункт	3	1	4	V	2
Всего	22,0	20,0	16,6	16,6	15,5

Видимо, начальный маршрут 3-1-4 необходимо определить ссылку для входа в точку V. Для этого рассчитаем изменение длины исходного маршрута с добавлением точки V:

$$\Delta l_{31} = l_{3V} + l_{V1} - l_{31} = 6.0 + 5.0 - 6.0 = 5.0$$

$$\Delta l_{14} = l_{1V} + l_{V4} - l_{14} = 6.0 + 2.1 - 3.5 = 3.6$$

$$\Delta l_{43} = l_{4V} + l_{V3} - l_{43} = 2.1 + 6.0 - 7.0 = 1.1$$

Таким образом, поскольку $\Delta l_{\min} = \Delta l_{43} = 1,1$ км, желательно включить точку V в звено 4-3.

Теперь необходимо определить место въезда пункта 2 на трассе V-3-1-4-V. Также рассчитаем длину маршрутов в разных вариантах:

$$\Delta l_{B-3} = l_{B-2} + l_{2-3} - l_{B-3} = 3 + 3 - 6 = 0;$$

$$\Delta l_{B-1} = l_{3-2} + l_{2-1} - l_{3-1} = 3 + 5.5 - 6 = 2.5;$$

$$\Delta l_{1-4} = l_{1-2} + l_{2-4} - l_{1-4} = 5.5 + 4 - 3.5 = 6.0;$$

$$\Delta l_{4-B} = l_{4-2} + l_{2-B} - l_{4-B} = 4 + 3 - 2.1 = 4.9.$$

Таким образом, к линии V-3 предпочтительно добавить $\Delta l_{\min} = \Delta l_{B-3} = 0$, т.е. пункт 2, поскольку это не изменит длину маршрута. Новая схема маршрута будет V-2-3-1-4-V.

Создание маршрута на основе набора столбцов позволяет выбирать планы, близкие к оптимальному варианту. Но чем больше очков, тем сложнее расчеты. Из-за большого количества ссылок, когда можно вводить точки, количество сравниваемых опций увеличивается. Если вы используете реальные схемы маршрутов на карте, вам будет легче решить проблему. Потому что это позволяет быстро найти лучшие ссылки, которые включают в себя пункты.

2.3. МАРШРУТИЗАЦИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДА КЛАРКА-ЯРТА

Из приведенных выше ясно, что при создании маршрутов на основе сети с кратчайшим каналом последовательно решаются две взаимосвязанные проблемы:

- 1) определение рациональной последовательности перевозки грузов по адресам;
- 2) включение пунктов на трассах с учетом грузоподъемности транспортного средства.

Метод Кларка-Райта позволяет решить эти две проблемы одновременно, то есть создать рациональные маршруты для подвижного состава с различной полезной нагрузкой.

Суть этого метода заключается в следующем.

Прежде всего, составляется первоначальный план перевозки. Каждому получателю будет назначен отдельный маятниковый маршрут и автомобиль с соответствующим количеству перевозимого груза.

В последующих итерациях два маятниковых маршрута соединяются в пару, что приводит к распределению. Остальные маятниковые маршруты и маршрут распределения объединяются, и эта опция выбирается таким образом, чтобы спаривание сводило к минимуму транспортные расходы.

Если невозможно снизить затраты в результате какого-либо последующего сопряжения или если объем трафика на комбинированном маршруте превышает пропускную способность подвижного состава, то процесс распаковки останавливается и найденный план является оптимальным.

Например. Нам дали 8 грузополучателей, и количество груза, которое должно быть им доставлено, указано в первом столбце таблицы 4. Для перевозки грузов было выделено 10 грузовых автомобилей грузоподъемностью 4 тонны, 3 грузовых автомобиля грузоподъемностью 5 тонн и 4 грузовых автомобиля грузоподъемностью 6 тонн. Допустим, в первоначальном плане мы дарим каждому покупателю одну машину грузоподъемностью 4 тонны.

Таблица 4

Автомобили	Количество автомобилей		
	4 т.	5 т.	6 т.
В рейсе	8	-	-
На стоянке	2	3	4

Теперь посмотрим, как рассчитать значения в таблице. В первом столбце P_0 все из пункта отправления P_j ($j=1,2,\dots,V$) время доставки указывается для получающего адреса. Это время (t_j) состоит из времени загрузки (t_j^0), перевозки ($t_j^o = l_j / V_T^j$) и выгрузки (t_j^T). Затем столбцы делятся на две части $P_1, P_2, \dots, P_j$, с временем прохождения слева и значениями снижения нагрузки (усиления) справа при объединении двух маршрутов маятника.

В варианте I нагрузка повторяется после транспортировки в точку (значение этого времени указывается в минутах), а затем нагрузка переводится из в ($t_{02} = 20$ минут).

В варианте II груз транспортируется в точку (мин) без возврата, таким образом, в этом случае значение времени, полученного при объединении маршрутов, указывается в минутах ($t_{10} + t_{02}$) - $t_{12} = 15 + 20 - 8 = 27$ минут.

Допустим, вы объединяете маршруты 2 и 3, выигрышная стоимость составляет $t_{20} + t_{03} - t_{23} = 20 + 14 - 18 = 16$ минуты.

Поскольку нашим следующим аккаунтам нужна только ценность достижений, мы поместим их в отдельную таблицу.

Общее время доставки при выполнении перевозки по маятниковым маршрутам определяется следующим образом.

$$T_{\text{итк}} = 2 \sum_{j \in (1-8)} t_j = 2(15+20+24+30+36+40+43+48) = 512 \text{ мин.}$$

1.000	R ₀																
0.800	15	R ₁															
0.000	20	8	27	R ₂													
1.200	24	10	29	18	26	R ₃											
1.600	30	11	34	22	28	30	24	R ₄									
1.400	36	13	38	20	36	32	28	26	40	R ₅							
1.500	40	10	45	24	36	24	40	30	40	36	40	R ₆					
1.100	43	9	49	21	42	20	47	38	35	46	33	55	28	R ₇			
1.300	48	14	49	20	48	26	46	40	38	50	34	59	29	62	29	R ₈	

R8	29	29	34	38	46	48	49	2	1.3
	R7	28	33	35	47	42	49	2	1.1
		R6	40	40	40	36	45	2	1.4
			R5	40	28	36	38	2	1.6
				R4	24	28	34	2	1.2
					R3	26	29	2	0.9
						R2	27	2	0.8
							R1	2	1.0
								U	Грузо- обор.

Теперь давайте рассмотрим способ объединения маршрутов в зависимости от ценности достижений. Для этого мы добавляем отдельный столбец показателей в матрицу достижений. Предположим, что точка R_j , которую необходимо ввести на маршруте, является начальным или конечным адресом, значение в столбце этой строки равно 0, внутренняя точка равна 0, а маятник равен 2 на маршруте. Для исходного плана все значения в столбце будут равны 2.

Наибольший (49) из элементов матрицы достижений выбран. Это указывает маршруты (P_1, P_7), которые наиболее успешны при объединении. Таким образом, два маятниковых маршрута P_1 и P_7 объединяются и формируется маршрут распределения $P_0 - P_1 - P_0$ и $P_0 - P_7 - P_0$, J - значения в столбце P_1 и P_7 строках матрицы успеха изменяются с 2 на 1. Объем трафика на маршруте распределения составит $Q_1 + Q_7 = 1 + 1.1 = 2.1$ тонны. В первоначальном плане использования автомобилей для каждого маршрута маятника был выделен один автомобиль. Поскольку для найденного маршрута распространения требуется автомобиль, количество автомобилей, используемых в плане, будет сокращено на один.

Давайте посмотрим, сможем ли мы добавить больше адресов к указанному выше маршруту. Для этого мы определяем максимальное значение выигрыша в столбце (исключая строку). выигрыш в столбце строки 49, самый большой. Следовательно, адрес должен быть введен в сформированный маршрут распространения. Здесь мы создаем следующий маршрут:

$$P_0 - P_8 - P_1 - P_7 - P_0$$

Объем грузов, перевозимых по этому маршруту, составит $Q_8 + Q_1 + Q_7 = 1 + 1.1 + 1.3 = 3.4$ т.

Поскольку в столбце есть две строки (P_7, P_8), нам необходимо найти наибольшее значение выигрыша в этой строке. Поскольку это значение равно 47 и находится в ячейке, где пересекаются столбец и строка, рекомендуется вводить адрес в указанном выше маршруте. Итак, мы создаем новый маршрут:

$$P_0 - P_8 - P_1 - P_7 - P_3 - P_0$$

Объем трафика на этом маршруте

$$Q_3 + Q_8 + Q_1 + Q_7 = 3.4 + 0.9 = 4.3.$$

Поскольку построенный маршрут становится внутренней точкой, мы конвертируем его значение в столбце из 5т. за фрахт по этому маршруту. Мы выделим автомобиль с грузоподъемностью. Мы также внесем соответствующие изменения в план использования автомобилей, то есть количество подержанных автомобилей грузоподъемностью 4 тонны изменится с 8 до 4 и будет заменено одним автомобилем грузоподъемностью 5 тонн.

В таблицах приведены матрица достижений и план использования автомобилей, созданных по созданному маршруту.

Следующим шагом, описанным выше, мы определяем следующий маршрут распространения:

$$P_0 - P_6 - P_5 - P_4 - P_2 - P_0$$

Грузоподъемность по указанному маршруту $Q_6 + Q_5 + Q_4 + Q_2 = 1.5 + 1.4 + 1.6 + 0.9 = 5.4$ т. Это означает, что для перевозки необходимо выделить один грузовик весом 6 тонн.

Таким образом, целесообразно выполнять грузовой план на 2-м маршруте раздачи на грузовиках грузоподъемностью 5 и 6 тонн.

Рассчитаем время распределения груза по построенным маршрутам:

Для маршрута I:

$$T_{\text{етк}}^1 = t_{08} + t_{81} + t_{17} + t_{73} + t_{30} = 48 + \dots 20 = 91 \text{ минуты};$$

Для маршрута II:

$$T_{\text{етк}}^2 = t_{06} + t_{68} + t_{34} + t_{42} + t_{20} = 40 + 36 + 26 + 22 + 30 = 154 \text{ минут.}$$

Общее время доставки

$$T_{\text{етк}}^{\text{ум}} = T_{\text{етк}}^1 + T_{\text{етк}}^2 = 91 + 154 = 245 \text{ минут.}$$

Сокращение сроков доставки груза по сравнению с первым вариантом на построенных рациональных маршрутах

$$\Delta T_{\text{етк}} = T_{\text{етк}} + T_{\text{етк}}^{\text{ум}} = 512 - 245 = 267 \text{ минут.}$$

Рассмотренный метод Кларка-Райта, как и другие методы, позволяет находить варианты, близкие к оптимальной системе маршрутов. В результате иногда можно оптимизировать их, перемещая точки на созданных маршрутах [11].

Программы, которые мы можем использовать для управления нашей цепочкой поставок:

Таблица 5

Программа доставки заказа [12]

№	Название программы	Краткое описание	Опции
1	Программное обеспечение USU	выполняет все транспортные расчеты в процессе управления цепочками поставок	1. Будет создана единая база клиентов со всей необходимой контактной информацией; 2. Вы сможете вести полный финансовый учет: просматривать расходы, доходы и различные аналитические отчеты; 3. Возможность формировать базу данных и многое другое.
2	OMNITRACKER	Оптимальное управление цепочками поставок и эффективность	1. Полная автоматизация процесса; 2. Визуализация и управление ИТ-операциями; 3. Сбор, хранение, управление и анализ данных; 4. Низкие эксплуатационные расходы и прочее.
3	Инструменты планирования общеорганизационных ресурсов (ERP).	Создание общей базы данных для всех поставок в процессе доставки.	1. Единая база данных; 2. обработка данных; 3. Контроль данных и др.

Особенности программы доставки заказа:

- будет единой клиентской базой со всей необходимой контактной информацией;
- вы сможете получать отчеты по городу, безопасности и другим критериям;
- вы сможете отправлять сообщения по электронной почте и sms, например, о готовности заказа;
- все автомобили будут размещены в специальном каталоге для группы владельцев;
- груз может лететь на первом самолете, а затем упасть на землю в автомобиле;
- вы можете консолидировать груз одним рейсом в одном направлении;
- вы можете контролировать каждый шаг, порядок оплаты и исполнения;
- различные контракты и формы могут быть заполнены автоматически программой;
- важные файлы могут быть прикреплены к клиентам, операторам связи, драйверам;
- вы можете создать и просмотреть план доставки на любой день;
- возможен ежедневный полет и учет топлива заказа;
- если есть отдел механики, автомобиль может планировать ремонт и покупать запасные части;
- заявки на любой период будут иметь всю необходимую информацию о: погрузке и разгрузке, общих затратах, выручке, прибыли;
- система отображает статистику заказов для каждого клиента;
- в программе вы можете отметить выполненную и запланированную работу для любого клиента;

- вы можете легко проанализировать, какое направление пользуется популярностью;
- программа предоставляет всю количественную и финансовую информацию для перевозчиков;
- все сделанные платежи будут находиться под полным контролем;
- подробный отчет в любой валюте предоставляется для каждого кассира или счета;
- отчет показывает, что клиенты не полностью оплатили свои заказы;
- все финансовые операции находятся под полным контролем. вы можете легко отслеживать, на что вы тратите больше всего денег за любой период;
- ваши сотрудники могут быть легко сопоставлены по различным критериям: количество программ, обслуживание клиентов, планируемый и фактический доход
- в отчетах указывается общее количество часто используемых транспортных средств и связанных с ними применений;
- благодаря плану погрузки, вы будете располагать необходимой информацией в графике погрузки на каждый день и не забудете машину;
- вы всегда знаете, какие документы отсутствуют в заявке, а какие еще не были подтверждены;
- программа сообщит вам, какие контракты истекают в ближайшее время
- интеграция с mtt обеспечивает мобильность ваших сотрудников, помогает загружать машину быстрее и точнее;
- вы можете загрузить необходимую информацию на свой сайт, чтобы отслеживать статус заказа, адрес доставки и другие параметры - есть много вариантов;
- ультрасовременная функция связи с атс для просмотра информации о звонящем, немедленного контакта с клиентом по имени, поиска информации о клиенте;
- если вы отправляете свою территорию в vso - система предоставит вам единую учетную запись всех процессов;
- вы можете быстро ввести необходимую начальную информацию. это делается с помощью удобного ручного доступа или импорта данных;
- мы добавили много отличных шаблонов, чтобы сделать работу в нашей программе более приятной;
- интерфейс программы настолько прост, что дети могут быстро его освоить.

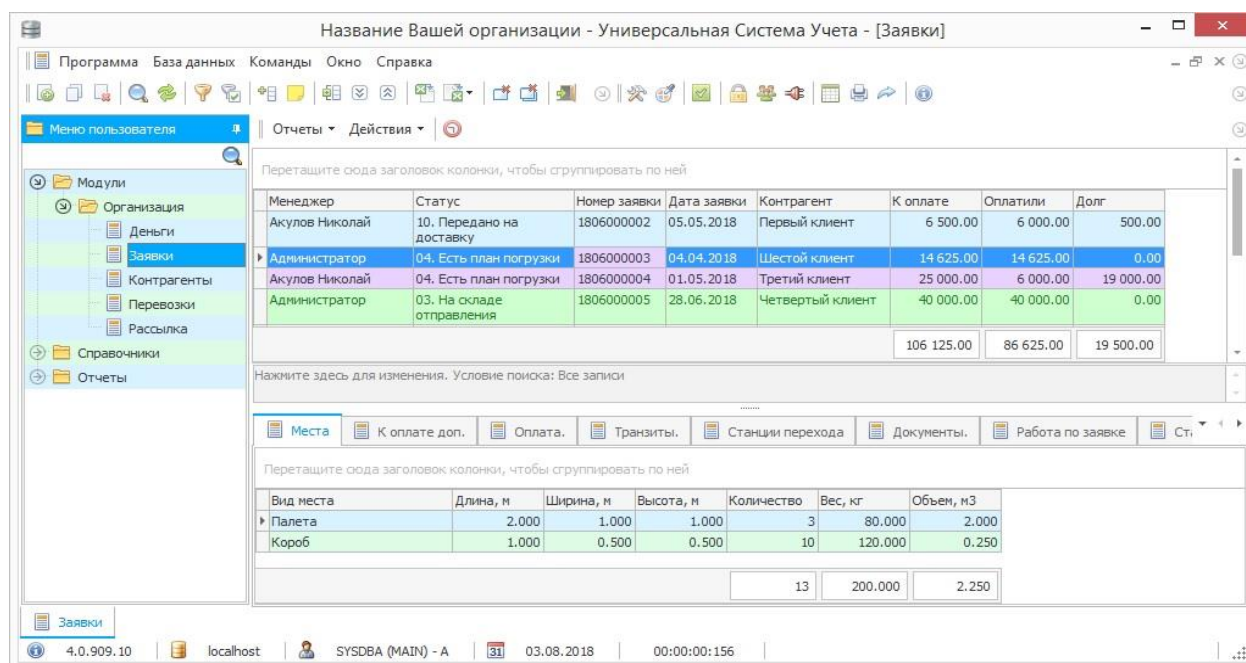


Рис. 3. Обзор программы

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изученные особенности различных видов транспорта позволили дать рекомендации по взаимодействию в их мультимодальных направлениях.

2. График оптимизации, созданный, прежде всего, для учебного процесса, так же может быть использовано в практических целях.

3. Реализация принципов логистики осуществляется с учетом существующих условий и возможностей для заказчика и оператора.

4. Задача поиска оптимального маршрута с учетом рассмотренных факторов была сведена к ответственности заказ и доступность финансовых ресурсов у клиента.

4. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 г. «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» [In Russian: *Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. DP-4947 dated February 7, 2017 «On the Strategy for the Further Development of the Republic of Uzbekistan»*].
2. Постановление Президента Республики Узбекистан №ПП-3589 от 6 марта 2018 г. «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы управления автомобильным транспортом» [In Russian: *Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan No. RP-3589 dated March 6, 2018 «On measures to further improve the road transport management system»*].
3. Указ Президента Республики Узбекистан №УП-5647 от 1 февраля 2019 г. «О мерах по коренному совершенствованию системы государственного управления в сфере транспорт» [In Russian: *Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. DP-5647 dated February 1, 2019 «On measures to radically improve the public administration system in the field of transport»*].
4. Бауэрсокс Д., Клосс Д. Логистика: интегрированная цепь поставок. – М.: ЗАО Олимп-Бизнес, 2001 г. [In Russian: Bowersox, D., Closs, D. *Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process*. Moscow: ZAO Olymp-Biznes, 2001].
5. Кристофер М. Логистика и управление цепями поставок. – СПб: Питер, 2005. [In Russian: Kristofer, M. *Logistics & Supply Chain Management*. Saint Petersburg, 2005.].
6. Беспалов Р. Транспортная логистика. Новейшие технологии построения эффективной системы доставки. – Москва: Вершина, 2007. – 384 с. [In Russian: Bepalov, R. *Transport logistics. The latest technologies for building an effective delivery system*. Moscow: Vershina, 2007, 384 p.].
7. Балгабеков Т.К. Кошмаганбетова А.С. Факторы, влияющие на эффективность эксплуатации грузовых автомобилей. – Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 12 (часть 2) – С. 190-194. [In Russian: Balgabekov, T.K. Koshmaganbetova, A.S. Factors Affecting the Efficiency of the Operation of Trucks. *International Journal of Experimental Education*].
8. Бочкарев А.А. Планирование и моделирование цепи поставок. – Изд.: Альфа-Пресс, 2008. [In Russian: Bochkaev, A.A. *Supply chain planning and modeling*. Alfa-Press, 2008].
9. Бошеров С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. – М., Статистика, 1993 – 213 с. [In Russian: Boshеров, S.D. Gurvich, F.G. *Mathematical and statistical methods of expert assessments*. Moscow: Statistika, 1993].
10. Арифжанова Н.З. Моделирование процессов перевозок на автомобильном транспорте. ТИПСЭАД, 2018, с. 7-8. [In Russian: Arifzhanova, N.Z. *Modeling of transportation processes in road transport*. TIRDCE, 2018, pp. 7-8].
11. Yo'ldoshev A.A. Matematik modellashirish fanidan ta'lim texnologiyasi. Uslubiy qo'llanma. – Yangi pedagogik va axborot texnologiyalarining modul tizimidan foydalangan holda fan bo'yicha o'quv materiallar majmuasi seriyasidan.-TIMI BF 2014 yil. [In Uzbek: Yuldashev, A.A. *Educational Technology in Mathematical Modeling. A guide. From a series of science teaching materials using a new pedagogical and information technology modular system*. TIMI BF, 2014].
12. Универсальная система учета. Программа для доставки. [In Russian: Universal accounting system. Delivery program] Available at: http://ussoft.uz/uz/programma_dlya_dostavki.php
13. Бутаев Ш. А., Сидикназаров В. М., Муродов А., Кузиев А. О. Логистика (Управление цепочками поставок). Т.: Экстремум-ПРЕССА. 2012. С. 207. [In Russian: Butaev, Sh.A., Sidiknazarov, V.M., Murodov A., Kuziev A.O. *Logistics (Supply Chain Management)*. Tashkent: Ekstremum-PRESSA. 2012, p. 207].
14. А. В. Вельможин, В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Куликов. Грузовые автомобильные перевозки: Учебник для вузов. – М.: Горячая линия - Телеком, 2007 - 560 с. [In Russian: Velmozhin, A.V., Gudkov, V.A., Mirotin, L.B., Kulikov, A.V. *Road Freight Transport: A Textbook for Universities*. Moscow: Goryachaya Liniya – Telekom, 2007, 560 p.].
15. Гёттинг Б. Международная производственная кооперация в промышленности: Роль логистики в усилении конкурентоспособности хозяйственных структур. / Барбара Гёттинг М.: Дело, 2002. [In Russian: Götting B. *International production cooperation in industry: The role of logistics in enhancing the competitiveness of economic structures*. Moscow: Delo, 2002].
16. В.А. Губанов, В.В. Захаров, А.Н. Коваленко. Введение в системный анализ. – Издательство Санкт-Петербургского университета, 1988 г. [In Russian: Gubanov V.A., Zakharov V.V., Kovalenko A.N. *Introduction to systems analysis*].
17. Демиденко Е.З. Линейная и нелинейная регрессии. –М.: Финансы и статистика, 1981. – 304 с. [In Russian: Demidenko, V.V. *Linear and nonlinear regression*. Moscow: Finansi i statistika, 1981, 304 p.].
18. Дыбская В. В., Зайцев Е. И., Сергеев В. И., Стерлигова А. Н. Логистика. Интеграция и оптимизация логистических бизнес-процессов в цепях поставок. – М.: Эксмо, 2011, 944 с. [In Russian: Dibskaya, V.V., Zaytsev, E.I., Sergeev V.I., Sterligova, A.N. *Logistics. Integration and optimization of logistics business processes in supply chains*. Moscow: Eksmo, 2011, 944 p.].
19. Елисеева И.И. Эконометрика: Учебник. – М.: Финансы и статистика, 2003 – 100; с. 47-48 [In Russian: Eliseeva I.I. *Econometrics: A Textbook*. Moscow: Finansi i statistika, 2003].
20. Архипов, А.В. Обобщенная задача оперативного планирования работ в производственно-логистических сетях. / А.В. Архипов, Д. А. Иванов // Информационные технологии. 2005. - №3. [In Russian: Arkhipov, A.V.,

- Ivanov, D.A. Generalized task of operational planning of work in production and logistics networks. *Informatsionnye tekhnologii*, 2005]
21. Белов Л.Б. Использование системы сбалансированных показателей для оценки эффективности логистики снабжения. // Логистика и управление цепями поставок, - 2004. - №4-5 (5). – с. 50-58. [In Russian: Belov, L.B. Using a balanced scorecard to assess the effectiveness of supply logistics. *Logistics and supply chain management*, 2004 - No. 4-5 (5) – pp. 50-58].
22. Архипов А.В., Иванов Д.А. Управление цепями поставок в виртуальных предприятиях // Логистика и управления цепями поставок, №1, 2004, С.36-40. [In Russian: Arkhipov, A.V., Ivanov, D.A. Supply chain management in virtual enterprises. *Logistics and supply chain management*, 2004 – No. 1 – pp. 36-40].
23. Архипов А.В., Иванов Д.А., Соколов Б.В. Синтез логистических цепей виртуальных предприятий // Известия ВУЗов. Приборостроение, №5, 2005, С. 9-14. [In Russian: Arkhipov, A.V., Ivanov, D.A., Sokolov, B.V. Synthesis of supply chains of virtual enterprises. *Proceedings of Higher Educational Institutions. Instrument Making*, 2005, No. 5, pp. 9-14].

УДК 005.92**STORAGE OF TECHNICAL DOCUMENTATION FOR SIGNALLING,
CENTRALISATION AND BLOCKING BASED ON DIGITAL TECHNOLOGIES****Dilshod BARATOV***, DSc, Docent**Nazirjon ARIPOV**, Doctor of technical sciences, Professor

Tashkent State University of Transport

1, Adilkhozhaev st., Tashkent, 100167, Uzbekistan,

*Tel.: +998 (90) 919 50 99

*E-mail: baratovdx@yandex.ru

*Telegram: @baratovdilshod

Abstract: Methods of storing technical documentation based on digital technologies are considered, and the architecture of an automated system for accounting and control of railway automation and telemechanics devices is presented.

Keywords: Storage of technical documentation, automated system, accounting and control, scheme of functioning of the automated system.

**РАҚАМЛИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРГА АСОСЛАНГАН ТЕМИР ЙЎЛ АВТОМАТИКА ВА
ТЕЛЕМЕХАНИКА ТЕХНИК ҲУЖЖАТЛАРИНИ САҚЛАШ****Дилшод БАРАТОВ***, т.ф.д., доцент**Назиржон АРИПОВ**, т.ф.д., профессор

Тошкент Давлат Транспорт Университети

100167, Тошкент, Ўзбекистон, Одилахўжаев кўч., 1

*Tel.: +998 (90) 919 50 99

*E-mail: baratovdx@yandex.ru

*Telegram: @baratovdilshod

Аннотация. Рақамли технологияларни қўллаган ҳолда техник ҳужжатларни сақлаш усуллари қўлланилган, темир йўл транспортида автоматика ва телемеханика қурилмаларини ҳисобга олиш ва назорат қилишнинг автоматлаштирилган тизим тузилмаси келтирилган.

Калит сўзлар. Техник ҳужжатларни сақлаш, автоматлаштирилган тизим, назорат ва ҳисоб, автоматлаштирилган тизим ишлашининг схемаси.

**ХРАНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ХОЗЯЙСТВА СИГНАЛИЗАЦИИ,
ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ И БЛОКИРОВКИ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ****Дилшод БАРАТОВ***, д.т.н., доцент**Назиржон АРИПОВ**, д.т.н., профессор

Ташкентский Государственный Транспортный Университет

100167, Ташкент, Узбекистан, ул. Адылхожаева, 1

*Tel.: +998 (90) 919 50 99

*E-mail: baratovdx@yandex.ru

*Telegram: @baratovdilshod

Аннотация. Рассмотрены способы хранения технической документации с применением цифровых технологий, представлена архитектура автоматизированной системы учета и контроля устройств железнодорожной автоматики и телемеханики

Ключевые слова. Хранение технической документации, автоматизированная система, учет и контроль, схема функционирования автоматизированной системы.

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время хранение технической документации на устройства ЖАТ осуществляется преимущественно по «бумажной технологии». Это связано с тем, что традиционно проектная документация изготавливается и передается заказчику на бумажных носителях с согласующими и утверждающими подписями ответственных лиц.

«Бумажная технология» хранения документации имеет ряд серьезных недостатков, вызванных необходимостью выделения дополнительных площадей под хранение технической документации, быстрым ветшанием документации, необходимостью привлечения дополнительного эксплуатационного штата и др.

В настоящее время система ведения нормативно-справочной информации в большинстве случаев также осуществляется по технологии «бумажного» документооборота и не обеспечивает оперативного распространения среди проектных организаций и линейных подразделений служб Ш, имеет сложную процедуру сверки и внесения изменений в учтенные экземпляры технической документации, требует привлечения дополнительных ресурсов для своего функционирования.

Цифровые форматы технической документации, полученные на различных инструментальных средствах, как правило, не согласованы между собой, что является серьезным препятствием для внедрения системы ЭДТД [1-3].

Ведение технической документации в подразделениях управления сигнализации и связи Ш осуществляют группы технической документации (ГТД) дистанции сигнализации и связи, технических отделов служб Ш и дорожных лабораторий. Деятельность ГТД регламентирована следующими нормативными документами:

- инструкцией по содержанию ТД на устройства СЦБ (НШ-01);
- инструкцией по содержанию ТД на устройства проводной связи, радиосвязи и пассажирской автоматики (НШ-02).

Инструкции определяют следующие основные виды ТД:

- схемы принципиальные электрические;
- схемы монтажные;
- схематические планы (схемы расположения);
- таблицы;
- справочники;
- указания;
- журналы учета.

В соответствии с инструкциями ГТД выполняют следующие технологические операции с технической документацией:

- хранение документа в качестве контрольного экземпляра;
- копирование документа при необходимости;
- использование документа в качестве справочной информации;
- ведение учета и контроля технической документации;
- исправление (редактирование) и внесение изменений в документацию, с использованием сетевой компьютерной технологии и утверждением с помощью электронной подписи;
- архивирование документа;
- анализ содержания документа;
- сверка документов между собой;
- создание новых документов.

Описанные выше объекты (процессы проектирования, содержания и сопровождения технической документации) в настоящее время функционируют раздельно друг от друга. Не обеспечивается взаимный информационный обмен, что порождает значительные трудозатраты на ручной ввод информации, ее передачу, хранение и сопровождение.

Вместе с тем, в настоящее время создаются условия, позволяющие интегрировать информационные ресурсы хозяйства СЦБ для создания распределенной системы электронного документооборота, объединяющей автоматизированные рабочие места по проектированию, содержанию и сопровождению технической документации на устройства СЦБ. Реализация этой принципиально новой технологии стала возможна в результате совершенствования информационных технологий, появления цифровых каналов передачи информации, ВОЛС, нового поколения компьютерных устройств, а также:

- создания программных средств, обеспечивающих проектирование и ведение технической документации в цифровом виде;
- необходимости значительного повышения производительности труда в связи со структурной реформой отрасли;
- внедрения в АО «Узбекистон темир йуллари» корпоративных сетей передачи данных, предназначенных для реализации надежной, оперативной и защищенной передачи информации между пользователями предприятий АО «Узбекистон темир йуллари», подключенными к сети передачи данных, и обеспечения доступа их к ресурсам информационных систем АО «Узбекистон темир йуллари»;
- появления на рынке вычислительной техники высокопроизводительных хранилищ данных и сопутствующего им программного обеспечения, обеспечивающих обработку, хранение и передачу значительных объемов информации [5-6].

Задачей программы технического и технологического перевооружения хозяйства СЦБ железных дорог является разработка Интегрированной информационной системы хозяйства сигнализации, централизации и блокировки (ИИС СЦБ).

ИИС СЦБ предназначена для информационной интеграции проектных институтов отрасли и структурных подразделений хозяйства сигнализации, централизации и блокировки железных дорог (Ш, ШЛ, ШЧ) в процессе проектирования, содержания и сопровождения технической документации ЖАТ в электронном виде.

Для развития ИИС СЦБ необходимо внедрение в хозяйстве СЦБ современной системы ЭДТД, обеспечивающей существенное повышение качества проектирования, содержания и сопровождения технической документации ЖАТ, в том числе:

а) В части проектирования устройств СЦБ:

- Повышение качества проектной продукции за счет использования единой базы данных нормативно-справочной информации, единства проектных решений, условных обозначений, форматов представления документации и т.п. Внедрение в практику проектирования систем СЦБ передовой технологии комплексного («сквозного») проектирования;

- Повышение производительности труда и сокращение сроков проектирования за счет автоматизации рутинных проектных операций и сокращения доли ручного труда;

- Повышение уровня автоматизации проектных работ за счет использования современных средств вычислительной и множительной техники.

б) В части хранения (содержания) технической документации в отраслевом банке данных проектной продукции и нормативно-справочной информации:

- Повышение производительности труда при поиске и передаче технической документации. Организация оперативного доступа и получения технической документации со стороны участников документооборота и подсистем ИИС СЦБ;

- Обеспечение достоверности технической документации, хранящейся в отраслевом банке данных, за счет регламентации проведения работ по сверке технической документации на соответствие действующим устройствам СЦБ;

- Повышение сохранности технической документации;

- Сокращение площадей производственных помещений, выделяемых под хранение технической документации.

в) В части ведения (сопровождения) технической документации в подразделениях служб СЦБ.

- Повышение качества технической документации за счет использования единой базы нормативно-справочной информации отраслевого банка данных;

- Сокращение времени поиска необходимой информации;

- Сокращение времени получения копий документации;

- Сокращение затрат времени и повышение качества контроля изменений, вносимых в документацию;

- Сокращение площадей, отводимых под хранение технической документации;

- Сокращение числа отказов устройств.

- Экономия эксплуатационных расходов дистанции.

В автоматизированных системах разработки, проектирования, содержания, сопровождения, пуска наладки, модернизации и утилизации предусматривается автоматизация следующих технологических процессов:

- проектирование устройств СЦБ (формирование технической документации в электронном виде);

- передача технической документации в отраслевой банк данных проектной продукции и нормативно-справочной информации;

- хранение (содержание) технической документации в отраслевом банке данных проектной продукции и нормативно-справочной информации;

- получение технической документации из отраслевого банка данных проектной продукции и нормативно-справочной информации по запросам пользователей;

- ведение (сопровождение) технической документации в подразделениях служб Ш дорог (Ш, ШЛ, ШЧ);

- формирование и передача обобщенной информации по технической документации ЖАТ в вышестоящие и смежные системы интегрированной информационной системы хозяйства СЦБ (ИИС СЦБ).

2. АРХИТЕКТУРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ УСТРОЙСТВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

Для апробации полученной теоретической базы разработана автоматизированная система учета и контроля устройств железнодорожной автоматики и телемеханики. Автоматизированная система проходит испытания в Ташкентской дистанции сигнализации и связи ШЧ-1.

Серверная часть

Сервер используется с операционной системой Windows. Требования к конфигурации компьютера:

- частоту процессора – не менее 2,52 ГГц;

- объем ОЗУ – не менее 512 Мб;

- объем свободного дискового пространство – не менее 16 Гб.

На сервере должно быть установлено следующее дополнительное программное обеспечение в виде:

- MS SQL Server 2008;

- MS Visual Studio 2010.

Учитывая, что на сервере будет располагаться и обрабатываться большое количество материалов как текстовых, рекомендуемые параметры ресурсов следующие:

- частота процессора – 2 ГГц;

- объем ОЗУ – 3 Гб;

- объем жесткого диска – 500 Гб.

Сервер должен быть оснащен сетевым адаптером (со скоростью передачи данных 100 Мбит/с) для организации сетевого взаимодействия.

Клиентская часть

Аппаратные требования, предъявляемые к рабочему месту оператора АСУ-КЖАТ, зависят от программного обеспечения, которое должно функционировать на данном компьютере.

Состав программного обеспечения для рабочего места оператора включает:

- ОС семейства Windows версии 7.0 и выше;
- Microsoft Office 2010;
- Microsoft.NET Framework 4.0.

Рекомендуемые аппаратные требования для места оператора:

- частота процессора – 2ГГц;
- объем ОЗУ – 3Гб;
- объем свободного дискового пространство – 80Гб;
- сетевой адаптер со скоростью передачи данных 100 Мбит/с.

АСУ-КЖАТ представляет собой с одной стороны обширную базу данных, хранящую в себе полную информацию об установленном оборудовании, включая его историю. С другой стороны, АСУ-КЖАТ является клиентской частью, которая работает с этой базой данных и реализует потребности различных служб [6-7].

На рис.1 приведена схема архитектуры программного комплекса АСУ-КЖАТ. Данный системный комплекс будет распространяться через Ремонтно-технологические участки (РТУ) дистанции сигнализации и связи (ШЧ) АО «Узбекистон темир йуллари» с использованием серверов АСУ-КЖАТ и базы данных.

3. ОПИСАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ УСТРОЙСТВ СЖАТ

Автоматизированная система учета и контроля устройств СЖАТ предназначена для автоматизации учета и контроля приборов железнодорожной автоматики и телемеханики, а также для планирования работы ремонтно-технологического участка (РТУ) или контрольно-измерительного пункта (КИП).

Создание АСУ-КЖАТ ставит своей целью повышение качества и оперативности выполнения работ по замене и ремонту устройств СЦБ, обоснованности принятия решений специалистами и руководителями дистанции сигнализации и связи ШЧ, управлений сигнализации и связи Ш и лаборатории автоматики и телемеханики ШЛ путем автоматизации процессов планирования, оптимизации и контроля исполнения работ.

Автоматизированная система применяется в дистанциях автоматики и телемеханики железной дороги. Основные функции автоматизированной системы:

- создание и ведение базы данных, включающей паспорта конкретных приборов и информацию о месте их установки;
 - сопровождение перемещений приборов в связи с периодическими заменами, списаниями, поступлениями и др.;
 - планирование замены приборов с выдачей технологически необходимой информации;
 - контроль выполнения планов замены приборов;
 - анализ отказов приборов устройств сигнализации, централизации и блокировки;
 - планирование работы ремонтно-технологических участков;
 - выдача выходных документов, возможность поиска приборов в базе данных по произвольным запросам.
- Задачи и функции, выполняемые АСУ-КЖАТ, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Задачи и функции, выполняемые АСУ-КЖАТ		
Функции	Содержание	Периодичность
1-задача. Первоначальный ввод данных о приборах		
1.1. Ввод данных	Первоначальный ввод данных о приборах с разложением по станциям, перегонам, локомотивам, работникам.	При установке
1.2. Формирование справок	Просмотр и печать оперативных справок о размещении приборов.	По запросу
2-задача. Учет и контроль за перемещением приборов и их технологическим состоянием		
2.1. Учет поступления новых приборов на дистанцию	Ввод в БД АСУ-КЖАТ данных о приборах, вновь поступивших на дистанцию (в обменный фонд РТУ).	По факту события
2.2. Учет списания приборов	Ввод данных о списании приборов с формированием документов на списание (из обменного фонда РТУ).	По факту события
2.3. Учет выхода приборов из ремонта	Фиксация данных о выполнении работ по проверке и ремонту приборов с учетом выполнения плановых заданий работниками РТУ. Формирование данных о рекламации в случае проверки вновь поступивших приборов.	Ежедневно

Продолжение табл. 1

2.4. Учет плановых замен приборов	Фиксация в БД данных о перемещении приборов из РТУ на линию и обратно на основании информации бригады комплексной замены или линейных механиков.	По факту события
2.5. Учет замены по отказу	Фиксация оперативной информации по отказам приборов с формированием данных.	По факту события
2.6. Учет пополнения запаса	Фиксация информации о перемещении приборов из РТУ в запас.	По необходимости
2.7. Учет консервации приборов	Фиксация временного вывода приборов из работы и возвращение их в нормальный технологический цикл.	По необходимости
2.8. Учет демонтажа приборов	Фиксация демонтажа приборов и (или) мест их размещения.	По необходимости
2.9. Учет перемещения приборов между обменным фондом и складом	Фиксация ввода приборов долговременного хранения в технологию замены через обменный фонд и обратной процедуры.	По необходимости
3-задача. Планирование работы участков РТУ		
3.1. Формирование расчетных планов	Формирование расчетных планов на месяц, год или произвольный период с учетом календарных сроков замены или фактически отработанных ресурсов (на базе имитационного моделирования).	По регламенту и по запросу
3.2. Оптимизация расчетных планов	Формирование оптимальных планов замены приборов.	По регламенту и по запросу
3.3. Корректировка расчетных планов	Ручная корректировка планов замены приборов.	По регламенту и по запросу
3.4. Получение выходных документов по расчетным планам	Получение документов и их архивов по расчетным планам.	По регламенту и по запросу
3.5. Формирование планов по ремонту и проверке приборов в РТУ	Формирование планов по ремонту и проверке приборов с учетом расчетных планов, комплектности замены, наличия штата РТУ и обменного фонда.	По регламенту и по запросу
3.5.1. Оптимизация планов по ремонту и проверке приборов	Формирование оптимального плана по ремонту и проверке приборов в РТУ с учетом технологии проверки, квалификации сотрудников, внеплановых работ и др.	По регламенту и по запросу
3.5.2. Корректировка планов по ремонту и проверке приборов	Ручная корректировка индивидуальных плановых заданий работникам РТУ по ремонту и проверке приборов.	По регламенту и по запросу
3.5.3. Получение выходных документов по индивидуальным плановым заданиям	Получение документов их архивов по индивидуальным плановым заданиям по ремонту и проверке приборов.	По регламенту и по запросу
4-задача. Формирование нормативных документов и документов произвольной формы для пользователей дистанции сигнализации и связи ШЧ, управлений сигнализации и связи Ш и лаборатории автоматики и телемеханики ШЛ		
4.1. Формирование запросов	Формирование запросов пользователей о приеме данных и получения ответа для обеспечения обмена данными между БД разных уровней управления (ШЧ, Ш, ШЛ).	Ежедневно
4.2. Формирование документов установленной формы	Балансовая справка и ее производные.	По запросу
4.3. Формирование документов произвольной формы.	Формирование документов и экранных форм с набором колонок, выбранных пользователем на множестве данных о приборах, хранящихся в БД АСУ-КЖАТ на дорожном и дистанционном уровнях.	По запросу
4.4. Формирование документов для анализа отказов	Формирование технических заключений анализа отказов.	По факту события и по запросу
5-задача. Сервисное обеспечение комплекса		
5.1 Ведение и просмотр справочников	Работа со справочниками: Типов приборов, Работников РТУ, Объектов дистанции, состава запаса, Полкамест и подмест в оборудовании, принудительная перезагрузка всех справочников.	По запросу

Продолжение табл. 1

5.3 Настройка ПО, помощь	Редактирование пользовательских настроек работы с программой. Показ помощи по программе. Работа с открытыми окнами в ПО. Обеспечивает возможность просмотра прав доступа пользователя к функциям ПО. Производит вызов автоматического обновления версии ПО.	По запросу
5.4 Работа с дублями приборов	Обеспечивает функциональность по выявлению дублей приборов в базе данных.	По запросу

4. КОМПОНЕНТЫ ЦИФРОВОЙ-ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ СИСТЕМЫ

Функционирование АСУ-КЖАТ основано на использовании специальной программы — сервера документооборота. Сервер осуществляет основные функции, обеспечивающие работу пользователей: поиск оборудования из базы, отчет о количестве устройств, чтение QR-кода. До тех пор, пока основная программа не будет запущена, взаимодействие пользователей с системой документооборота и работа с документами невозможна.

Программа-сервер АСУ-КЖАТ выполняется на компьютере, подключенном к сети дистанции сигнализации и связи, который также называют сервером. Для сервера возможно выделить отдельный компьютер или использовать одну из рабочих станций сети. Необходимо отметить, однако, что регистрация новых приборов и создание связанных с приборами заданий и отчетов приводят к росту размера базы данных и увеличению занимаемого ею дискового пространства, поэтому следует обеспечить достаточную емкость жестких дисков с учетом перспектив роста потока информации.

Административная часть программы. Система, с которой работает много пользователей, должна иметь централизованное управление [8-10]. Эту функцию выполняет специально выделенный сотрудник или сотрудники, осуществляющие единую согласованную политику настройки и управления системой, которых называют администраторами системы.

В обязанности администратора системы входит, в частности, следующее:

- отражение в системе текущей структуры организации;
- регистрация пользователей;
- просмотр системных сообщений и сообщений об ошибках;
- актуализация таблиц базы данных.

Кроме указанных функций, администратор системы также обеспечивает запуск и остановку сервера АСУ-КЖАТ, настройку и обслуживание системы, создание резервных копий баз данных системы и восстановление работоспособности системы в случае сбоев.

Пользовательская часть. Сотрудники дистанции сигнализации и связи, зарегистрированные в системе, определяемой их служебными обязанностями, называются пользователями системы. В зависимости от рода деятельности пользователю системы присваиваются администратором права на выполнение определенных действий и доступ к определенным функциям.

Пользователям системы можно присвоить следующие права:

- Ведение нового раздела
- Ведение нового оборудования
- Ведение информации о ремонте
- Ведение информацию о запасе
- Печать QR-кода
- Чтение QR-кода.

5. ВЫБОР ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Создание проекта проходило на языке программирования «C#» в среде «VisualStudio 2010», использующей NetFramework 4.0 версии. Язык «C#» является гибким и удобным, позволяя создавать в кратчайшие сроки приличные программные продукты. Встроенные в язык средства работы с памятью также облегчают труд программиста» [11]. Но имеются и недостатки у этого языка, выражающиеся в замедленной работе приложений на слабых компьютерах.

Программа состоит из двух основных частей: пользователя и сервера. Сервер соединяется с базой данных, а пользователи, в свою очередь, подключаются к данному серверу для обмена информацией, получением и записью данных. В качестве базы данных выбрана система MSSQL.

Соединение пользователей с сервером осуществляется по протоколу TCP/IP, чтобы избежать потерь важных данных. К тому же сетевые технологии позволяют использовать высокоскоростные каналы связи за относительно небольшие финансовые вложения. Падение цен на телекоммуникационное оборудование повсеместно связано с научно-техническим прогрессом.

При данной схеме база данных и серверная часть программы электронного документооборота могут находиться на одном сервере. Это позволяет снизить требования к оборудованию и снизить нагрузку на отдельные узлы сетевой инфраструктуры.

База данных состоит из ряда необходимых таблиц, таких как таблица пользователей системы (Users), таблица устройств (Pribor), таблица параметры приборов (Parametr) и других таблиц. Каждому прибору при регистрации присваивается несколько реквизитов, позволяющих быстро найти их с помощью поиска в базе данных. Так как система представляет собой оконный вариант, при работе которого имеется переход от одного окна к другому. Также программа имеет базу данных в виде пользователь-сервера.

Программа-сервер выполняет несколько функций:

- обработка запросов пользователей;
- вывод необходимой информации;
- служит посредником между пользователем и базой данных;
- осуществляет процедуру регистрации пользователей.

Структурная схема функционирования автоматизированной системы учета и контроля устройств СЦБ представлена на рис. 1.

Запросы к серверной программе должны поступать по протоколу TCP/IP, так как данные не должны теряться по пути следования. В качестве программных средств передачи данных было решено использовать набор низкоуровневых классов Socket, позволяющих работать с управляемыми соединениями. Так как пользователей в данной системе может быть несколько (программно не должно быть ограничений в количестве пользователей; их число ограничивается пропускной способностью сети и производительностью оборудования), то программа-сервер должна работать с ними по отдельности. Таким образом, планируется выделять пользователей в самостоятельные потоки, которые будут рождаться при получении сигнала о новом подключении и закрываться при отсоединении пользователя. Необходимо создать несколько возможных типов сетевых запросов, позволяющих работать в разных режимах передачи данных: отправка, получение, отправка и получение одновременно.

Для соблюдения принципов объектно-ориентированного программирования требуется разделить код по смысловым признакам в отдельные классы. Исходя из функций, выполняемых программой-сервером, можно выделить три основных класса:

- класс интерфейса для взаимодействия с пользователем;
- класс сетевого взаимодействия с пользователями;
- класс связи с базой данных.

Все эти классы взаимосвязаны и служат для обработки команд пользователей. Сначала инициализируется программа, затем включаются указанные основные классы. Сетевой класс получает команды от пользователя, для их выполнения использует вспомогательный класс взаимодействия с базой данных, при необходимости отправляет ответ пользователю и отражает результаты своей работы на пользовательский интерфейс. Также могут использоваться дополнительные структурные звенья. С помощью такого деления на классы реализуется инкапсуляция - это механизм программирования, объединяющий данные и код в одном блоке, предохраняющий их от вмешательства извне.

«Инкапсуляция позволяет объединить данные и код в объект и скрыть реализацию объекта от пользователя. При этом пользователю предоставляется только спецификация (интерфейс) объекта. Пользователь может взаимодействовать с объектом только через этот интерфейс» [12-16].

Чтобы определить состояние сервера и правильность выполнения запросов пользователей необходимо использовать компонент для записи служебной информации в реальном времени [17-18]. Этот пополняемый список, так называемый журнал событий или лог, должен располагаться в основном окне программы-сервера, чтобы наиболее удобным образом отразить информацию для администратора системы. Сюда должны попадать, главным образом, результаты обработки запросов к базе данных, так как это является очень уязвимым местом в системе, особенно если программа-сервер и хранилище данных находятся физически на разных компьютерах.

Для сокращения числа дополнительных программ в интерфейс сервера необходимо встроить средство регистрации пользователей системы. В качестве основных идентификационных данных должно быть внесено имя пользователя (логин или псевдоним), настоящее имя, фамилия и отчество, а также пароль. Также необходимо учесть и дополнительные идентификаторы пользователя в организации: номер телефона, адрес нахождения и e-mail. Чтобы повысить уровень безопасности системы пароль нужно хранить в базе данных в зашифрованном виде.

Последний, но немаловажный элемент в сервере – это настроечные параметры соединения с базой данных и ее стартовое развертывание. Чтобы сервер мог использовать в качестве источника данных произвольный доступный узел сети, необходимо дать возможность администратору задавать параметры подключения к серверу базы данных. В параметры подключения входит IP-адрес компьютера, содержащего базу данных, имя самой базы, логин и пароль пользователя, имеющего доступ к совершению процедур чтения, записи и обновления таблиц базы данных. Также к серверу должна быть присоединена утилита для начального создания таблиц в базе и их заполнения необходимыми значениями. Это позволит без помощи сторонних программ (возможно даже платных) и знания языка SQL подготовить данную систему документооборота к работе.

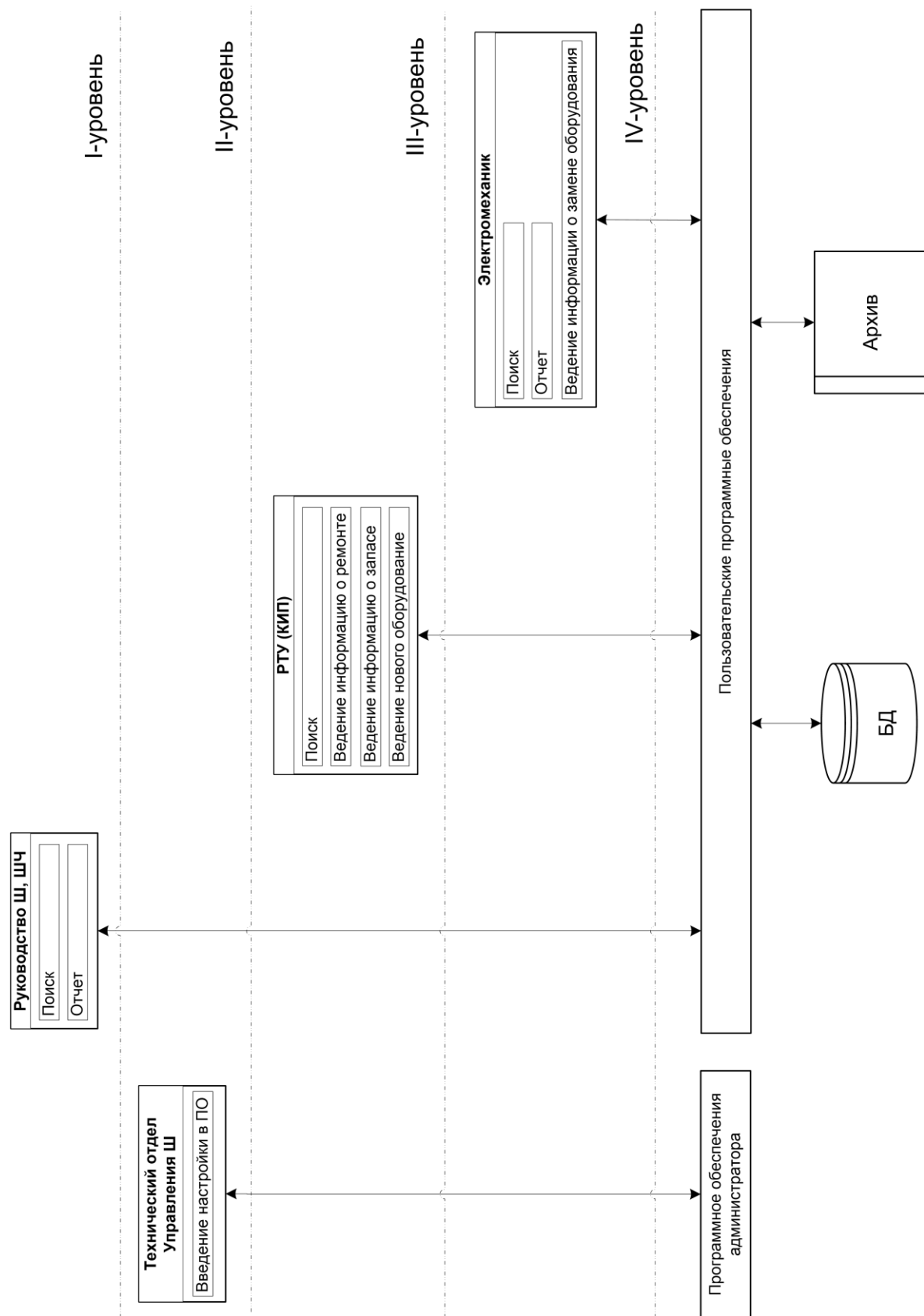


Рис. 1. Схема функционирования автоматизированной системы учета и контроля устройств СЦБ

6. ВЫВОДЫ

Установлено, что электронный документооборот на основе наиболее полного функционального обеспечения и разработки цифровой-исполнительной части системы для контроля и учета устройств железнодорожной автоматики и телемеханики в виде АСУ-КЖАТ позволяет существенно повысить эффективность работы управления и дистанций сигнализации и связи, а также предприятий, связанных с обработкой технической документации.

Предложенная структура базы данных технической документации хозяйства автоматики и телемеханики обеспечивает хранение всех типов технических документов при организации ЭДТД.

Описаны основные составляющие АСУ-КЖАТ, структура обработки данных, концептуальная модель, схема функционирования, особенности проектирования разработанной автоматизированной системы учета и контроля.

Разработанные функциональные особенности автоматизированной системы учета и контроля устройств сигнализации, централизации и блокировки состоят в принципе построения архитектуры, схеме функционирования, процедуре изменения данных.

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шаманов В. И. Обобщенная математическая модель процесса эксплуатации систем автоматики и телемеханики //Автоматика на транспорте. – 2016. – Т. 2. – №. 2 [In Russian: Shamanov, V.I. (2016) Generalized Mathematical Model of the Process of Operating Automation Systems and Telemechanics. *Automation on Transport*].
2. Арипов Н. М., Баратов Д. Х. Методика построения математической модели электронного документооборота технической документации железнодорожной автоматики //Автоматика на транспорте. – 2017. – Т. 3. – №. 1. [In Russian: Aripov, N.M., Baratov, D. Kh. Methods for Constructing a Mathematical Model of Electronic Document Management of Technical Documentation for Railway Automation. *Automation on Transport*. 2017, Vol. 3, No. 1.].
3. 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. – С. 52-59. [In Russian: Bulavskiy, P.E., Markov, D.S. Hierarchical Multi-Matrix Formalization of the Simulation Model of Electronic Document Management of Technical Documentation. *The Collection of scientific papers: "Topical Issues of Development of Systems of Railway Automation and Telemechanics"*. Edited by Sapozhnikov, V.I.V. SPb.: PGUPS Publ. 2013, pp. 52-59].
4. 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. Bulavskiy, P.E. Monitoring and Management of Design and Construction of Signaling Systems. *Automation, Communication and Informatics*. 2009, No. 12, pp. 5-7].
5. Булавский П. Е. Концептуальная модель электронного документооборота технической документации. // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. – 2011. – №. 1 (32). – С.60-63. [In Russian: Bulavskiy, P.E. Conceptual Model of Electronic Document Management of Technical Documentation. *The journal about science, practice, economics "Transport of the Russian Federation"*. 2011, No. 1(32), pp. 60-63].
6. Aripov N. et al. Features of Construction of Systems of Railway Automatics and Telemechanics at the Organization of High-Speed Traffic in the Republic of Uzbekistan //Procedia Engineering. – 2016. – Т. 134. – С. 175-180.
7. Johnston W. R. et al. Learn Together Surveys: 2019 Technical Documentation and Survey Results. – 2020.
8. 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*].
9. 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*].
10. Арипов Н. М., Баратов Д. Х. О документообороте в хозяйстве автоматики и телемеханики и внедрение безбумажной технологию ведения технической документации // Вестник ТашИИТ. – 2015. – №. 2. – С. 77. [In Russian: Aripov, N.M., Baratov, D.Kh. On Document Flow in the Automation and Telemechanics Economy and the Introduction of Paperless Technology for Maintaining Technical Documentation. *Vestnik TashIIT*. 2015, No. 2, p. 77].
11. Арипов Н. М., Баратов Д. Х., Мирсалихов Э. А. Моделирование электронного документооборота технической документации железнодорожной автоматики. // Проблемы информатики и энергетики. – 2016. – №. 2. – С. 78. [In Russian: Aripov, N.M., Baratov, D.Kh., Mirsalikhov, E.A. Simulation of Electronic Document

12. 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. Volume-8, Issue-3S, February 2019, p.479-484.
13. Hamilton L. S. et al. 2019 American Teacher Panel Civic Education Survey: Technical Documentation. – 2020.
14. Клебан В.О., Новиков Ф.А. Применение конечных автоматов в документообороте // Научно-техническом вестник СПбГУ ИТМО. – 2008, - Выпуск 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].
15. Kratochwill T. R. et al. Single-case designs technical documentation //What works clearinghouse. – 2010.
16. Reiter E., Mellish C., Levine J. Automatic generation of technical documentation //Applied Artificial Intelligence an International Journal. – 1995. – Т. 9. – №. 3. – С. 259-287.
17. Круковский М.Ю. Концепция построения моделей композитного документооборота // Математичні машини і системи. – 2004. – № 2. – С.149–163 [In Russian: Krukovsky, M.Yu. (2004) The concept of constructing models of composite document flow. Mathematical machines and systems].
18. Марков Д. С., Соколов М. Б., Соколов В. Б. Формализованная схема процесса имитационного моделирования рельсовой линии. // Автоматика на транспорте. – 2020. – Т. 6. – №. 2. [In Russian: Markov, D.S., Sokolov, M.B., Sokolov, V.B. Formalized Diagram of the Rail Line Simulation Process. *Automation on Transport*. 2020, Vol. 6, No. 2].

УДК 629.42-192(075)

DIAGNOSTIC-MATHEMATICAL MODELS OF TRACTOR ASYNCHRONOUS MOTORS**Sulton AMIROV**, DSc, professor

Tashkent Institute of Railway Engineers

1, Odilkhozhaev st., 100167, Tashkent, Uzbekistan

Tel.: +998 (91) 137 02 95

E-mail: sulton.amirov@bk.ru

Nilufar AVEZOVA, DSc, professor

Physical-technical institute of the academy of sciences of the Republic of Uzbekistan

2B, Mavlyanov st., 100084, Tashkent, Uzbekistan

Tel.: +998 (93) 536 89 98;

Javharbek FAYZULLAYEV, PhD

Tashkent Institute of Railway Engineers

1, Odilkhozhaev st., 100167, Tashkent, Uzbekistan

Tel.: +998 (90) 325 11 16

E-mail: javhar2019@mail.ru

Abstract: Diagnostic and mathematical models of thermal processes of asynchronous traction motors have been developed. A traction induction motor is considered as a thermal system, consisting of three bodies (stator winding, stator magnetic circuit and rotor), in which heat transfer is taken into account not only between the corresponding bodies, but also heat exchange between each body and the environment. It is shown that the established temperature rise of the stator winding of a traction induction motor depends on the multiplicity of the stator winding current, the coefficient of electrical energy losses, and also on the temperature coefficient of resistance of the winding conductor material. At the same time, it is recommended to carry out diagnostics and control of the technical condition of the traction asynchronous motor according to the coefficient of electrical energy losses and the consumption of the stator winding insulation resource.

Keywords: Traction induction motor, thermal process, thermal model, diagnostic-mathematical model, diagnostics, electro thermal analogy, current multiplicity, coefficient of electrical energy loss, consumption of insulation resource.

ТОРТУВЧИ АСИНХРОН МОТОРЛАРНИНГ ДИАГНОСТИК-МАТЕМАТИК МОДЕЛЛАРИ**Султон АМИРОВ**, т.ф.д., профессор

Тошкент темир йўл муҳандислари институти

100167, Ўзбекистон, Тошкент, Одилхўжаев кўч., 1

Тел.: +998 (91) 137 02 95

E-mail: sulton.amirov@bk.ru

Нилуфар АВЕЗОВА, т.ф.д., профессор

ЎзР ФА Физика-техника институти, 100084, Ўзбекистон, Тошкент,

Чингиз Айтматов кўчаси, 2Б

Тел.: +998(93) 536 89 98

Жавҳарбек ФАЙЗУЛЛАЕВ, (PhD) докторант

Тошкент темир йўл муҳандислари институти

100167, Ўзбекистон, Тошкент, Одилхўжаев кўч., 1

Тел.: +998 (90) 325 11 16

E-mail: javhar2019@mail.ru

Аннотация: Тортувчи асинхрон мотор ўзаро иссиқлик алмашинувчи учта: статор чулғами, магнит ўтказгич(ферромагнит ўзак) ва ротор чулғами каби жисмлардан ташкил топган иссиқлик тизими сифатида қаралган ҳолат учун жисмларнинг ўзаро ва ҳар бир жисмнинг атроф-муҳит билан иссиқлик алмашинуви ҳисобга олинган ҳолат учун диагностик-математик моделлари ишлаб чиқилган. Тортувчи асинхрон мотор статор чулғами ҳароратини атроф-муҳит ҳароратига нисбатан ортишининг турғун қиймати мотор токи қарралигига, исроф коэффициентига ва чулғам материали қаршилигининг иссиқлик коэффициентига боғлиқ бўлади. Тортувчи асинхрон мотор техник ҳолатини диагностикалаш ва назорат қилиш электр энергиясининг исроф коэффициенти ва статор чулғами изоляцияси ресурси сарфи бўйича баҳолаш тавсия этилган.

Калит сўзлар: Тортувчи асинхрон мотор, иссиқлик жараёни, иссиқлик модели, диагностик-математик модель, диагностика, электр-иссиқлик аналогияси, ток қарралиги, электр энергиясининг исроф коэффициенти, статор чулғами изоляцияси ресурси сарфи.

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЯГОВЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Султон АМИРОВ, д.т.н., профессор

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

100167, Узбекистан, Ташкент, ул. Адылхаджаева, 1

Тел.: +998 (91) 137 02 95

E-mail: sulton.amirov@bk.ru

Нилуфар АВЕЗОВА, д.т.н., профессор

Физико-технический институт АН РУз, Узбекистан, 100084, Ташкент,

ул. Чингиза Айтматова, 2Б

Tel.: +998 (93) 536 89 98

Жавхарбек ФАЙЗУЛЛАЕВ, докторант (PhD)

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

100167, Узбекистан, Ташкент, ул. Адылхаджаева, 1

Тел.: +998 (90) 325 11 16

E-mail: javhar2019@mail.ru

Аннотация: Разработаны диагностические-математические модели тепловых процессов тяговых асинхронных двигателей. Тяговый асинхронный двигатель рассматривается как тепловая система, состоящая из трех тел (обмотка статора, магнитопровод статора и ротор), в которых учтен теплообмен не только между соответствующими телами, но и теплообмен между каждым телом и окружающей средой. Показано, что установившееся превышение температуры обмотки статора тягового асинхронного двигателя зависит от кратности тока обмотки статора, коэффициента потерь электрической энергии, а также от температурного коэффициента сопротивления материала проводника обмотки. При этом диагностику и контроль технического состояния тягового асинхронного двигателя рекомендуется осуществлять по коэффициенту потерь электрической энергии и расхода ресурса изоляции обмотки статора.

Ключевые слова: Тяговый асинхронный двигатель, тепловой процесс, тепловая модель, диагностическая-математическая модель, диагностика, электротепловая аналогия, кратность тока, коэффициент потери электрической энергии, расход ресурса изоляции.

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время самым распространенным типом электродвигателей не только на железнодорожном транспорте, но и в других отраслях промышленности, являются асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором. На сегодняшний день на электрифицированных участках железных дорог Узбекистана функционируют 49 электровазосов переменного тока и на них эксплуатируются 294 тяговых асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором (ТАД) [1]. Наилучшему использованию этих ТАД препятствует их высокая повреждаемость. Из-за несовершенства их систем функциональной диагностики ежегодно выходят из строя 20-25 % (59-74 шт.) от общего количества установленных ТАД [2]. Поэтому внедрение новых и совершенствование существующих методов и технических средств функциональной диагностики является одним из важнейших факторов повышения экономической эффективности использования ТАД.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ И ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Обмотки статора и изоляция ТАД являются самыми уязвимыми элементами в его конструкции [3]. Поэтому надежность работы ТАД в основном определяется надежностью изоляционной конструкции (изоляции). Перегрузки ТАД из-за особенностей рабочего механизма, связанного с ТАД, пусковые режимы (их продолжительность, частота), отклонения напряжения на зажимах от номинального значения и несимметрия токов в обмотках, пропадание фазы приводят к перегрузке двигателя по току [4]. Перегрузка ТАД по току, повышение температуры окружающей среды, ухудшение работы системы охлаждения приводят к перегреву витковой изоляции обмоток, в результате чего увеличивается ее тепловой износ, снижается сопротивление витковой изоляции, что в конечном итоге приводит к дальнейшему развитию ее локальных дефектов [5]. На снижение сопротивления витковой изоляции оказывают влияние влажность окружающей среды и ее агрессивность [6].

Условия нагрева отдельных частей ТАД различны. Части обмоток, расположенные внутри двигателя, подвергаются большему нагреву. Кроме этого, выделение теплоты зависит от режимов работы ТАД: в нагруженном состоянии, особенно в перегрузках, обмотки нагреваются сильнее, чем магнитопровод (сталь) и тепловая энергия передается от более нагретых обмоток к магнитопроводу, а при холостом ходе направление теплового потока меняется на обратное и происходит передача тепловой энергии от стали к обмоткам [7].

3. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ДИАГНОСТИКЕ И КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

С целью определения диагностических признаков, обоснования параметров диагностирования, контроля и критериев оценки интенсивности процесса повреждения изоляции ТАД в течение его эксплуатации, требуется произвести расчет и анализ тепловых процессов, сопровождающих электромагнитные процессы в ТАД [8]. Кроме того, с помощью теплового расчета можно найти рабочую температуру отдельных частей ТАД для конкретного режима работы и определить характерные точки для установки измерительных средств функциональной диагностики и систем контроля [9]. Составленные математические модели тепловых процессов должны учитывать режимы работы ТАД, так как при переходе двигателя с его основного номинального режима на перегрузочный, происходит неизбежный перегрев их соответствующих частей. Частые повторно-кратковременные режимы работы ТАД также приводят к его нагреванию. Поэтому разработка динамической тепловой модели для данного режима, учитывающей тепловыделение при пуске и остановке ТАД, играет важную роль не только при эксплуатации двигателя, но и при его проектировании [10].

В практике тепловых расчетов и анализа ТАД для решения задачи нагрева широко применяется метод эквивалентных тепловых схем [11, 12]. В соответствии с данным методом, исследуемый двигатель условно разделяется на отдельные тела(элементы), в той или иной степени однородности по функциональному назначению, используемому материалу, условиям выделения потерь и т.п. Точность результата возрастает с увеличением количества выделенных тел в эквивалентной тепловой схеме. Следует отметить, что результаты теплового расчета зависят не только от количества тел, но и от точности определения коэффициента теплоотдачи с поверхности нагрева, теплопроводности используемых материалов и других факторов, вносящих неопределенность в исходные данные [11].

Одноэлементная тепловая модель является наиболее простой моделью тепловых процессов ТАД, в которой он представляется единым телом [12]. Однако этот подход не оправдывает себя при режимах, когда нагрузка меняется значительно за короткий период времени и определяющей является динамика процесса, а не установившееся значение превышения температуры. При этом результаты расчета теплового процесса в ТАД значительно расходятся с характером фактического нагрева обмотки статора [13]. Кроме того, следует отметить, что такая модель непригодна для случаев, когда скорость вращения ротора ТАД регулируется частотным методом. Здесь основной проблемой является неконтролируемость перегрева роторной цепи при изменении тока намагничивания двигателя на разных скоростях. В таких случаях следует учитывать уменьшение теплоотдачи между статором и ротором, а также в окружающую среду из-за снижения частоты вращения частотно-регулируемого ТАД [14].

В таких случаях целесообразно использовать двухтельную модель (статор и ротор) теплового процесса ТАД [12]. Потери энергии возникают в статоре и роторе ТАД. Кроме электрических потерь в ТАД, имеются механические потери в подшипниковых узлах. Они в данной модели разделяются пополам и прибавляются к потерям статора и ротора. К недостаткам двухтельной модели следует отнести то, что статор, состоящий из магнитопровода и обмоток, рассматривается как единое тело, хотя их нагрев и теплоотдача существенно отличаются друг от друга, а это существенно снижает точность теплового расчета.

4. РАСЧЕТ И АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ ТРЕХТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ

Сравнительно точные результаты получаются при разделении тепловой системы ТАД на три тела: обмотка статора, магнитопровод и станина статора и ротор [15]. Здесь кроме статорных и роторных обмоток также важную роль играет магнитопровод статора. Вместе с тем, существующая трехтельная тепловая модель имеет следующий недостаток: в электрических тепловых схемах не учитываются тепловые проводимости и емкости либо между статором и ротором [15], либо между окружающей средой и соответственно статором и ротором [16]. Эти обстоятельства несколько снижают достоверность результатов расчета тепловых процессов ТАД.

В данной статье рассматривается расчет и анализ тепловых процессов ТАД с помощью его трехтельной тепловой модели с учетом тех тепловых емкостей и проводимостей, которые не были учтены в известных работах. Расчет тепловых процессов ТАД существенно упрощается, если пользоваться методом электротепловых аналогий [5].

В расчетах тепловых процессов методом электротепловой аналогии часто в качестве аналога теплового напряжения принимают разность температур между рассматриваемыми точками тепловой цепи, а в качестве теплового тока – тепловой поток в цепи [5]. Однако при такой аналогии произведение теплового потока на тепловое напряжение не имеет размерность мощности (Вт), как это имеет место в электрической цепи.

Поэтому при расчете и анализе тепловых процессов ТАД с помощью электротепловой аналогии мы воспользуемся критериями аналогии и подобия в соответствии с энергоинформационной моделью цепей различной физической природы [17].

Согласно этой модели для цепи любой (механической, электрической, магнитной, гидравлической, тепловой и т.д.) физической природы, произведение тока на напряжение имеет размерность мощности. В частности, в тепловой цепи для того чтобы произведение теплового тока на тепловое напряжение имело размерность мощности, предложено в качестве аналога для теплового тока принять производную по времени от энтропии тепловой системы S_T , т.е.:

$$I_T = \frac{dS_T}{dt}, \text{ Вт/К}, \quad (1)$$

здесь $S_T = (Q_T/\theta_{cp})$; Q_T – количество теплоты в теле при ее средней температуре θ_{cp} . Таким образом, силе теплового тока соответствует количество энтропии, протекающее через любое сечение проводника в единицу времени.

Тепловое напряжение – разность температур между соответствующими точками тепловой цепи:

$$U_T = \theta_2 - \theta_1, \text{ К}. \quad (2)$$

Теперь переходим к непосредственному расчету и анализу теплового процесса ТАД, рассматривая его как тепловую систему, состоящую из трех тел: 1 – обмотка статора; 2 – магнитопровод статора; 3 – ротор (рис.1). Тела 1, 2 и 3 обладают соответствующими тепловыми емкостями C_1 , C_2 и C_3 и связаны между собой тепловыми проводимостями λ_{12} , λ_{23} и λ_{31} , а с окружающей средой – тепловыми проводимостями λ_{10} , λ_{20} и λ_{30} . $\Delta P_1 = \Delta P_{10}(1 + \alpha_\theta \tau_1)$, ΔP_2 и ΔP_3 – потери активной мощности в соответствующих телах 1, 2 и 3, где $\Delta P_{10} = 3I_c^2 R_{c0}$ – потери активной мощности в обмотке статора при температуре, равной температуре окружающей среды; I_c – ток, потребляемый ТАД; R_{c0} – активное сопротивление обмоток статора при температуре окружающей среды; α_θ – температурный коэффициент сопротивления материала проводников обмотки; τ_1 , τ_2 и τ_3 – превышение температуры соответственно обмотки статора, магнитопровода статора и ротора над температурой окружающей среде.

При расчетах приняты следующие допущения: 1) тепловые емкости и тепловые проводимости не зависят от температуры, т.е. $C_i = \text{const}$; $\lambda_{ij} = \text{const}$; 2) тепловая емкость окружающей среды равна бесконечности, т.е. $C_{cp} = \infty$; 3) температура окружающей среды постоянна, т.е. $\vartheta_{cp} = \text{const}$.

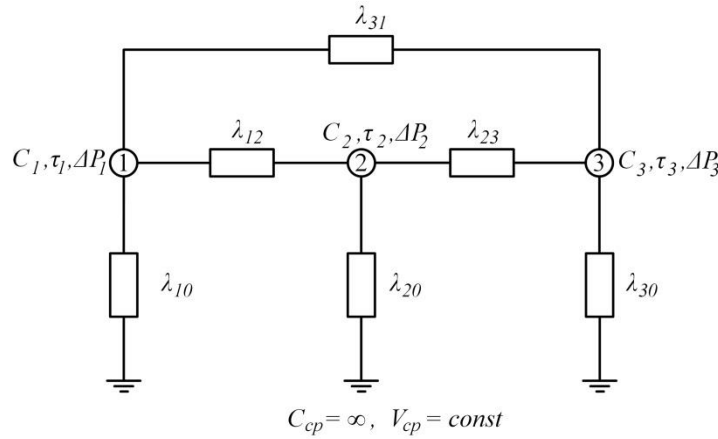


Рис.1. Тепловая схема замещения ТАД как система трех тел.

Составим уравнение теплового баланса для каждого тела – обмотки статора (тело 1), магнитопровода статора (тело 2) и ротора (тело 3):

$$\begin{aligned} C_1 \frac{d\tau_1}{dt} + \lambda_{10}\tau_1 + \lambda_{12}(\tau_1 - \tau_2) - \lambda_{31}(\tau_3 - \tau_1) &= \Delta P_1, \\ C_2 \frac{d\tau_2}{dt} + \lambda_{20}\tau_2 - \lambda_{12}(\tau_1 - \tau_2) + \lambda_{23}(\tau_2 - \tau_3) &= \Delta P_2, \\ C_3 \frac{d\tau_3}{dt} + \lambda_{30}\tau_3 + \lambda_{31}(\tau_3 - \tau_1) - \lambda_{23}(\tau_2 - \tau_3) &= \Delta P_3. \end{aligned} \quad (3)$$

Для выполнения расчетов для системы уравнений (3) требуется определить все параметры тепловой цепи, т.е. тепловые емкости, тепловые проводимости и соответствующие потери.

Тепловые емкости обмотки статора определяется по формуле $C_1 = c_1 m_1$, здесь c_1 – удельная теплоемкость меди; m_1 – масса обмотки статора. Теплоемкость стали найдем как: $C_2 = c_2 m_2 = c_2 \rho_2 \frac{\pi l(D-d)^2}{4}$, где c_2 – удельная теплоемкость материала (стали) магнитопровода; m_2 – масса магнитопровода; ρ_2 – плотность материала магнитопровода; D, d – соответственно внешний и внутренний диаметры статора; l – длина магнитопровода статора. Тепловая емкость ротора определяется как: $C_3 = c_3(m_{\text{тад}} - m_1 - m_2)$, где $m_{\text{тад}}$ – масса ТАД [18].

Активные потери в обмотке статора находятся по формуле: $\Delta P_1 = \Delta P_{10}(1 + \alpha_\theta \tau_1)$. Потери мощности в магнитопроводе статора определяются как [6]: $\Delta P_2 = k_n p_{1/50} \left(\frac{f_c}{50}\right)^{1,3} B^2 m_2$, где k_n – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения магнитного потока по сечению магнитопровода; $p_{1/50}$ – удельные потери в магнитпроводе при магнитной индукции 1 Тл и частоте сети $f_c = 50$ Гц; B – среднее

значение магнитной индукции. Активные потери мощности в роторе состоят из магнитных потерь в магнитопроводе и электрических потерь в его обмотке [6,11]. Последние несколько раз превышают предыдущие. Поэтому магнитными потерями в магнитопроводе при больших значениях скольжений можно пренебречь. В связи с этим потери активной мощности определяются как: $\Delta P_3 = 3I_p^2 R_{p,0}(1 + \alpha_\theta \tau_3)$, где I_p - ток в обмотке ротора; $R_{p,0}$ - активное сопротивление обмоток ротора при температуре окружающей среды.

Расчет значений тепловой проводимости тел между ними на основе обмоточных данных, геометрических размеров, свойств материала статора, ротора и других параметров можно производить в соответствии с методикой расчетов, приведенными в [18], мы их здесь подробно не приводим. После определения параметров по вышеуказанным формулам можно переходить к расчету теплового процесса.

Составим уравнение для аналоговой электрической модели:

$$\begin{aligned} C_1 \frac{d\varphi_1}{dt} + G_{10}\varphi_1 + G_{12}\varphi_{12} - G_{31}\varphi_{31} &= I_1, \\ C_2 \frac{d\varphi_2}{dt} + G_{20}\varphi_2 - G_{12}\varphi_{12} + G_{23}\varphi_{23} &= I_2, \\ C_3 \frac{d\varphi_3}{dt} + G_{30}\varphi_3 + G_{31}\varphi_{31} - G_{23}\varphi_{23} &= I_3, \end{aligned} \quad (4)$$

здесь $I_1 = \frac{dS_T}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\Delta P_1 t}{\theta_{1cp}} \right) = \frac{\Delta P_1}{\theta_{1cp}}$, [Вт/К], $I_2 = \frac{\Delta P_2}{\theta_{2cp}}$, [Вт/К] и $I_3 = \frac{\Delta P_3}{\theta_{3cp}}$, [Вт/К] – источники тока, направленные к соответствующим узлам электрической модели тепловой системы.

На основании системы уравнений (3) и (4) составим электрическую модель тепловой схемы ТАД как системы трех тел (рис.2).

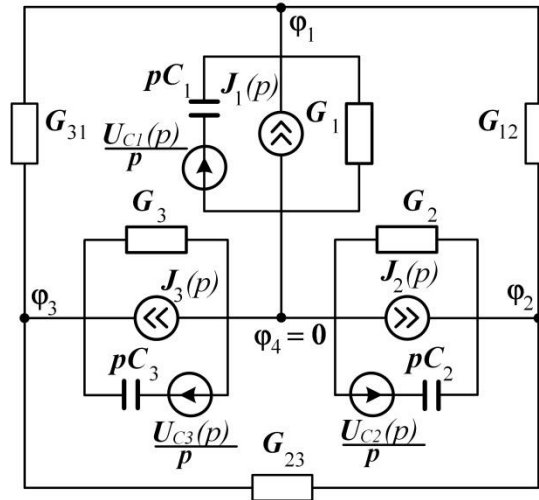


Рис.2. Электрическая модель тепловой схемы ТАД как система трех тел.

Исследуем, как будет меняться напряжение на конденсаторе во времени при скачкообразном изменении токов I_1 , I_2 и I_3 , т.е. произведем расчет переходного процесса. Для этого воспользуемся одним из методов расчета линейных электрических цепей, например методом узловых потенциалов и составим следующую систему уравнений в операторной форме [19]:

$$\begin{cases} Y_{11}(p)\varphi_1(p) - Y_{12}(p)\varphi_2(p) - Y_{13}(p)\varphi_3(p) = J_{11}(p), \\ -Y_{21}(p)\varphi_1(p) + Y_{22}(p)\varphi_2(p) - Y_{23}(p)\varphi_3(p) = J_{22}(p), \\ -Y_{31}(p)\varphi_1(p) - Y_{32}(p)\varphi_2(p) + Y_{33}(p)\varphi_3(p) = J_{33}(p), \end{cases} \quad (5)$$

здесь $Y_{11}(p) = G_1 + G_{12} + G_{31} + pC_1 - \alpha_t \Delta P_{10}$; $Y_{22}(p) = G_2 + G_{12} + G_{23} + pC_2$; $Y_{33}(p) = G_3 + G_{23} + G_{31} + pC_3$ - сумма собственных проводимостей всех ветвей, сходящихся в соответствующих узлах; $Y_{12}(p) = Y_{21}(p) = G_{12}$; $Y_{13}(p) = Y_{31}(p) = G_{31}$; $Y_{23}(p) = Y_{32}(p) = G_{23}$ - общая проводимость между соответствующими узлами; $J_{11}(p) = J_1(p) + U_{C1}(0)C_1$; $J_{22}(p) = J_2(p) + U_{C2}(0)C_2$; $J_{33}(p) = J_3(p) + U_{C3}(0)C_3$ - сумма токов, сходящихся в соответствующих узлах где: $U_{C1}(0)$, $U_{C2}(0)$, $U_{C3}(0)$ - начальные значения напряжений на соответствующих конденсаторах.

Считая, что $U_{C1}(0) = 0$; $U_{C2}(0) = 0$; $U_{C3}(0) = 0$ и $\Delta P_3 = 0$, а также учитывая, что $J_1(p) = \frac{\Delta P_{10}}{p\theta_{1cp}}$, $J_2(p) = \frac{\Delta P_2}{p\theta_{2cp}}$ решим систему уравнений (5) и найдём следующие значения потенциалов узлов в операторной форме:

$$\varphi_1(p) = \frac{a_1 p^2 + b_1 p + c_1}{p(a p^3 + b p^2 + c p + d)} = \frac{H_1(p)}{pH(p)}, \quad (6)$$

$$\varphi_2(p) = \frac{a_2 p^2 + b_2 p + c_2}{p(ap^3 + bp^2 + cp + d)} = \frac{H_2(p)}{pH(p)}, \quad (7)$$

$$\varphi_3(p) = \frac{a_3 p^2 + b_3 p + c_3}{p(ap^3 + bp^2 + cp + d)} = \frac{H_3(p)}{pH(p)}, \quad (8)$$

здесь $a, a_1, a_2, a_3, b, b_1, b_2, b_3, c, c_1, c_2, c_3$ и d – постоянные коэффициенты, зависящие от параметров и потери активной мощности в тепловой цепи (из-за громоздкости их выражений они в статье не приводятся).

С помощью теоремы разложения находим оригиналы выражений (6)-(8) [20]:

$$\varphi_1(t) = \frac{H_1(0)}{H(0)} + \frac{H_1(p_2)}{[pH(p)]'_{p=p_2}} e^{p_2 t} + \frac{H_1(p_3)}{[pH(p)]'_{p=p_3}} e^{p_3 t} + \frac{H_1(p_4)}{[pH(p)]'_{p=p_4}} e^{p_4 t}, \quad (9)$$

$$\varphi_2(t) = \frac{H_2(0)}{H(0)} + \frac{H_2(p_2)}{[pH(p)]'_{p=p_2}} e^{p_2 t} + \frac{H_2(p_3)}{[pH(p)]'_{p=p_3}} e^{p_3 t} + \frac{H_2(p_4)}{[pH(p)]'_{p=p_4}} e^{p_4 t}, \quad (10)$$

$$\varphi_3(t) = \frac{H_3(0)}{H(0)} + \frac{H_3(p_2)}{[pH(p)]'_{p=p_2}} e^{p_2 t} + \frac{H_3(p_3)}{[pH(p)]'_{p=p_3}} e^{p_3 t} + \frac{H_3(p_4)}{[pH(p)]'_{p=p_4}} e^{p_4 t}, \quad (11)$$

здесь $p_1 = 0; p_2; p_3; p_4$ – корни характеристического уравнения $pH(p) = 0; H(0) = [pH(p)]'_{p=0}$; $\varphi_{1T} = \frac{H_1(0)}{H'(0)}$, $\varphi_{2T} = \frac{H_2(0)}{H'(0)}$, $\varphi_{3T} = \frac{H_3(0)}{H'(0)}$ – значения потенциалов соответствующих узлов цепи при установившемся режиме.

Напряжения на конденсаторах находятся как:

$$U_{C1}(t) = -\varphi_1(t), \quad (12)$$

$$U_{C2}(t) = -\varphi_2(t), \quad (13)$$

$$U_{C3}(t) = -\varphi_3(t). \quad (14)$$

Если в уравнение (12) считать, что $t \rightarrow \infty$, то получим формулу установившегося превышения температуры обмотки ТАД:

$$\tau_{1y} = \frac{H_1(0)}{H(0)} = \frac{c_1}{d}. \quad (15)$$

С учетом значения c_1 и d , имеем следующее выражение:

$$\tau_{1T} = \frac{(\Delta P_{10}/\theta_{1cp}) + m(\Delta P_{20}/\theta_{2cp})}{\lambda_3 - \alpha_\theta(\Delta P_{10}/\theta_{1cp})} = \frac{(3I_H^2 R_0/\theta_{1cp}) + m(\Delta P_{20}/\theta_{2cp})}{\lambda_3 - \alpha_\theta(3I_H^2 R_0/\theta_{1cp})}, \quad (16)$$

где $m = A_2/A_1$, $[-]$; $\lambda_3 = B/A_1$, $[Вт/К^2]$ (коэффициенты A, B и C , зависящие от параметров и потери активной мощности в тепловой цепи).

С целью определения λ_3 и m в формуле (16) воспользуемся результатами опыта короткого замыкания (к.з.) ТАД. Согласно этого опыта при $\omega = \omega_H$, $\Delta P_2 = 0$ и $I_c = I_{cH}$ [6], где ω_H и I_{cH} – соответственно номинальные значения частоты вращения ротора и тока статора.

Для режима к.з. формула (16) принимает следующий вид:

$$\tau_{1k} = \frac{(3I_H^2 R_0/\theta_{1cp})}{\lambda_3 - \alpha_\theta(3I_H^2 R_0/\theta_{1cp})}. \quad (17)$$

Из (17) находим:

$$\lambda_3 = \frac{3I_H^2 R_0(1 + \alpha_\theta \tau_{1k})}{\theta_{1cp} \tau_{1k}}. \quad (18)$$

Подставляя (18) в (17) имеем:

$$\tau_{1T} = \tau_{1k} \frac{3I_H^2 R_0 \theta_{2cp} + m \Delta P_2 \theta_{1cp}}{3I_H^2 R_0 \theta_{2cp} (1 + \alpha_\theta \tau_{1k}) - \tau_{1k} \theta_{2cp} \alpha_\theta 3I_H^2 R_0}. \quad (19)$$

В номинальном режиме работы ТАД $I = I_H$ и $\tau_{1y} = \tau_{1H}$. Для этого режима формула (19) принимает следующий вид:

$$\tau_{1H} = \tau_{1k} \frac{3I_H^2 R_0 \theta_{2cp} + m \Delta P_2 \theta_{1cp}}{3I_H^2 R_0 \theta_{2cp}}. \quad (20)$$

Из (20) получаем:

$$m = \frac{3I_H^2 R_0 \theta_{2cp} (\tau_{1H} - \tau_{1k})}{\tau_{1k} \Delta P_2 \theta_{1cp}}. \quad (21)$$

Подставляя (21) в (19), имеем следующее выражение:

$$\tau_{1y} = \frac{\tau_{1k} I^2 + (\tau_{1H} + \tau_{1k}) I_H^2}{I_H^2 (1 + \alpha_\theta \tau_{1k}) - \tau_{1k} \alpha_\theta I^2}. \quad (22)$$

При нагрузке ТАД, отличной от номинальной, имеем $I = kI_H$. Подставляя последнее в (22), получим следующее:

$$\tau_{1y} = \frac{\tau_{1H} - \tau_{1k} (1 - k^2)}{1 + \alpha_\theta \tau_{1k} (1 - k^2)}. \quad (23)$$

Полученная формула позволяет рассчитать значение установившегося превышения температуры обмотки в зависимости от кратности тока нагрузки ТАД k по отношению к номинальному с учетом влияния изменения сопротивления (через коэффициент α_θ) обмотки при нагревании.

Значения $\tau_{1к.з.}$ можно найти по паспортным данным ТАД [1]. Действительно, в нормальном режиме работы ТАД превышение температуры обмотки также будет номинальным и может быть определено по следующему выражению:

$$\tau_{1н} = \frac{\Delta P_{сн} + \Delta P_{мн}}{A}, \quad (24)$$

где $\Delta P_{сн}$, $\Delta P_{мн}$ – номинальные потери активной мощности соответственно в магнитопроводе(стали) и в меди обмотки ТАД, Вт; $[A]$ – эквивалентная теплоотдача обмотки, $[Джл/(с \cdot ^\circ C)]$.

В режиме к.з. уравнение (24) принимает следующий вид:

$$\tau_{1к.з.} = \frac{\Delta P_{мн}}{A}. \quad (25)$$

Совместное решение уравнений (24) и (25) дает следующее решение:

$$\tau_{1к.з.} = \frac{\tau_{1н}}{1+a}, \quad (26)$$

здесь $a = \Delta P_{сн}/\Delta P_{мн}$ – коэффициент потери.

Подставляя (26) в (23), окончательно получим следующее выражение установившегося превышения температуры обмотки:

$$\tau_{1у} = \tau_{1н} \frac{a+k^2}{1+a+\alpha_\theta \tau_{1н}(1-k^2)}. \quad (27)$$

Последнее уравнение показывает, что установившееся превышение температуры обмотки статора ТАД зависит от кратности тока обмотки статора k , коэффициента потерь a и температурного коэффициента сопротивления материала проводника обмотки α_θ .

Если заменить реальную кривую нагрева обмотки статора ТАД на эквивалентную кривую, то можно получить следующее уравнение нагрева обмотки:

$$\tau = \tau_{нач.} e^{-\frac{t}{T_{экр.}}} + \tau_{1у} \left(1 - e^{-\frac{t}{T_{экр.}}}\right), \quad (28)$$

здесь $\tau_{нач.}$ – начальное значение превышения температуры обмотки статора, $^\circ C$; $T_{экр.}$ – эквивалентная постоянная времени нагрева ТАД, с; t – текущее значение времени, с.

Значение $T_{экр.}$ может быть найдено по следующей формуле [5]:

$$T_{экр.} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \tau_{iн}}{\Delta P_{н}}, \quad (29)$$

здесь C_i , $\tau_{iн}$ – соответственно тепловая емкость и номинальное превышение температуры i -го тела (обмотки статора, магнитопровод статора и ротора) ТАД, $[\frac{Джл}{^\circ C}]$, $^\circ C$; $\Delta P_{н}$ – номинальное значение потери активной мощности в ТАД, Вт.

Превышение тока статора выше его номинального значения приведет к расходу изоляции обмотки статора, характеризуемый скоростью изменения расхода изоляционного материала ε . Величина ε характеризует количество расхода базовых часов(бч) за один час работы ТАД и рассчитывается по следующей формуле [5]:

$$\varepsilon = \varepsilon_{н} e^{q(\frac{1}{\theta_{1н}} - \frac{1}{\theta_{1у}})}, \quad (30)$$

здесь $\varepsilon_{н}$ – номинальное значение скорости теплового износа изоляции, бч/час; $\theta_{1н} = (\tau_{1т} + \vartheta_{ср.} + 273)$ – абсолютное значение номинальной температуры для данного класса изоляции, К; $\vartheta_{ср.}$ – температура окружающей среды, $^\circ C$; $\theta_{1у}$ – фактическое значение абсолютной установившейся температуры, К; q – показатель, характеризующий изоляцию данного класса, К.

Коэффициент потери электрической энергии ТАД определяется как:

$$k_{н} = \frac{\Delta P}{\Delta P_{н}} = \frac{\Delta P_{пн} + k^2 \Delta P_{мн}}{\Delta P_{пн} + \Delta P_{мн}} = \frac{a+k^2}{a+1}, \quad (31)$$

здесь ΔP , $\Delta P_{н}$ – потери активной мощности ТАД соответственно в текущем и номинальном режимах его работы.

Ресурс изоляции оценивается с помощью коэффициента расхода ресурса изоляции, который рассчитывается по следующей формуле:

$$k_c = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_{н}} = e^{q(\frac{1}{\theta_{1н}} - \frac{1}{\tau_{1т} + \vartheta_{ср.} + 273})}, \quad (32)$$

где $\tau_{1т}$ – текущее значение превышения температуры изоляции ТАД.

Условием нормального режима работы в ТАД является:

$$k_{н} \leq 1 \text{ и } k_c \leq 1. \quad (33)$$

Выражения (23), (27), (28) и (32) являются диагностическими-математическими моделями теплового процесса ТАД, с помощью которых можно произвести его функциональную диагностику и контроль технического состояния.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Таким образом, в статье разработаны диагностические-математические модели тепловых процессов ТАД, рассмотренного как тепловая система, состоящая из трех тел (обмотка статора, магнитопровод статора и ротора), в которых учтен теплообмен не только между соответствующими телами, но и теплообмен между каждым телом и окружающей средой.

2. Показана повышение степени достоверности результатов диагностики технического состояния эксплуатируемых ТАД в результате применения разработанной математической модели тепловых процессов.

3. Доказано, что установившееся превышение температуры обмотки статора ТАД зависит от трех критериев: кратности тока обмотки статора k , коэффициента потерь a и температурного коэффициента сопротивления материала проводника обмотки α_θ .

4. Предложено, диагностику и контроль технического состояния ТАД осуществлять по коэффициентам потерь электрической энергии и расхода ресурса изоляции обмотки статора.

REFERENCES

1. Бердиев У.Т. и др. Эксплуатация и ремонт электровозов «O'ZBEKISTON» и «O'ZBEKISTON-YO'LOVCHI»: учебник для студентов железнодорожных вузов. – Ташкент: издательство «ADADPLYUS», 2016. – 285 с. [In Russian: Berdiev U. T. and others. *Operation and repair of electric locomotives "O'ZBEKISTON" and "O'ZBEKISTON-YO'LOVCHI"*: a textbook for students of railway universities. - Tashkent: publishing house "ADADPLYUS", 2016. - 285 p.].
2. Сидельников Л.Г., Афанасьев Д.О. Обзор методов контроля технического состояния асинхронных двигателей в процессе эксплуатации // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. 2013. №7. - С. 127-137. [In Russian: Sidelnikov L.G., Afanasiev D.O. Review of methods for monitoring the technical state of asynchronous motors during operation. *Vestnik PNRPU. Geology. Oil and gas and mining*. 2013. №. 7. -pp. 127-137.].
3. Грищенко А.В. Новые электрические машины локомотивов: учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта/А.В. Грищенко, Е.В. Козаченко. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. – 271 с. [In Russian: Grishchenko A.V. *New electric machines for locomotives: a textbook for railway universities*. transport / A.V. Grishchenko, E.V. Kozachenko. - М.: GOU "Educational and methodological center for education in railway transport", 2008. - 271 p.].
4. Описание об использовании и содержании электровоза с приводом переменного тока «O'zbekiston». Изготовлен ЧЭВ3.2003. -714 с. [In Russian: *Description of the use and maintenance of an electric locomotive with an AC drive "O'zbekiston"*. Manufactured by CHEV3.2003. -714 p].
5. Эксплуатационные режимы работы и непрерывная диагностика электрических машин в сельскохозяйственном производстве/В.В. Овчаров. – Киев: Изд-во УСХА. 1990. – 168 с. [In Russian: *Operating modes and continuous diagnostics of electrical machines in agricultural production* / V.V. Ovcharov. - Kiev: Publishing house of USKHA. 1990. - 168 p.].
6. Тяговые электрические машины. Учебник / В.Г. Щербаков и др.: под редакцией В.Г. Щербакова, А.Д. Петрушина. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016. – 641 с. [In Russian: *Traction electric machines*. Textbook / V.G. Shcherbakov and others: edited by V.G. Shcherbakova, A.D. Petrushina. - М.: FGBOU "Educational and methodological center for education in railway transport", 2016. - 641 p.].
7. Harsha, S. P. Nonlinear dynamics analysis of a high speed rotor supported by rolling element bearings / S. P. Harsha // *Journal of Sound and Vibration* - Vol.290 -2006.-P. 65-100.
8. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник [В.В. Ключев и др.] - Москва: Машиностроение, 2003. - 656 с. [In Russian: *Non-destructive testing and diagnostics: Handbook* [V.V. Klyuev and others] - Moscow: Mechanical Engineering, 2003. - 656 p.].
9. Диагностика технического состояния электрооборудования систем электроснабжения: В 2 ч. – Ч. I. Общие вопросы и физические основы методов диагностики: учеб. пособие / В.А. Шабанов, М.Г. Баширов, П.А. Хлюпин и др. – М.: Издательство МЭИ, 2018. – 288 с. [In Russian: *Diagnostics of the technical condition of electrical equipment of power supply systems: In 2 hours - Part I. General questions and physical foundations of diagnostic methods: textbook. allowance* / V.A. Shabanov, M.G. Bashirov, P.A. Khlyupin et al. - Moscow: MEI Publishing House, 2018. - 288 p.].
10. Диагностика технического состояния электрооборудования систем электроснабжения: В 2 ч. – Ч. II. Методы диагностики технического состояния электрооборудования: учеб. пособие / В.А. Шабанов, М.Г. Баширов, П.А. Хлюпин и др. – М.: Издательство МЭИ, 2018. – 316 с. [In Russian: *Diagnostics of the technical condition of electrical equipment of power supply systems: At 2 o'clock - Part II. Methods for diagnosing the technical state of electrical equipment: textbook. allowance* / V.A. Shabanov, M.G. Bashirov, P.A. Khlyupin et al. - Moscow: MEI Publishing House, 2018. - 316 p.].

11. Петушков М.Ю. Тепловая модель асинхронного двигателя/Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Технические науки, 2011, №4. –С.48-50. [In Russian: Petushkov M.Yu. Thermal model of an induction motor / *Izvestiya VUZov. North Caucasian region. Technical sciences*, 2011, №. 4. –pp.48-50.].
12. Макаров А.В., Вечеркин М.В., Завьялов А.С. Обзор тепловых моделей асинхронных двигателей // Электротехнические системы и комплексы, 2013, №21. –С. 75-84. [In Russian: Makarov A.V., Vecherkin M.V., Zavyalov A.S. Review of thermal models of induction motors // *Electrotechnical systems and complexes*, 2013, №. 21. -pp. 75-84.].
13. William T.T., Fenger M. Current Signature Analysis to Detect Induction Motor Faults // *IEEE Industry Application Magazine*. - 2001. - № 7. - P. 23-29.
14. Patil, M. S. A theoretical model to predict the effect of localized defect on vibrations associated with ball bearing / M. S. Patil, J. Mathew, P. K. Rajendrakumar, D. Sadeep // *International Journal of Mechanical Sciences* - Vol.52 - 2010. - P. 11931201.
15. Курашкин С.Ф., Телюта Р.В. Диагностирование эксплуатационного режима погружного электродвигателя//НТП и эффективность производства. №8(78). ТГТУ, Мелитополь, 2010.–С.60-65. [In Russian: Kurashkin S.F., Telyuta R.V. Diagnostics of the operating mode of a submersible electric motor // *Scientific and technical progress and production efficiency*. №. 8 (78). TGATU, Melitopol, 2010. – P. 60-65.].
16. Современные методы неразрушающего контроля и диагностики технического состояния электроприводов горных машин / С.В. Бабурин, В.Л. Жуковский, А.А. Коржев, А.В. Кривенко Петербургский. гос. горн. ин-т им. Г.В. Плеханова. – Санкт-Петербург, 2009. – 163 с. [In Russian: *Modern methods of non-destructive testing and diagnostics of the technical condition of electric drives of mining machines* / S.V. Baburin, V.L. Zhukovsky, A.A. Korzhev, A.V. Krivenko Petersburg. state forge. in-t them. G.V. Plekhanov. - St. Petersburg, 2009. - 163 p.].
17. Зарипов М.Ф., Зайнуллин Н.Р., Петрова И.Ю. Энергоинформационный метод научно-технического творчества. – Москва: ВНИИПИ ГКНТ, 1988. – 124 с. [In Russian: Zaripov M.F., Zainullin N.R., Petrova I.Yu. *Energy-informational method of scientific and technical creativity*. - Moscow: VNIPI GKNT, 1988. - 124 p.].
18. Сипайлов Г.А., Санников Д.И., Жадан В.А. Тепловые, гидравлические аэродинамические расчеты в электрических машинах. Москва, 1989. 239 с. [In Russian: Sipailov G.A., Sannikov D.I., Zhadan V.A. *Thermal, hydraulic aerodynamic calculations in electric machines*. Moscow, 1989. 239 p.].
19. Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Чечурин В.Л. Теоретические основы электротехники: В 3-х т.Т.1. Учебник для вузов. Изд. 4-е – Санкт-Петербург: Питер, 2006. – 445 с. [In Russian: Demirchyan K.S., Neiman L.R., Korovkin N.V., Chechurin V.L. *Theoretical foundations of electrical engineering*: In 3 volumes, Vol. 1. Textbook for universities. Ed. 4th - St. Petersburg: Peter, 2006. - 445 p.].
20. Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Чечурин В.Л. Теоретические основы электротехники: В 3-х т.Т.2. Учебник для вузов. Изд. 4-е – Санкт-Петербург: Питер, 2006. – 572 с. [In Russian: Demirchyan K.S., Neiman L.R., Korovkin N.V., Chechurin V.L. *Theoretical foundations of electrical engineering*: In 3 volumes.T.2. Textbook for universities. Ed. 4th - St. Petersburg: Peter, 2006. - 572 p.].

УДК 629.423

MATHEMATICAL MODEL FOR THE DYNAMIC CALCULATION OF HYDRO-FRICTION DAMPER OF ELECTRIC ROLLING STOCK**Galina KHROMOVA**, DSc, Prof.**Malika MAKHAMADALIEVA***, Teacher

Tashkent State Transport University

Mirabad district, Adilhodjaev st., 1, Tashkent, 10067, Uzbekistan

Tel.*: +9989 (90) 926-62-60

E-mail*: reine_m@mail.ru

Abstract: The problem of modeling vibrations of a torsion hydro-friction damper of a locomotive with the support of hydrodynamic friction is studied in the paper based on the application for a Patent of the Republic of Uzbekistan [1]. The objectives of the authors' invention are: to improve the reliability and damping capacity of the damper as a whole, with the provision of horizontal and vertical damping of vibrations and shock loads, which is important at increased speeds of rail transport; to increase the dynamic factor of the system while regulating the damping capacity by creating an additional friction torque to reduce dynamic load on the cantilever section of the shaft fixed to the bogie frame of the vehicle.

Keywords: Hydro-friction damper, hydrodynamic friction, assessment, mathematical model

ЭЛЕКТР ҲАРАКАТЛАНУВЧИ ТАРКИБНИНГ ТЕБРАНИШЛАРИНИ ГИДРОФРИКЦИОН СЎНДИРУВЧИСИНИ ДИНАМИК ҲИСОБЛАШНИНГ МАТЕМАТИК МОДЕЛИ**Галина ХРОМОВА**, т.ф.д., профессор**Малика МАХАМАДАЛИЕВА***, ўқитувчи

Тошкент давлат транспорт университети

100167, Ўзбекистон, Тошкент, Одилхўжаев кўч., 1

Тел.*: +9989 (90) 926-62-60

E-mail*: reine_m@mail.ru

Аннотация: Ушбу мақолада электр ҳаракатланувчи таркибнинг тебранишларини гидрофрикцион сўндирувчисини динамик ҳисоблашнинг математик модели тақдим этилган. Динамик ва диссипатив хусусиятларга эга торсион турдаги тебранишларни гидрофрикцион сўндирувчисининг янги конструкцияси тақлиф этилган бўлиб, ихтиролар учун бериладиган Ўзбекистон Республикаси Патентига талабнома юборилган. Торсион турдаги ЭҲТ тебранишларини гидрофрикцион сўндирувчисининг динамик мустаҳкамлиги борасидаги масалаларнинг ҳал этилиши ишчи суюқликда айланиш орқали ҳаракатланадиган вал кўринишидаги ушбу сўндирувчининг узел ва деталларида динамик ҳодисаларни моделлаштириш имконини беради.

Калит сўзлар: Торсион турдаги тебранишларни гидрофрикцион сўндирувчиси, гидродинамик ишқаланиш, баҳолаш, математик модел.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ГИДРОФРИКЦИОННОГО ГАСИТЕЛЯ КОЛЕБАНИЙ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА**Галина ХРОМОВА**, д.т.н., профессор**Малика МАХАМАДАЛИЕВА***, преподаватель

Ташкентский государственный университет транспорта

100167, Узбекистан, Ташкент, ул. Адылходжаева, 1

Тел.*: +9989 (90) 926-62-60

E-mail*: reine_m@mail.ru

Аннотация: В статье предлагается математическая модель для динамического расчета гидрофрикционного гасителя колебаний электроподвижного состава. Предложена новая конструкция гидрофрикционного гасителя колебаний торсионного типа с улучшенными динамическими и диссипативными качествами, на которую подана заявка на Патент Республики Узбекистан на изобретение. Решение задачи на динамическую прочность гидрофрикционного гасителя колебаний ЭПС торсионного типа позволит провести моделирование динамических явлений в узлах и деталей гидрофрикционного гасителя колебаний торсионного типа, представляющего из себя вал, перемещающего с вращением в рабочей жидкости.

Ключевые слова: Гидрофрикционный гаситель колебаний торсионного типа, гидродинамическое трение, оценка, математическая модель

1. ВВЕДЕНИЕ

К гидрофрикционным демпферам локомотивов предъявляют разнообразные противоречивые требования, например, они должны с одной стороны, обеспечить надежную работу системы рессорного подвешивания, а с другой стороны, при долгой эксплуатационной работе их динамическое сопротивление увеличивается в результате попадания влаги и различных механических загрязнений. В связи с этим создание надежной опоры гидродинамического трения и её теоретическое обоснование является важнейшей задачей при разработке новых конструкций торсионных гидрофрикционных демпферов локомотивов. Решение данной задачи позволит провести моделирование динамических явлений в узлах и деталей гидрофрикционного гасителя колебаний торсионного типа, представляющего из себя вал, перемещающего с вращением в рабочей жидкости. При этом вал считается упругим и имеет переменный диаметр, переменную массу и изгибную жесткость. Упругий вал снабжен подвижными опорами гидродинамического трения и имеет постоянную скорость вращения.

2. РАСЧЕТНАЯ СХЕМА ОПОРЫ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ТРЕНИЯ ГИБКОГО ВАЛА

Используем расчетную схему по рисунку 1 а,б в плоскости YOZ и сечении по ББ. Слои смазки внутри опоры перемещаются между цилиндрическими поверхностями радиусов r_n и r_o , упругая деформация которых характеризуется функцией $YB(Z, t) \text{ по } Y_g(Z, t) = Y_1 * e^{2\beta Z} + Y_2 * e^{4\beta Z} - Y_3(Z) * \cos(3 * \omega * t)$. От поверхности типа вала радиуса r_o на слой жидкости передается приведенная сосредоточенная T_o , которая зависит от усилий N_o и интенсивности q_o по рисунку 1б, в нагружения упругого вала. Учитываем начальное давление P_A на слой жидкости в торцевом сечении площадью $SZ = \pi * d_o * \delta$ и перепад этого давления ΔP_A после прохода жидкости через торцевое сечение в плоскости ВВ (рис. 1, а). При этом обеспечивается одинаковый расход смазки Q_o через торцевые сечения в плоскостях АА и ВВ при известной скорости ее движения $VZ = Q_o / SZ$, причем Q_o и SZ считаем постоянными для анализируемого режима работы. Вращение поверхности радиуса r_o упругого вала с угловой скоростью $\omega B = CONST$ обуславливает движение поверхностного слоя смазки с линейной скоростью $VB = \omega B * r_o$, при этом слой смазки на поверхности радиуса r_n опоры остаются неподвижными [2,9]. Считаем, что срединный слой между поверхностями опоры и вала характеризуется средней окружной скоростью $V_o = 0,5 * V_B$ движения смазки. Таким образом, движение срединного слоя смазки внутри модели опоры (по рисунку 1) характеризуется составляющими скоростей V_z, V_o , их геометрической суммой $V_c = \sqrt{V_z^2 + V_o^2}$ при траектории по винтовой линии вокруг оси OZ на радиусе $r_o + 0,5 * \delta \approx r_o$ [2].

Вводим термин модельной струи смазки сечение δ^2 , центры тяжести которой размещены по винтовой линии на цилиндрической поверхности радиуса r_o ($\delta = r_o - r_n$).

Внутри модельной опоры по рисунку 1 одновременно функционирует число Ch идентичных модельных струй. При этом $Ch = \pi * d_o / \delta$. Через торцевые сечения в плоскости АА и ВВ каждой модельной струи обеспечивается постоянный расход смазки $Q_c = Q_o / Ch$ [3].

При этом выполняются условия для:

- времени движения частиц смазки по оси $OZ t_z = Z_o / V_z$;
- пути перемещения частиц смазки по длине ℓ модельной струи, отсчитываемой от сечения АА (рисунок 1, а) $\ell_c = T_z * V$ за время T_z ;
- числа полных витков винтовой линии модельной струи в пределах длины Z_o опоры вала.

$$i_c \approx \frac{\ell_c}{\pi d_o} = \frac{T_z * V_o}{\pi d_o} \quad (1)$$

– среднего шага между смежными витками струи, измеренного вдоль оси OZ

$$b_s = \frac{Z_o}{i_c} = \frac{\pi d_o Z_o}{T_z * V_o} \quad (2)$$

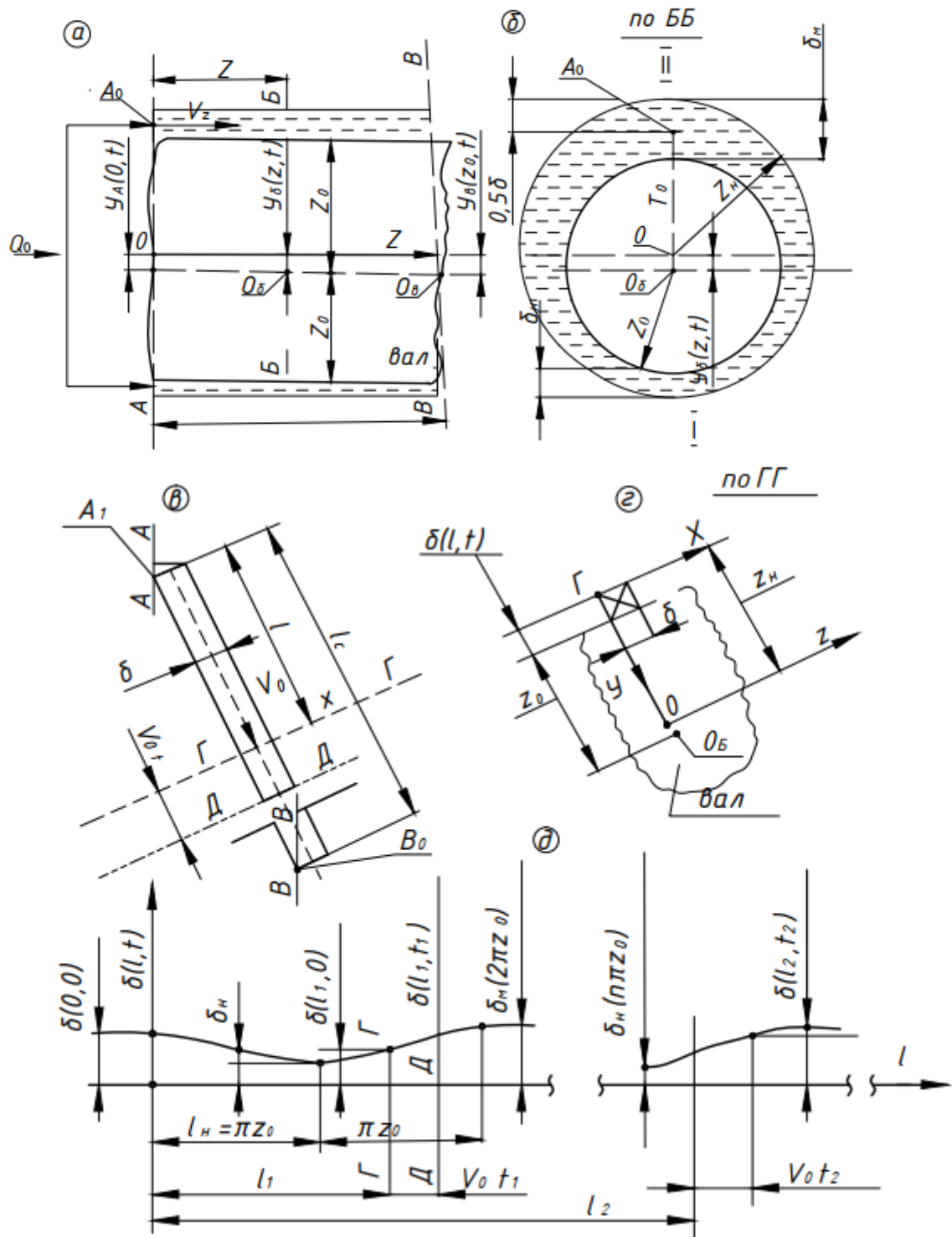


Рис. 1. Расчетная схема опоры гидродинамического трения гибкого вала

Для оценки деформации объёмного сжатия слоёв смазки внутри модельной струи вводим функцию $U(l, x, y, t)$, зависящую от координат:

- l – размещения сечения по длине винтовой линии (отсчет от т. A_0);
- y – размещения слоя от цилиндрической поверхности радиуса

$$r_H, y = 0 \div \delta_M = \delta \div y_B \quad (3);$$

- x - размещения “малой струйки” в сечении модельной струи отсчитываемой левой торцевой поверхности в направлении оси OZ торцевого сечения смазки из опоры; на рисунке 1 в, г показана подвижная система координат УГХ, в которой выполняется отсчет l , x и y для модельной струи, а также подвижная плоскость ДД, учитывающая движение смазки со скоростью V_0 . Специфические особенности движение этой смазки характеризуются импульсным периодическим сжатием при проходе через вертикальную плоскость ОГ до минимальной толщины $\delta_H = \delta - y_B(l, t)$, где величина l связана с координатой Z (рис. 1,а), учитывающей размещение сечений гибкого вала, а также параметрами винтовой линии модельной струи (l_c, b_s) [6]. Первое сжатие сечения смазки происходит при $l_H = \pi r_0$, последующие через $2\pi r_0$. Периодическое размещение сечений на расстояниях, кратных $2\pi r_0$ при проходе через вертикальную плоскость ОП (рис. 1,б) сопровождается увеличением толщины слоя смазки до $\delta_H = \delta + y_B(l, t)$ [7,8].

Таким образом, переменные значения $y_B(z, t)$ упругих деформаций гибкого вала обуславливают изменения величин $\delta_H(l, t)$, и $\delta_H(l, t)$ в течение времени $t = 0 \div t_z$ или при $l = 0 \div l_c$. Это явление обуславливает переменность величин относительной деформации сжатия $\frac{\delta(l, t)}{\delta} = \varepsilon(l, t)$ слоев смазки и вызывает импульсные колебания давления в объеме смазки.

3. АНАЛИТИКО-ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Для учета упругих свойств сжатия элементарных объемов смазки внутри модельной струи используем модуль упругости E_o [1], выделяем элементарный объем $V_H = \delta^3$ из модельной струи, у которой сохраняется постоянное давление внутри смазки. В случае повышения давления до P_K сжатие этого объема смазки составит:

$$V_K = (\delta - U_l)(\delta - U_x)(\delta - U_y) \quad (4),$$

где U_l, U_x, U_y - составляющие упругих деформаций сжатия по направлениям осей ℓ, x, y . Принимаем допущение о том, что $U_l + U_x + U_y \ll \delta$, которое подтверждено расчетами при $E_0 > 10^8 \frac{Kт}{M^2}$ для реальных смазок. В этом случае можно получить приближенное значение:

$$V_K \approx \delta^3 - \delta^2(U_l + U_x + U_y) \quad (5),$$

а затем отношение:

$$\frac{V_K}{V_H} = 1 - \frac{U_l + U_x + U_y}{\delta} \quad (6).$$

Для принятой схемы упругих деформаций объемов модельной струи по рисунку 1, в, г, где плоскости ГХ, ГУ и $y = \delta$ ограничивают упругие деформации и возможно прижатие слоев и “струек” к этим плоскостям от импульсов давления, обусловленных относительными деформациями $\varepsilon_y(\ell, t) = \frac{U_y}{\delta}$ по оси ГУ. При этом резуплотнение элементарного объема V_K возможна по направлениям координат $\pm \ell$. Поэтому, переход к новому объему деформирования V_s представим в виде:

$$V_s = (\delta - \varepsilon_y) \cdot \delta(\delta + 2\varepsilon_e) \approx \delta^3 - \delta^2(\varepsilon_y - 2\varepsilon_e) \quad (7),$$

относительную объемную деформацию

$$\varepsilon_e = \frac{\varepsilon_y - 2\varepsilon_\ell}{\delta} \quad (8).$$

Следует учитывать поступление новых порций смазки по направлению скорости V_0 или $(-\ell)$, которое приведет к снижению ε_ℓ [4,5]. Этому же способствует наличие давления P_A в торцевом сечении АА (рисунок 1, а). Поэтому возможный диапазон $\varepsilon_y = \frac{1}{\delta} \cdot [\varepsilon_y - \varepsilon_\ell(2 \div 1)]$ позволяет принять усредненное соотношение $\varepsilon_{\varepsilon_c} = \frac{\varepsilon_y - 1,5\varepsilon_\ell}{\delta}$.

Только при соотношении $\varepsilon_y > 1,5\varepsilon_\ell$ в элементарном объеме V_H происходит импульсное увеличение давления. С учетом высокой скорости распространения волн упругих деформаций, равных U_ε в принимаем допущение о том, что при импульсных относительных деформациях ε_y превышает $1,5\varepsilon_\ell$ и достигает $2\varepsilon_\ell$. Поэтому для последующих расчетов импульсных давлений, возникающих в сечениях с минимальным зазором $\delta_H(\ell)$ используем формулу:

$$P_u(\ell) = E_0 \cdot \frac{Y_B(\ell)}{2\delta} \cdot \left(1 - \cos \frac{\ell}{r_0}\right) \quad (9),$$

с учетом которой может быть определена функция интенсивности нагружения модельной струи по длине ℓ

$$\delta^2 \frac{\partial P_u(\ell)}{\partial \ell} = \frac{E_0 \cdot \delta}{2} \cdot \left[\frac{\partial Y_B(\ell)}{\partial \ell} \cdot \left(1 - \cos \frac{\ell}{r_0}\right) + \frac{Y_B(\ell)}{r_0} \cdot \sin \frac{\ell}{r_0} \right] \quad (10),$$

обусловленная импульсными изменением давления в этой струе и допускающая замену ℓ/r_0 на $\omega_0 t$ при $\omega_0 = 0,5 \omega$ (частоты вращения гибкого вала) и $t = \ell/V_0$.

С учетом ограничения упругих деформаций по плоскостям ГХ и ГУ для движения модельной струи (рисунок 1 в, г, д) уточняем функцию интенсивности нагружения модельной струи также от Y и X

$$q_u(\ell, y, x) = \left[q_{uc}(\ell) \cdot \left(1 - \cos \frac{\ell}{r_0}\right) + q_{us}(\ell) \cdot \sin \frac{\ell}{r_0} \right] \cdot \sin \frac{\pi y}{2\delta} \cdot \sin \frac{\pi x}{2\delta} \quad (11)$$

Замена функции $Y_B(z, t)$ по $Y_B(Z, t) = Y_1 * e^{2\beta Z} + Y_2 * e^{4\beta Z} - Y_3(Z) * \cos(3 * \omega * t)$ на приближенную $Y_B(\ell)$ для опор обоснована нашими расчетами, показавшими соотношения $Y_1 \cdot \ell^{2\beta Z} \gg Y_2 \cdot \ell^{2\beta_2 Z} \gg Y_3(Z)$. Поэтому для технических расчетов достаточно представление:

$$Y_B(Z) \approx Y_1 \cdot \ell^{2\beta Z} \quad (12)$$

Переход к новой функции $Y_B(\ell)$ выполняем с учетом соотношения максимальных размеров $Z = Z_0$, $\ell = \ell_c$ и равной интенсивности повышения функции $\ell^{2\beta Z_0} = \ell^{2\beta_c \ell_c}$, откуда

$$\beta_c = \beta \cdot \frac{Z_0}{\ell_c} \text{ и } Y_B(\ell) = Y_1 \cdot \ell^{2\beta_c \ell} \quad (13)$$

Поэтому, $\frac{\partial Y_B(\ell)}{\partial \ell} = 2\beta_c \cdot Y_1 \cdot \ell^{2\beta_c \ell}$ и

$$q_u(\ell, y, x) = \frac{1}{2} E_0 \delta Y_1 \cdot \ell^2 \beta_c \ell \cdot \left[2\beta_c \left(1 - \cos \frac{\ell}{r_0} \right) + \frac{1}{r_0} \cdot \sin \frac{\ell}{r_0} \right] \cdot \sin \frac{\pi y}{2\delta} \cdot \sin \frac{\pi x}{2\delta} \quad (14)$$

Модельную струю считаем эквивалентной сжатому упругому стержню постоянного сечения δ^2 с полубесконечной длиной $\ell_c \gg \delta$ (реальное соотношение $\ell_c/\delta > 10^4$) [11–13], имеющего жесткость на сжатие и нагруженного интенсивностью внешней нагрузки по (14). Это допущение позволяет использовать следующее уравнение для оценки функций объемного сжатия “струек” смазки внутри модельной струи

$$\frac{S_c}{E_{og}} \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \left(\frac{\partial^2 u}{\partial \ell^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right) = \frac{y_1}{2\delta} \cdot \sin \frac{\pi y}{2\delta} \cdot \sin \frac{\pi x}{2\delta} \cdot \ell^2 \beta_c \ell \cdot \left[2\beta_c \left(1 - \cos \frac{\ell}{r_0} \right) + \frac{1}{r_0} \cdot \sin \frac{\ell}{r_0} \right] \quad (15)$$

Первый вариант решения последнего уравнения отыскиваем в виде двух независимых составляющих

$$U(\ell, y, x, t) = U_1(t) \cdot \ell^2 \beta_c \ell \cdot \sin \frac{\pi y}{2\delta} \cdot \sin \frac{\pi x}{2\delta} + U_2(\ell) \cdot \sin \frac{\pi y}{2\delta} \cdot \sin \frac{\pi x}{2\delta} \quad (16)$$

После подстановки частных производных от первой составляющей получим уравнение

$$\frac{d^2 U_1}{dt^2} + p_u^2 \cdot U_1 = \frac{y_1 E_{og} \beta_c}{\delta \cdot S_c} \quad (17),$$

где

$$p_u^2 = \frac{E_{og}}{S_c} \cdot \left(\frac{\pi^2}{2\delta^2} - 4\beta_c^2 \right)$$

Начальные условия для (17) соответствуют $U_1(0) = U_1$, $\frac{dU_1(0)}{dt} = V_0$, а для определения постоянной U_1 используем условие равенства расходов смазки в сечениях начальном (т. А) и конечном (т. В) и модельной струи (рис.1, в)

$$\frac{dU_1(T_z)}{dt} = V_0 \quad (18)$$

Решение уравнения (17), выполненное методом операционного исчисления получено в виде

$$U_1(t) = \frac{2Y_1 \delta \beta_c}{\pi^2 - 8\delta^2 \beta_c^2} \cdot (1 - \cos p_u t) + U_1 \cdot \cos p_u t + \frac{V_0}{p_u} \cdot \sin p_u t \quad (19)$$

Используем условие (18)

$$\frac{dU_1(T_z)}{dt} = V_0 = \frac{2Y_1 \delta \beta_c p_u}{\pi^2 - 8\delta^2 \beta_c^2} \cdot \sin p_u T_z - U_1 p_u \sin p_u T_z + V_0 \cos p_u T_z,$$

откуда

$$U_1 = \frac{2Y_1 \delta \beta_c}{\pi^2 - 8\delta^2 \beta_c^2} + \frac{V_0 (\cos p_u T_z - 1)}{p_u \sin p_u T_z} \quad (20)$$

А теперь подставляем частные производные от второй функции из (16) в (15) и получаем уравнение

$$\frac{d^2 U_2}{d\ell^2} + \frac{\pi^2}{2\delta^2} \cdot U_2 = \frac{Y_1}{2\delta} \cdot \ell^2 \beta_c \ell \cdot \left(\frac{1}{r_0} \cdot \sin \frac{\ell}{r_0} - 2\beta_c \cdot \cos \frac{\ell}{r_0} \right) \quad (21)$$

Удовлетворяющее краевым условиям $U_2(0) = U_2$, $\frac{dU_2(0)}{d\ell} = P_A/E_0$ [15],

где P_A - давление в т. А (рисунок1 а) на смазку от гидравлической ее подвода к опоре, U_2 - постоянная, определяемая из условия снижения давления в т. В (рисунок1 в) до нуля

$$\frac{dU_2(\ell_c)}{d\ell} = 0 \quad (22).$$

Решение уравнения (21) выполняем методом операционного исчисления по Карсону [16].

Пусть $U_2(\ell) \leftarrow U_2(q)$, тогда

$$\begin{aligned} \frac{d^2 U(\ell)}{d\ell^2} &\leftarrow q^2 U_2(q) - q^2 U_1 - q \cdot \frac{P_A}{E_0}; \\ e^{2\beta_c \ell} \cdot \sin \frac{\ell}{r_0} &\leftarrow \frac{q}{r_0 \left[(q - 2\beta_c)^2 + \frac{1}{r_0^2} \right]} \\ e^{2\beta_c \ell} \cdot \cos \frac{\ell}{r_0} &\leftarrow \frac{q(q - 2\beta_c)}{(q - 2\beta_c)^2 + \frac{1}{r_0^2}}, \end{aligned}$$

Получим следующее изображение решения уравнения (21)

$$U_2(q) = \frac{Y_1(q\lambda_1^2 - 2\beta_c q^2)}{2\delta(q^2 - 4\beta_c q + \lambda_1^2)(q^2 + \lambda_2^2)} + \frac{q^2 U_1 + q \frac{P_A}{E_0}}{(q^2 + \lambda_2^2)^2} \quad (23),$$

где $\lambda_1^2 = \frac{1}{r_0^2} + 4\beta_c^2$, $\lambda_2^2 = \frac{\pi^2}{2\delta^2}$.

Для перехода к оригиналам функции (22) предварительно отыскиваем корни $q_{1,2} = 2\beta_c \pm i/r_0$; $q_{3,4} = \pm \lambda_2 = \pm \frac{i\pi}{\delta\sqrt{2}}$, а затем и оригиналы изображений

$$\begin{aligned} \frac{q\lambda_1^2 - 2\beta_c q^2}{(q^2 - 4\beta_c q + \lambda_1^2)(q^2 + \lambda_2^2)} &\rightarrow \frac{r_0 \cdot e^{2\beta_c \ell}}{\left(4\beta_c^2 + \lambda_2^2 - \frac{1}{r_0^2} \right)^2 + \frac{16\beta_c^2}{r_0^2}} \cdot \left\{ \sin \frac{\ell}{r_0} \cdot \left[(\lambda_1^2 - 4\beta_c^2) \left(4\beta_c^2 + \lambda_2^2 - \frac{1}{r_0^2} \right) - \frac{8\beta_c^2}{r_0^2} \right] - \frac{2\beta_c}{r_0} \cdot \right. \\ &\left. \cos \frac{\ell}{r_0} \cdot \left(\lambda_2^2 + 2\lambda_1^2 - \frac{1}{r_0} - 4\beta_c^2 \right) \right\} + \frac{r_0}{\left(\frac{1}{r_0^2} + 4\beta_c^2 \right)^2 + 16\beta_c^2 \lambda_2^2} \cdot \left\{ \cos \lambda_2 \ell \cdot \left[\lambda_1^2 \left(4\beta_c^2 + \frac{1}{r_0^2} \right) + 8\beta_c^2 \lambda_2^2 \right] + \right. \end{aligned}$$

$$\sin \lambda_2 \ell \cdot 2\beta_c \lambda_2 \cdot (4\beta_c^2 + \frac{1}{r_0^2} - \lambda_1^2) \} (24)$$

$$U_2(\ell) = \frac{Y_1 r_0}{2\delta} \cdot \left\{ \frac{e^{2\beta_c \ell}}{(4\beta_c^2 + \lambda_2^2 - \frac{1}{r_0^2})^2 + \frac{16\beta_c^2}{r_0^2}} \cdot \left\{ \sin \frac{\ell}{r_0} \cdot \left[(\lambda_1^2 - 4\beta_c^2) \left(4\beta_c^2 + \lambda_2^2 - \frac{1}{r_0} \right) - \frac{8\beta_c^2}{r_0^2} \right] - \frac{2\beta_c}{r_0} \cdot \cos \frac{\ell}{r_0} \cdot \left(\lambda_2^2 + 2\lambda_1^2 - \frac{1}{r_0^2} - 4\beta_c^2 \right) \right\} + \frac{r_0^4}{(1+4\beta_c^2 r_0^2) + 16\beta_c^2 \lambda_2^2 r_0^4} \cdot \left\{ \cos \lambda_2 \ell \left[\lambda_1^2 \left(4\beta_c^2 + \frac{1}{r_0^2} \right) + 8\beta_c^2 \lambda_2^2 \right] + \sin \lambda_2 \ell \cdot 2\beta_c \lambda_2 (4\beta_c^2 + \frac{1}{r_0^2} - \lambda_1^2) \right\} \right\} + U_1 \cdot \cos \lambda_2 \ell + \frac{P_A}{E_0 \lambda_2} \cdot \sin \lambda_2 \ell + \frac{P_A}{E_0 \lambda_2} \cdot \sin \lambda_2 \ell$$

(24).

Для определения U_1 используем условие (22) и получим

$$U_1 = \frac{1}{\lambda_2 \cdot \sin \lambda_2 \ell_c} \cdot \left[\frac{P_A}{E_0} \cdot \cos \lambda_2 \ell_c + \frac{\partial U_3(\ell_c)}{\partial e} \right] \quad (25)$$

Полученное решение (24) допускает получение составляющих функции давления по направлениям координат ℓ, y, x

$$P_\ell(\ell, x, y, t) = \frac{\partial(1,51)}{\partial e} \cdot E_0 \quad (26)$$

$$P_y(\ell, x, y, t) = \frac{\partial(1,51)}{\partial e} \cdot E_0 \quad (27)$$

$$P_x(\ell, x, y, t) = \frac{\partial(1,51)}{\partial e} \cdot E_0 \quad (28)$$

Второй вариант решения уравнения (15) выполним заменой $\ell = V_0 t$ [14,17], при этом $\frac{\partial^2 U}{\partial \ell^2} = \frac{1}{V_0^2} \cdot \frac{\partial^2 U}{\partial t^2}$ и получим новое уравнение с функцией $U_t(x, y, t)$

$$\frac{\partial^2 U_t}{\partial t^2} \left(\frac{1}{V_0^2} - \frac{p_c}{E_{og}} \right) + \frac{\partial^2 U_t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U_t}{\partial x^2} = -\frac{Y_1}{2\delta} \cdot \sin \frac{\pi y}{\delta} \cdot \sin \frac{\pi x}{2\delta} \cdot \rho^2 \beta_c V_0 t \cdot \left[2\beta_c (1 - \cos \omega_0 t) + \frac{1}{r_0} \cdot \sin \omega_0 t \right], \quad (29)$$

Решение этого уравнения для установившегося движения модельной струи получим в виде

$$U_t(y, x, t) = U_t(t) \cdot \sin \frac{\pi y}{2\delta} \cdot \sin \frac{\pi x}{2\delta} \quad (30)$$

После подстановки частных производных (30) в (29) получим

$$\ddot{U}_t(t) - p_t^2 U_t(t) = -e^{2\beta_c V_0 t} \cdot [A_1 (1 - \cos \omega_0 t) + A_2 \cdot \sin \omega_0 t] \quad (31),$$

где $p_t^2 = \frac{\pi^2 \cdot E_{og} V_0^2}{2\delta^2 (E_{og} - \rho_c V_0^2)} \approx \frac{\pi^2 V_0^2}{2\delta^2}, A_1 = \frac{Y_1 E_{og} V_0^2 \beta_c}{\delta (E_{og} - \rho_c V_0^2)}, A_2 = \frac{Y_1 E_{og} V_0^2}{2\delta r_0 (E_{og} - \rho_c V_0^2)}.$

4. ВЫВОДЫ

1. Предложен аналитико-численный метод анализа различных гидромеханических систем, например, для анализа динамического функционирования гидравлических и гидрофрикционных демпферов торсионного типа для локомотивов.

2. Эмпирические исследования, проведенные на стенде гидрофрикционного демпфера торсионного типа [10] в депо Узбекистан, показали достаточно высокую сходимость с результатами теоретических исследований.

3. Разработана «Инструкция по организации технологического процесса капитально-восстановительного ремонта гидравлических гасителей колебаний типа КВЗ-ЛИИЖТ», которая передана в Управление эксплуатации локомотивов АО «Узбекистон темир йуллари».

4. Получен подтвержденный экономический эффект от внедрения, который составил 58,2 млн. сум/год.

5. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Khromova G.A., Mukhamedova Z.G., Yutkina I.S., Makhamadaliyeva M.A. *Hydraulic vibration damper of torsion type*. A positive decision on the patent of the Republic of Uzbekistan for the invention, the application No. IAP 20160113 of 03/29/2016.
2. Хромова Г.А., Юткина И.С., Махамдалиева М.А. Разработка метода расчета на динамическую прочность гидрофрикционного гасителя колебаний ЭПС торсионного типа / В материалах VI Международной научно-технической конференции «Локомотивы. Электрический транспорт. XXI век», Том 2, ПГУПС, г. Санкт-Петербург, 13–15 ноября 2018г. – С.38–43. [In Russian: Khromova G.A., Yutkina I.S., Makhamadaliyeva M.A. Development of a method for calculating the dynamic strength of EPS hydraulic vibration damper of a torsion type / In Proc. of the VI International Scientific and Technical Conference “Locomotives. Electric transport. XXI century”, Volume 2, PGUPS, St. Petersburg, November 13–15, 2018 — pp.38–43].
3. Хромова Г.А., Мухамедова З.Г., Юткина И.С. Оптимизация динамических характеристик аварийно-восстановительных автоматов. // Научный журнал: «Fan va texnologiya», Ташкент – 2016. – 253 с. [In

- Russian: Khromova G.A., Mukhamedova Z.G., Yutkina I.S. Optimization of dynamic characteristics of emergency restoring rail service cars. Scientific journal: «*Fan va texnologiya*», Tashkent – 2016. – 253 p.].
4. Axle box suspension with resilient elements adhered to the movable components such that all relative movement between the components occurs by deformation of the resilient elements: Patent 5189962 USA, MKI5 8 61 F 5/30 / Iwamura A., Akashi S.; Kawasaki Jukogyo K.K. No. 892713; Applied on 29.5.92; Published on 2.5.93; Priority 1.9.88, No. 63-216220 (Japan); NKI 105/218.2.
 5. A vehicle suspension arrangement: Application 2271747 Great Britain, MKI6 B 62 D 61/12 / Bennett Ian Robert, Smart David Anthony, Young Donald Walter Steel, Okada Takeru, Azakami Masayoshi, Takizawa Hidsyuki; Dowty Aerospace Gloucester Ltd; Nabco Ltd; Railway Technical Research Institute. No. 9321519.2; Applied on 19.10.93; Published on 27.4.94; NKI B7D.
 6. Хромова Г.А., Хромов С.А., Махбубов А.Р. Численные исследования гидравлических гасителей колебаний для высокоскоростного электрического транспорта. // В сборнике Трудов Международной научно-практической конференции «Транспорт – 2013» (г. Ростов-на-Дону, 25–27 апреля 2013 г.), г.Ростов-на-Дону, Ростовский Государственный университет путей сообщения, часть 2, технические науки, С.266–268. [In Russian: Khromova G.A., Khromov S.A., Makhbubov A.R. Numerical studies of hydraulic vibration dampers for high-speed electric transport. // InProc. of the International Scientific and Practical Conference "Transport – 2013" (Rostov-on-Don, April 25–27, 2013), Rostov-on-Don, Rostov State University of Communications, part 2, Technical sciences, pp.266–268].
 7. Хромова Г.А., Хромов С.А., Махамдалиева М.А. Моделирование динамического функционирования гидрофрикционного гасителя колебаний с учетом влияния тепловых контактных процессов. // В материалах II Международной научно-технической конференции «Локомотивы. XXI век.», ПГУПС, г. Санкт-Петербург, 18–20 ноября 2014 г. – С.22–25. [In Russian: Khromova G.A., Khromov S.A., Makhmadaliev M.A. Simulation of dynamic functioning of the hydro-friction vibration damper, with account of the effect of heat contact processes. // In Proc. of the II International Scientific and Technical Conference "Locomotives. XXI century", PGUPS, St. Petersburg, November 18–20, 2014 – pp.22–25].
 8. Махамдалиева М.А. Научный руководитель: проф. Хромова Г.А. Метод моделирования тепловых контактных процессов в гидрофрикционном гасителе колебаний. // В материалах VI Международной научно-практической конференции «Автоматизированное проектирование», Петербургский государственный университет путей сообщения, г. Санкт-Петербург, 16–17 апреля 2014 г. – С.88–91. [In Russian: Makhmadaliev M.A. Scientific advisor: prof. Khromova G.A. Method of modeling heat contact processes in hydro-friction vibration damper. // In Proc. of the VI International scientific-practical conference «Automated Design» St. Petersburg State University of Communications, St. Petersburg, April 16–17, 2014, Pp.88–91].
 9. 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.
 10. Khromova G.A., Baymanov B.A., Makhbubov A.R., Mukhamedova Z.G. Hydraulic vibration damper. Patent of the Republic of Uzbekistan for invention No. IAP 05463. Applicant: Tashkent Railway Engineering Institute. Published in BI No. 9, 09.29.2017.
 11. Aufhängung für einen Wagenkasten an einem Fahrgestell, insbesondere an einem Drehgestell eines schienengebundenen Fahrzeugs: Application 4243886 Germany, MKI5 B 62 D 24/04 / Dappa Ewald; Mannesmann Rexroth GmbH. No. 42438861; Applied on 23.12.92; Published on 30.6.94.
 12. Querfederung von schienengebundenen Fahrzeugen: Application 4216727 Germany, MKI5 B 61 F 5/24 / Fröhlich Udo, Schäfer Wolfgang; Mannesmann Rexroth GmbH. No. 4216727.2; Applied on 20.5.92; Published on 25.11.93.
 13. Pneumatic Spring: Application 3148345 Japan, MKI5 B 60 R 21/18 / Khamada Sindzi; Ikeda Bussan k. k. No. 1286392; Applied on 02.11.89; Published on 25.06.91 ; Kokai tokke koho. Series 2(5). – 2 p.
 14. Файзибаев Ш.С., Хромова Г.А., Махамдалиева М.А. Численные исследования контактных процессов в гидрофрикционном гасителе колебаний для высокоскоростного электроподвижного состава. // Россия, журнал «Известия ТРАНССИБА», № 1, 2015.– С.49–54. [In Russian: Fayzibaev Sh.S., Khromova G.A., Makhmadaliev M.A. Numerical study of contact processes in a hydro-friction vibration damper for high-speed electric rolling stock. // Russia, J. "Izvestiya TRANSSIBA", No. 1, 2015.– pp.49–54].
 15. Galina Khromova, Irina Yutkina, Malika Makhmadaliev. Numerical study of heat contact processes in hydro-frictional shock absorbers for high-speed electric rolling stock. // IV International Symposium «Transport problems», Silesian University of Technology, Katowice, Faculty of Transport, 22–23 June 2015, p. 671–779.
 16. Elastomer Based Shock Absorber. Railcar cushioning device with internal elastomeric spring: Patent 6199708 USA, MPK7 B 61 G 9/00 / ASF-Keystone, Inc., Monaco Jay P. No.09/263256; Applied on 05.03.1999; Published on 13.03.2001; NPK 213/43.
 17. Huston, R. & Liu, C. Q. Formulas for Dynamic Analysis (Mechanical Engineering). Florida: CRC Press. 2001. 642 p. 17.

УДК 625.76.031**STUDYING THE EFFECT OF CAPILLARY MOISTENING ON THE DENSITY OF
DISPERSED SOILS DURING THE CONSTRUCTION OF TRANSPORT FACILITIES****Abdubakiy KAYUMOV**, Doctor of Technical sciences, professor**Rashidbek HUDAYKULOV***, PhD, docent**Dilfuza MAKHMUDOVA**, PhD

Tashkent State University of Transport

1, Adilkhozhaev str., Tashkent, 100167, Uzbekistan

Tel.: +99890 959-02-08

*E-mail: Rashidbek_19_87@mail.ru

Abstract: The growth of intensity, carrying capacity of vehicles, the speed of movement of cars and trains imposes increased requirements on transport structures. This article presents the results of observations of the effect of capillary moisture on the dynamics of the density of dispersed, in particular saline and loess soils in the canvas of a transport structure.

Keywords: Transport facilities, saline soils, stability, durability, road bed, compaction, optimum humidity, maximum density, capillary moistening.

**ТРАНСПОРТ ИНШОТЛАРИ ҚУРИЛИШИДА ДИСПЕРС ГРУНТЛАРНИ
НАМЛАНИШИ ОҚИБАТИДА ЗИЧЛИГИГА ТАЪСИРИНИ ЎРГАНИШ****Абдубакий КАЮМОВ**, техника фанлари доктори, профессор**Рашидбек ХУДАЙҚУЛОВ***, т.ф.н., доцент**Дилфуза МАХМУДОВА**, т.ф.н.

Тошкент давлат транспорт университети

100167, Ўзбекистон, Тошкент, Одилахўжаев кўч., 1

Тел.: +99890 959-02-08

*E-mail: Rashidbek_19_87@mail.ru

Аннотация. Магистралларнинг йўл тузилмалари мустаҳкамлигига бўлган талаблар уларнинг тармоғини ривожлантириш, автоулов паркинги ва транспорт воситаларини ташиш қобилиятини ошириш туфайли доимий равишда ўсиб бормоқда. Субград маҳаллий даштлардан, хусусан, кенг тарқалган лесс тупроқларидан тўқилган. Бўшашган тупроқларнинг, айниқса шўрланган тупроқларнинг намланиши уларнинг чидамлилигига таъсир қилади. Ушбу мақолада транспорт тузилмасидаги шўр ва ботқоқ тупроқлар зичлиги динамикасига капилляр намликнинг таъсирини кузатиш натижалари келтирилган.

Калит сўзлар: транспорт тузилмалари, шўрланган тупроқлар, баркарорлик, кучилик, субградация, сиқиш, тегмаслик намлик, максимал зичлик, капилляр намлик.

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КАПИЛЛЯРНОГО УВЛАЖНЕНИЯ НА ПЛОТНОСТЬ
ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТРАНСПОРТНЫХ
СООРУЖЕНИЙ****Абдубакий КАЮМОВ**, д.т.н., профессор**Рашидбек ХУДАЙҚУЛОВ***, PhD, доцент**Дилфуза МАХМУДОВА**, PhD

Ташкентский Государственный Университет транспорта

100167. Узбекистан, Ташкент, ул. Адилхожаева, 1

Тел.: +99890 959-02-08

*E-mail: Rashidbek_19_87@mail.ru

Аннотация. Требования к прочности дорожных конструкций автомобильных дорог постоянно возрастает в связи с развитием их сети, увеличением автомобильного парка и грузоподъемности автомобилей. Земляное полотно отсыпается из местных грунтов, в частности лессовых, которые встречаются часто. Увлажнение лессовых грунтов, особенно засоленных влияет на их несущую способность. В настоящей статье излагаются результаты наблюдений влияния капиллярного увлажнения на динамику плотности засоленных и лёссовых грунтов в полотне транспортного сооружения.

Ключевые слова: транспортные сооружения, засоленные грунты, устойчивость, прочность, земляное полотно, уплотнение, оптимальная влажность, максимальная плотность, капиллярное увлажнение.

1. ВВЕДЕНИЕ

Рост интенсивности, грузоподъемности транспортных средств, скорости движения автомобилей и поездов предъявляет к транспортным сооружениям повышенные требования. В частности, большое значение приобретает ровность поверхности дорожных покрытий. В настоящее время дорожное строительство развивается в направлении увеличения прочности и долговечности дорог, что обуславливает применение для устройства дорожных одежд дорогостоящих материалов и усложняет технологию. Однако вложенные средства и затраченные усилия оказываются напрасными, если земляное полотно недостаточно устойчиво. В этих случаях быстро утрачивается также и приданная в процессе строительства ровность дорожного покрытия. Поэтому в условиях современного строительства устройству прочного и устойчивого земляного полотна, являющегося фундаментом транспортного сооружения, уделяется особенно большое внимание.

Одним из важнейших мероприятий, обеспечивающим устойчивость транспортного сооружения, в том числе земляного полотна, является уплотнение. От степени уплотнения грунта земляного полотна во многом зависит и состояние дороги. Плотность грунта непосредственно влияет на водно-тепловой режим земляного полотна и прочность грунтового основания [1].

2. МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

Многолетние наблюдения в полевых условиях на автомобильных дорогах (табл.1), такие как «4Р33 Даштобод - Найман (Гулистон – Гагарин, 20 км)», «4Р161 Ургенч-Чалиш-Беруний - Бустан, 15-16 км», «М-37 Самарканд - Туркманбоши (участок Бухара - Жондор, 10-22 км)» (рис.1), «М-39 Алмата - Бишкект-Ташкент - Термез (участок Каган-Караулбазар, 9-22 км и Бухара-Каган, 5-9 км)», «4Р175 Халкабад-Кегейли, 3 и 5 км (рис.2); «Нукус - Халкабад 20,3 км»; «Чимбай - Тахта - Купыр», 7,2 км; «Ходжейли - Шуманай, 5,1 км»; «Халкабад - Чимбай, 14,8 км» и многочисленные лабораторные опыты показывают, что при высокой степени уплотнения грунтов перемещение влаги резко замедляется в связи с блокировкой пор грунта пленками связанной воды.



Рис. 1. Участок автомобильной дороги Бухара-Жондор, 22км



Рис. 2. Участок автомобильной дороги Халкабад-Кегейли, 3 км

В результате уплотнения грунтов повышается их водоустойчивость, снижается водопроницаемость и высота капиллярного подъема воды [2-5]. Скорость передвижения и высота подъема капиллярной воды в уплотненных грунтах исследовались Безруком В.М. [6]. Опыты, проводившиеся с глиной, суглинком и супесью, показали, что при оптимальной влажности и максимальной плотности (стандартное уплотнение) капиллярное передвижение воды почти прекращается. И.А. Носич, исследовавший водоустойчивость пылеватых черноземных грунтов различной влажности и плотности, уплотненных эффективным количеством ударов стандартной гири, а также время и степень возможного увлажнения земляного полотна из боковых канав, пришел также к выводу, что наибольшей водоустойчивостью обладают грунты, уплотненные при оптимальной влажности до стандартной плотности [7].

Лабораторными исследованиями [8], произведенными с грунтами разного гранулометрического состава и генезиса, было доказано, что грунты стандартного уплотнения не только в минимальной степени увлажняются, но и в случае затопления водой требуется наиболее длительный срок для их промокания и разрушения.

Степень же разуплотнения оказалась тем больше, чем больше отличалась влажность формирования от оптимальной влажности. Результаты этих лабораторных исследований указывают на то, что с точки зрения обеспечения устойчивости и следовательно, стабильной прочности уплотненных грунтов следует стремиться к стандартному уплотнению в лабораториях и к уплотнению катками в производственных условиях.

Узбекистан, где промерзание отсутствует или оно незначительно, этого явления не наблюдается [9]. Разуплотнения грунтов земляного полотна происходит, главным образом, под действием грунтовых вод (рис. 3). Грунтовые воды питаются за счет просачивания через толщу грунтов части атмосферных осадков и

оросительных вод. При близком залегании грунтовые воды могут выклиниваться непосредственно на поверхность земли или подтягиваться к верхним слоям земляного полотна в силу капиллярного поднятия.

Таблица 1

Характеристика участков наблюдений

№	Дорога	Км	Категория дороги	Тип местности по условиям увлажнения	Глубина залегания грунтовых вод от дна корыта [м]	Высота насыпи [м]	Состояние земляного полотна
1	Халкабад-Кегейли поперечник 1	3	II	3	>3,0	1,2-1,5	Устойчивое, осадков нет. Оползания откосов и обочин нет, размылов не наблюдалось
	Халкабад-Кегейли поперечник 2	0,5	II	3	>3,0	1,5	
2	Нукус-Халкабад	20,3	II	3	>3,2	1,2-1,5	Устойчивое, оползание откосов и разрыва обочин не наблюдается.
3	Чимбай-Тахта-Купир	7,2	II	3	>2,5	0,3	Устойчивое, оползания откосов и разрыв обочин не наблюдается.
4	Ходжейли-Шуманай	5,1	II	3	>2,5	1,2-1,5	Устойчивое, осадков нет. Оползание откосов на обочине нет, размылов не наблюдалось.
5	Халкабад-Чимбай	14,8	II	3	>2,0	0,8-1,0	Устойчивое, осадков нет.

Для расчета возвышения низа дорожной одежды предлагаем метод, основанный на следующих предпосылках. При возведении полотна на местности с близким уровнем грунтовых вод в грунте возникает градиент влажности. Вследствие колебания уровня грунтовых вод минимальный градиент, а следовательно, и кривая влажности грунта в слое h_6 изменяются (рис.3).

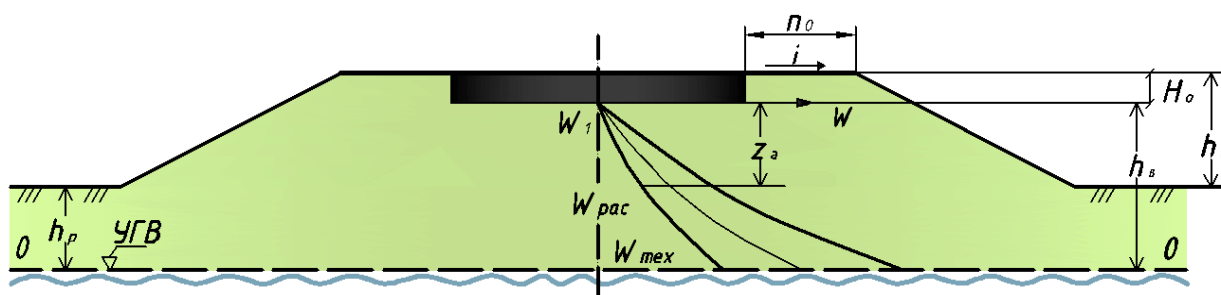


Рис. 3. Расчётная схема – конструктивных решений дорожной насыпи:

- W_1 - начальная влажность, равная оптимальной влажности при уплотнении грунта земляного полотна, %;
- $W_{рас}$ - расчетная влажность, %;
- $W_{тек}$ - влажность при текучести грунта, %;
- Z_a - активная зона, м.
- h_p - расстояние от уровня поверхности грунтовых вод до поверхности земли, м;
- h_b - расстояние от поверхности грунтовых вод до низа дорожной одежды, м;
- h_6 - расстояние от поверхности земли до бровки земляного полотна, м;
- H_0 - толщина дорожной одежды; n_0 - ширина обочины, м;
- i - уклон обочины;
- УГВ - уровень грунтовых вод.

В рассматриваемых районах минимальный градиент W_0-W_1 соответствует концу теплого периода с максимальной глубиной расположения грунтовых вод. Вследствие осадков, выпадающих в осенние и зимние периоды, и уменьшения интенсивности испарения с поверхности уровень грунтовых вод повышается и влажность в слое h_6 постепенно возрастает.

При наличии градиента влажности образуется поток снизу вверх двухфазной влаги: жидкообразной (капиллярной и пленочной) и парообразной. Миграция влаги существенно зависит от влагопроводности

грунта. Поскольку полотно не промерзает и градиент температуры в слое h_e относительно мал, то интенсивность миграции влаги вследствие термовлагопроводности незначительна и ею можно пренебречь. Из верхней части полотна влага удаляется в атмосферу вследствие диффузии пара через слои дорожной одежды, которые, включая даже асфальтобетонное и цементобетонное покрытие, являются воздушно и паропроницаемыми. При этом убыль влаги в пленках восполняется мигрирующей снизу двухфазной влагой.

Для этих предпосылок, подтвержденных экспериментально, дифференциальное уравнение изменения влажности грунта W в слое h_e вследствие миграции двухфазной влаги имеет следующий вид:

$$\frac{\partial W}{\partial T} = a_{\text{ж}}^1 \frac{\partial^2 W}{\partial Z^2}, \quad (1)$$

где T - время, ч;

$a_{\text{ж}}^1$ - коэффициент влагопроводности при миграции двухфазной влаги, равный

$$a_{\text{ж}}^1 = \frac{a_{\text{ж}}}{1 - \varepsilon}, \quad (2)$$

$a_{\text{ж}}$ - коэффициент влагопроводности при миграции жидкой фазы влаги, $\text{м}^2/\text{ч}$;

ε - безразмерный критерий фазового перехода водяного пара в жидкую фазу.

Критерий ε вычисляется экспериментально или рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon = \frac{q_{\text{п}}}{q_{\text{ж}} + q_{\text{п}}}, \quad (3)$$

где $q_{\text{п}}$ - плотность потока ненасыщенного водяного пара;

$q_{\text{ж}}$ - плотность потока жидкой фазы.

В начальный момент при низком уровне грунтовых вод влажность в слое h_b увеличивается с глубиной. По мере поднятия уровня грунтовых вод влажность W_0 на нижней границе слоя h_b возрастает пропорционально времени. На верхней границе этого слоя влажность W_1 сохраняется постоянной или изменяется в очень узком интервале, что достигается регулированием величины h_b .

Имея в виду такой влагообмен, краевые условия для уравнения (1) можно представить следующим образом:

$$\text{начальные, при } T=0; \quad W(z,0) = W_1 + \frac{W_0 - W_1}{h_b} z; \quad (4)$$

$$\text{граничные, при } z=0, \quad W(0,T) = W_1; \quad (5)$$

$$\text{при } z=h_b, \quad W(h_b,T) = W_0 + mT; \quad (6)$$

где: W_1, W_0 - влажность на верхней и нижней границах слоя h_b ;

m - коэффициент, характеризующий интенсивность нарастания влажности во времени на нижней границе слоя h_b , $1/\text{ч}$.

Применим преобразование Лапласа к функции $W(z, T)$.

$$\text{Тогда} \quad \frac{\partial W}{\partial T} \div P \bar{W}(z, P) - W(z, 0) = P \bar{W}(z, P) - W_1 - \frac{W_0 - W_1}{h_b} z \quad (7)$$

Имея в виду (1) и (6),

$$P \bar{W} - W_1 - \frac{W_0 - W_1}{h_b} z = a_{\text{ж}}^1 \frac{d^2 \bar{W}}{dz^2} \quad (8)$$

$$\text{Преобразуем} \quad \frac{d^2 \bar{W}}{dz^2} - \frac{P}{a_{\text{ж}}^1} \bar{W} = -\frac{W_1}{a_{\text{ж}}^1} - \frac{W_0 - W_1}{a_{\text{ж}}^1 h_b} z. \quad (9)$$

Решение (9) дает следующее выражение

$$\begin{aligned} W(z, T) = & W_1 + \frac{W_0 - W_1}{h_b} z + m \left[\frac{zT}{h_b} - \frac{z(h_b^2 - z^2)}{6h_b a_{\text{ж}}^1} \right] + \\ & + \frac{2mh_b^2}{\pi^3 a_{\text{ж}}^1} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n^3} \exp \left(-\frac{\pi^2 a_{\text{ж}}^1 T}{h_b^2} \right) \sin \frac{\pi z}{h_b} \end{aligned} \quad (10)$$

Проверка (10) показывает, что это уравнение удовлетворяет начальным и граничным условиям (4)-(6). Проверка размерностей показывает также правильность формулы.

Уравнение (10) описывает влагообмен во времени и по глубине в слое $h_в$. Со временем в слое $h_в$ на различные моменты T устанавливается определенное распределение влажности. Для обеспечения устойчивости земляного полотна возрастание влажности $W(z,T)$ во времени должно быть ограничено некоторым допустимым значением W_z . Если $W(z,T_p) \leq W_z$, то обеспечивается требуемая прочность грунтов полотна активной зоне z .

Очевидно, если в слое z будет обеспечена расчетная прочность E_p , то, зная E_p , можно определить W_p и $W_z = W_p$. Таким образом, если в активной зоне z ограничить влажность грунта расчетным значением W_p , то при этих условиях обеспечивается требуемая устойчивость дорожной конструкции.

Для решения этой задачи воспользуемся уравнением (10), которое предварительно проанализируем. Знакопередающийся ряд (последний член уравнения) (10) является быстросходящимся и вносит лишь небольшую поправку в величину влажности, уменьшая ее значение $W(z,T)$ на 0,001-0,003. Эта поправка стремится к нулю при увеличении времени T . Уже при $T=2000$ ч величина поправки за счет членов ряда близка к 0,005; при $T=3000$ ч вносится поправка в $W(z,T)$ в четвертый знак - 0,001.

Поскольку при решении поставленной задачи время $T=T_p$ и равно нескольким месяцам (3-5), то формула (10) для расчета процесса влагообмена в полотне при увлажнении грунтовой водой может быть представлена в виде:

$$W(z, T_p) = W_1 + \frac{W_0 + W_1}{h_B} z + m \left[\frac{z T_p}{h_B} - \frac{z(h_1^2 - z^2)}{6 h_B a_{ж}^1} \right]. \quad (11)$$

Согласно предпосылкам $W(z, T_p) = W_p$ из уравнения (11) находим величину возвышения низа одежды над расчетным горизонтом грунтовых вод

$$h_B = \frac{3 a_{ж}^1}{m z} \left\{ \sqrt{(W_p - W_1)^2 + \frac{4 m z}{6 a_{ж}^1} \left[(W_0 - W_1) z + m z T_p + \frac{m z^3}{6 a_{ж}^1} \right]} - (W_p - W_1) \right\}. \quad (12)$$

где W_p - расчетная влажность, доли единицы;

T_p - расчетная продолжительность стояния максимального горизонта грунтовых вод, ч;

W_0 - влажность грунта в слое, расположенном непосредственно над зеркалом грунтовых вод, рассчитывается в зависимости от значения плотности грунта δ и удельного веса грунта Δ по формуле:

$$W_0 = \frac{\Delta - \delta}{\Delta \delta}. \quad (13)$$

При использовании уравнения (12) для практических расчетов можно принимать $W_0 = W_1$, $m = 10^{-5} 1/ч$.

Поскольку уравнение (12) получено для незасоленных грунтов, для засоленных грунтов в зависимости от количества и качества солей уравнение имеет следующий вид:

$$h_B = \frac{3 K a_{ж}^1}{m z} \left\{ \sqrt{(W_p - W_1)^2 + \frac{4 m z}{6 a_{ж}^1} \left[(W_0 - W_1) z + m z T_p + \frac{m z^3}{6 a_{ж}^1} \right]} - (W_p - W_1) \right\}, \quad (14)$$

где K - поправочный коэффициент, учитывающий степени и виды засоления, который колеблется в пределах 1,0÷1,5.

На прочность транспортного сооружения также влияют динамические нагрузки, которые прикладываются на грунт транспортного сооружения от движущихся транспортных средств. Изучения сдвигустойчивости грунтов, подстилающих дорожную одежду, под воздействием кратковременных и многократно прикладываемых нагрузок показывают, что прочностные характеристики грунтов сцепление C и угол внутреннего трения φ зависят от многочисленных факторов, прежде всего от интенсивности и режима действия, напряженного состояния, состояния грунтов по влажности и плотности, вида грунтов, структурных особенностей [10]. Эти зависимости можно выразить в следующем виде:

$$C, \varphi = f(K_y, N_p, W_p, I_p), \quad (15)$$

где: K_y - коэффициент уплотнения;

N_p - количество приложения нагрузки;

W_p - расчетная влажность грунтов;

I_p - число пластичности.

При натурном исследовании на опытном участке были сопоставлены плотности лессовых грунтов земляного полотна, достигнутые при строительстве, с плотностью определенные после 15 лет его эксплуатации. Эти исследования показывают, что коэффициент уплотнения практически является стабильным показателем и не изменяется во времени, но с увеличением числа приложений нагрузок в равных условиях, т.е. в одинаковой плотности и влажности уменьшаются значения угла внутреннего трения и удельное сцепление.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ РЕШЕНИЯ

При близком залегании грунтовых вод искусственная уплотненность грунтов во многих случаях не является долговечной. Разуплотнение земляного полотна капиллярными грунтовыми водами, как правило,

наблюдается и в районах, где оно построено из сильнозасоленных грунтов. Повышение влажности грунтов земляного полотна выше оптимальной вызывает уменьшение их плотности.

Учитывая существующие представления о природе разуплотнения грунтов в условиях Узбекистана, необходимо было экспериментально проверить на искусственно засоленных грунтах влияние капиллярного увлажнения.

В настоящей статье излагаются результаты наблюдений влияния капиллярного увлажнения на динамику плотности засоленных грунтов.

При проведении соответствующих опытов необходимо было установить: при каком расстоянии уплотненного слоя от воды плотность уменьшается, насколько и в каких грунтах; выявить зависимость капиллярного поднятия от плотности грунтов; можно ли уменьшить высоту насыпи за счет повышенной плотности и сохранится ли она.

Определение степени и характера разуплотнения различно засоленных грунтов производилось в металлических колонках, составляемых из отдельных колец высотой 10 см и диаметром 9,5 см. Серия опытов проводилась при 0,96; 0,98; 1,00 и 1,02 от максимальной плотности и оптимальной влажности с различно-засоленными грунтами, как в качественном, так и в количественном отношении, т.е. в следующих вариантах:

Контроль – незасоленная тяжелая пылеватая супесь.

Тяжелая пылевая супесь + 5% Na_2SO_4 ;

“ “ “ +5% NaCl ;

“ “ “ +2,5% Na_2SO_4 +2,5% NaCl ;

“ “ “ +1% Na_2SO_4 +4% NaCl ;

“ “ “ +1% Na_2SO_4 .

Указанные варианты искусственного засоления были взяты из тех соображений, что в природных условиях Узбекистана чаще всего встречаются сильнозасоленные и избыточно-засоленные грунты сульфатного и хлоридно-сульфатного характера засоления.

Подготовка грунта к опытам состояла в том, что незасоленная тяжелая пылеватая супесь размельчалась деревянным пестиком и просеивалась через сито 1 мм, затем, подготовленный таким образом, грунт засолялся. Соли вносились в воздушно-сухой грунт в виде растворов. После высушивания на воздухе засоленные грунтовые смеси растирались и просеивались через сито 1 мм. Для всех серий опытов засоленный грунт предварительно замачивался. Загрузка колонок засоленным грунтом производилась при оптимальной влажности, предварительно установленной по методу стандартного уплотнения.

Подготовленный грунт насыпался в металлический цилиндр примерно на 1/3 высоты и уплотнялся грузом 2,5 кг, падающим с высоты 30 см. Уплотнение производилось в 3 слоя, причем каждый слой уплотнялся ударами груза в количестве 1/3 от общего числа ударов, назначенного для уплотнения (для глинистых грунтов - 120).

После того, как металлический цилиндр был заполнен уплотненным грунтом, навинчивался следующий цилиндр и грунт уплотнялся таким же способом как в предыдущем.

Непрерывность грунтового столба обеспечивалась тем, что перед уплотнением следующего слоя предыдущий слой разрыхлялся на 0,5 см.

Для первой серии опытов верхние и нижние кольца каждой колонки загружались незасоленной тяжелой пылеватой супесью, уплотненной до 0,6-0,7 от максимальной плотности. Верхние кольца для уменьшения испарения дополнительно закрывались заслоном.

Уплотненные таким образом грунты в колонки нижними концами помещались в сосуды с водой. Увлажнение производилось через сетчатое дно. Диаметр отверстий – 1 мм. Для предотвращения вымыва грунта из колонок на сетчатое дно помещался бумажный фильтр.

Разгрузка колонок производилась через 30, 50, 75, 120, 135 и 240 дней. При разгрузке в каждом кольце определялись объемный вес, влажность, опробование ударником ДорНИИ и отбирались образцы для производства химических анализов с целью изучения количественного состава солей после капиллярного увлажнения грунтов. Лабораторные опыты проводились в условиях положительных температур, считая, что в условиях Узбекистана промерзание грунтов незначительное и не оказывает влияния на плотность грунта активного слоя.

Для лабораторных опытов была взята тяжелая пылеватая супесь. Содержание карбонатов в грунте достигает 22%. По содержанию легкорастворимых солей грунт следует считать незасоленным.

4. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализируя результаты серии опытов можно заметить, что в колонках загруженных незасоленной тяжелой пылеватой супесью, наибольшее изменение влажности произошло в нижнем горизонте (9-19), считая от уровня воды, объемный вес в этом же горизонте изменился на 2-3%. Наибольшая высота капиллярного подъема влаги наблюдалась за период 240 дневного увлажнения (30 см). В вышележащих горизонтах влажность не изменялась и объемный вес остался равным максимальному, полученному в приборе стандартного уплотнения.

Результаты наблюдений за распределением влажности в грунтах, уплотненных при оптимальной влажности до максимальной плотности показали, что капиллярное передвижение воды происходит очень медленно или почти совсем прекращается. Как указывает В.М.Безрук, при оптимальной влажности и максимальной плотности поры заполнены физически связанной водой. Отсутствие свободного объема пор препятствует передвижению капиллярной воды, в результате чего наблюдается стабильное состояние

влажности даже после длительного капиллярного увлажнения. В опыте с незасоленной тяжелой пылеватой супесью за 240 дней капиллярного увлажнения произошло изменение влажности на горизонте 19-29 всего лишь на 1,7%.

В колонке, загруженной тяжелой пылеватой супесью, которая содержит 1% Na_2SO_4 , после 240 дневного капиллярного увлажнения не произошло изменения влажности, а следовательно, и объемного веса. Среднезасоленный грунт ведет себя аналогично незасоленной тяжелой пылеватой супеси. Существенное изменение влажности и объемного веса грунтов произошло в опытных колонках с 5% Na_2SO_4 . Влажность избыточно засоленного грунта уже после 30 дневного увлажнения изменилась на 5%, а объемный вес – 4%. Через 240 дней капиллярного увлажнения произошло изменение влажности на высоту 60 см с уменьшением объемного веса, т.е. произошло частично разуплотнение на всю высоту колонки. Объемный вес снизился с 1,76 до 1,66 г/см³ и опробование ударов ударником ДорНИИ показало низкую прочность. Не изменилась влажность и плотность в колонках, загруженных тяжелой пылеватой супесью с 5% NaCl за весь период наблюдений.

Рассматривая состояние влажности по различным срокам, при интенсивном капиллярном увлажнении максимально уплотненных при оптимальной влажности грунтов, содержащих 2,5% Na_2SO_4 +2,5% NaCl и 1% Na_2CO_3 +4% NaCl , можно сказать, что практически улавливаемых изменений влажности и плотности в течение 240 дней не произошло.

Проведенные опыты капиллярного увлажнения различно засоленных грунтов показали, что наибольшее разуплотнение произошло в колонке с грунтом, содержащим 5% Na_2SO_4 . Это можно объяснить тем, что при избыточном сульфатно-натриевом засолении (5% Na_2SO_4) часть соли будет находиться в растворенном состоянии, а часть - в кристаллическом. В данном случае при растворимости $\text{Na}_2\text{SO}_4=16,1\%$, в оптимальной влажности, соответствующей 15,59% растворится 2,5 г Na_2SO_4 . А, если учесть, что часть воды будет находиться в связанном состоянии, обладающая меньшей способностью растворять соли [7], то солей в кристаллическом состоянии будет значительно больше.

При капиллярном увлажнении избыточно-засоленных грунтов капиллярная вода, прокинув в поры грунта растворяет не растворившиеся при оптимальной влажности кристаллы соли сернокислого натрия. В этом случае растворение соли могут вызвать разуплотнение грунта.

Освобождение пор при растворении и вымывании соли из грунта является причиной отмеченного в опытах увеличения влажности и снижения объемного веса грунта. В данном случае разуплотнение выражается в уменьшении объемного веса против максимального.

Избыточно засоленные грунты, содержащие 5% Na_2SO_4 , при капиллярном увлажнении за 240 дней разуплотнились на высоту 50 см от горизонта воды примерно на 7%.

В колонках, заполненных грунтами, содержащими 5% NaCl и 2,5% Na_2SO_4 + 2,5 NaCl , также происходила миграция солей, но изменение концентрации солей не отразилось на величине объемного веса. В данном случае это объясняется тем, что при таком качественном засолении суммарное содержание солей не превышает такого количества, которое способно раствориться в объеме воды, соответствующем оптимальной влажности при максимальной плотности грунта.

5. ВЫВОДЫ

Исследования, проведенные с засоленными грунтами в условиях интенсивного капиллярного увлажнения, позволяют сделать следующие выводы:

1. Характер и степень разуплотнения грунтов в условиях интенсивного капиллярного увлажнения зависит преимущественно от степени предварительного уплотнения и характера засоления.
2. Чем больше плотность грунта приближается к максимальной плотности, тем меньше высота капиллярного поднятия воды.
3. Избыточно засоленные грунты, с сульфатным характером засоления, при капиллярном увлажнении разуплотнились в течение 240 дней на высоту 60 см. Влажность увеличилась на 7%, плотность уменьшалась на 5-7% за 120 дней капиллярного увлажнения при плотности 0,98 на высоту 20 см, при плотности 0,96 – на высоту 20 см.
4. Сильнозасоленные грунты, с хлоридным характером засоления, за период 120 дневного капиллярного увлажнения разуплотнились на высоту 40 см при плотности 0,98 и на высоту 60 см при плотности 0,96.
5. Грунты, содержащие 2,5% Na_2SO_4 +2,5% NaCl , уплотненные до 0,96 при оптимальной влажности за 130 дней капиллярного увлажнения разуплотнились на высоту 40 см, считая от уровня воды.
6. Не подвергаются разуплотнению грунты, у которых все соли при оптимальной влажности и максимальной плотности находятся в растворенном состоянии.
7. Грунты, у которых оптимальная влажность равна максимальной молекулярной влагоемкости, так же не подвергаются разуплотнению.
8. При возведении земляного полотна из избыточно-засоленных грунтов необходимо, чтобы коэффициент уплотнения был не ниже 0,98.
9. При коэффициенте уплотнения 1,00-1,02 земляного полотна транспортного сооружения, отсыпанного из избыточно засоленных грунтов, возможно уменьшить высоту насыпи против нормативного на 0,3 метра.

ЛИТЕРАТУРА

1. ПНК. 2.05.02-07 Автомобильные дороги. Нормы проектирования. Ташкент, 2007. 89 с. [In Russian: *Standards and Rules of City building. 2.05.02-07 Automobile roads. Design standards. Tashkent, 2007*].

2. Guideline on the Use of Sand in Road Construction in the SADC Region AFCAP/GEN/028/C. 2013, 81 p.
3. *Water in Road Structures: Movement, Drainage & Effects (Geotechnical, Geological and earthquake engineering)*. Editors: Dawson, Andrew (Ed.) University of Nottingham, UK. 2008, 436 p.
4. *Experimental Investigation of Water Migration Characteristics for Saline Soil*. Pol. J. Environ. Stud. Vol. 28, No. 3 (2019), pp.1495-1505.
5. Zhang X., Wang Q., Wang G., Wang W., Chen H., Zhang Z. A Study on the Coupled Model of Hydrothermal-Salt for Saturated Freezing Salinized Soil. *Mathematical Problems in Engineering*, 2, 1, 2017.
6. Худайкулов Р.М. «Обоснование расчетных характеристик засоленных грунтов насыпей земляного полотна». Диссертация на доктора философии (PhD) по техническим наукам. – Ташкент. 2018 г., 134 с. [In Russian: Khudaykulov, R.M. (2018) *Justification of the design characteristics of saline soils of the subgrade. Thesis on the Doctor of Philosophy (PhD) on technical sciences*. Tashkent].
7. Scientific and technical report on "Assesing the impact of water-salt regime of soil on the basis of transport facilities and development of sustainable constructions in Uzbekistan". Tashkent Automobile Roads Institute (TARI), Tashkent, 2014. 154 p.
8. Hall, K.T. & Croveti, J.A., 2007, "Effects of Subsurface Drainage on Pavement Performance, Analysis of the SPS-1 and SPS-2 Field Sections", *NCHRP Report 583*, Transportation Research Board, Washington, DC, 92pp. & Annexes.
9. Каюмов, А.Д. & Agzamov, I.A. & Hudaykulov, R.M. *The saline soil road upper*. Tashkent 2013.130 p.
10. Каюмов А.Д., Махмудова Д.А., Худайкулов Р.М. Поведение лессовых грунтов. Журнал Автомобильные дороги. Москва. 2014 г, № 06 (991). 93-94 с.[In Russian: Kayumov, A.D., Makhmudova, D.A., Khudaykulov, R.M. (2014) Behavior of loess soils/ *Journal of Highways*. Moscow].

УДК 378.147:37.018.43

DISTANCE TRAINING FOR TRAINING AND RETRAINING OF SPECIALISTS ON RAILWAY TRANSPORT

Kamolа MUSAMEDOVA, Applicant for the Department of Automation, Telemechanics and Telecommunication Technologies

Abdulkhak KHALIKOV*, DSc, professor

Tashkent State Transport University

Tashkent, Adilkhodzhaev str., 1, Uzbekistan

*Тел.: +998903194924

*E-mail: xalikov_abdulkhak@mail.ru

Abstract: The paper considers the advantages of distance learning in the education system, analyzes the implementation of the program for the training and retraining of specialists in railway transport based on the concept of the development of the higher education system in the Republic of Uzbekistan to ensure the strong integration of science, education and production in order to improve the quality of education, prepare competitive personnel, effective organization of scientific and innovative activities, taking into account the interaction of a higher educational institution and production.

Keywords: Distance learning, training and retraining of personnel, the concept of the development of the higher education system, the railway transport industry.

ТЕМИР ЙЎЛ ТРАНСПОРТИДА МУТАХАССИС КАДРЛАРНИ ТАЙЁРЛАШ ВА ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШДА МАСОФАВИЙ ТАЪЛИМ

Камолa МУСАМЕДОВА, "Автоматлаштириш, телемеханика ва телекоммуникация технологиялари" бўлими изланувчи

Абдулхак ҲАЛИКОВ*, т.ф.д., проф.

Тошкент давлат транспорт университети

Ўзбекистон, Тошкент ш., Адилходжаев кўч. 1-уй

*Тел.: +998903194924

*E-mail: xalikov_abdulkhak@mail.ru

Аннотация: Ушбу ишда таълим тизимида масофавий ўқитишнинг авзалликлари Ўзбекистон республикасида олий таълим тизимини ривожлантириш концепцияси асосида темир йўл транспортида мутахассис кадрларни тайёрлаш ва қайта тайёрлаш дастурини амалга ошириш, таълим сифатини ошириш учун фан, таълим ва ишлаб чиқаришнинг интеграциясини таъминлаш учун рақобатбардош кадрларни тайёрлаш, олий ўқув юрти ва ишлаб чиқаришнинг ўзаро ҳамкорлигини ҳисобга олган ҳолда илмий ва инновацион фаолиятини самарали ташкил этиш услублари таҳлил қилинган.

Калит сўзлари: масофавий ўқитиш, кадрларни тайёрлаш ва қайта тайёрлаш, олий таълим тизимини ривожлантириш концепцияси, темир йўл транспорти соҳаси.

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕПОДГОТОВКИ КАДРОВ СПЕЦИАЛИСТОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Камолa МУСАМЕДОВА, соискатель кафедры «Автоматика, телемеханика и телекоммуникационные технологии»

Абдулхак ХАЛИКОВ*, д-р техн. наук, проф.

Ташкентский государственный транспортный университет

Узбекистан, г. Ташкент, ул. Адилходжаева, 1

*Тел.: +998903194924

*E-mail: xalikov_abdulkhak@mail.ru

Аннотация: В работе рассмотрены преимущества дистанционного обучения в системе образования, дан анализ реализации программы подготовки и переподготовки кадров специалистов на железнодорожном транспорте на основе концепции развития системы высшего образования Республики Узбекистан для обеспечения прочной интеграции науки, образования и производства в целях улучшения качества образования, подготовки конкурентоспособных кадров, эффективной организации научной и инновационной деятельности с учетом взаимодействия высшего учебного заведения и производства.

Ключевые слова: дистанционное обучение, подготовка и переподготовка кадров, концепция развития системы высшего образования, отрасли железнодорожного транспорта.

1. ВВЕДЕНИЕ

В современных сложных условиях наиболее актуальной проблемой является социально-экономическое и технико-технологическое развитие республики Узбекистана. 20 января 2020 года Президент Республики Узбекистан Шавкат Мирзиёев в докладе отметил: «Поскольку мы стремимся превратить Узбекистан в развитую страну, мы можем достичь этого только посредством ускоренных реформ, науки и инноваций. Чтобы сделать это, мы должны сначала обучить новое поколение предприимчивых реформаторов, стратегических мыслителей, образованных и квалифицированных» [1]. Одним из важных способов решения этой основной задачи является подготовка кадров нового поколения в системе непрерывного образования, то есть современных кадров [4].

В Национальной программе подготовки кадров Республики Узбекистан [2] подчеркивается необходимость организации образовательного процесса на основе информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), Интернета и компьютерных сетей в образовательных учреждениях, отвечающих требованиям рыночной экономики. В системе образования нашей страны эти задачи выполняются своевременно и эффективно. Для достижения этой цели предпринимаются последовательные согласованные меры.

В частности, чтобы внедрить в образовательный процесс крупные сети связи и интернет-технологии, необходимо решить задачу создания общенациональной сети «Электронное образование» и соединить все университеты, а затем академические лица и профессиональные колледжи в единую компьютерную информационную сеть, что, в настоящее время, комплексно осуществляются [27-30]. В то же время необходимо разработать и внедрить новые инновационные меры и предложения, которые должны оказать положительное влияние в этой области. Современное дистанционное обучение (ДО) на основе ИКТ (ДО) является одной из этих мер. Как процесс обучения ДО широко используется в системе образования развитых стран и доказал свою эффективность.

Концепция развития системы народного образования Республики Узбекистан до 2030 года предусматривает следующие меры [3]:

- качественное обновление содержания системы непрерывного образования, а также подготовки, переподготовки и повышения квалификации профессиональных кадров;
- совершенствование методики преподавания, поэтапная реализация принципов индивидуализации образовательного процесса;
- внедрение современных информационных и коммуникационных технологий и инновационных проектов в систему государственного образования.

2. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Дистанционное обучение является наиболее важной и все более популярной формой современного образования [5,6]. Бурное развитие информационно-коммуникационных технологий в современных условиях создало благоприятные условия для использования их потенциала в образовательном процессе. В настоящее время в ведущих зарубежных странах накоплен богатый опыт дистанционного обучения. Считается, что технология дистанционного обучения была создана в 1969 году по инициативе премьер-министра Великобритании Дж. Уилсона. Но дистанционное обучение произошло гораздо раньше, то есть во время формирования первой стабильной, регулярной почтовой службы. С 1858 года в Лондонском университете всем аспирантам было разрешено учиться самостоятельно, сдавая экзамены по всем специальностям и ученые степени во всех областях. С 1938 года Международный совет по дистанционному образованию действует как международная образовательная организация, с 1982 года известная как Международный совет по дистанционному образованию. Стоимость обучения в открытых университетах в 8-10 раз дешевле, чем обучение в традиционных институтах. М: В Великобритании это стоит 3000 фунтов стерлингов для очного обучения и всего 300 фунтов для дистанционного обучения. Расходы на содержание зданий, оборудование и лабораторный, преподавательский, административный и обслуживающий персонал будут сокращены. Студенты будут консультироваться через сеть филиалов, телевизионную студию и компьютерную сеть. В Великобритании программа подготовки студентов включает 130 курсов, многие из которых являются междисциплинарными. Дистанционное обучение стало быстро развиваться в Соединенных Штатах в середине 1960-х годов и в Европе в начале 1970-х годов. Эта форма обучения представляет собой целенаправленный интерактивный процесс взаимодействия учащихся и преподавателей друг с другом и с учебными пособиями, при этом процесс обучения не зависит от их географического и пространственного расположения. Образовательный процесс состоит из подсистем, то есть конкретной педагогической системы, которая включает в себя такие элементы, как цель, содержание, методы, инструменты, организационные формы, контроль, учебный материал, финансово-экономический, нормативно-правовой и маркетинг. ДО - это процесс, который связывает учителя и ученика, расположенных в разных географических регионах, и взаимодействие осуществляется с использованием специальных технологий. Для общения используются разные методы: обмен печатными материалами по почте или факсу, аудио конференции, видео конференции, компьютерные виртуальные конференции. Естественно, что те, кто живет далеко от университета, не имеют возможности учиться, хотя бы улучшить свои навыки, являются инвалидами и по разным другим причинам не имеют возможности учиться непосредственно в университете, увеличивается потребность в дистанционном образовании. Использование традиционных методов дистанционного обучения людям, не имеющим

возможности учиться в стабильной среде, людям с ограниченными возможностями здоровья, а также слушателям курсов переподготовки и повышения квалификации, абитуриентам, желающим учиться в зарубежных учебных заведениях, создает комфортные условия. ДО – удобный инструмент, особенно для взрослых и тех, кто осваивает вторую специальность. ДО можно рассматривать как образование, характеризующееся следующими семью основными условиями:

- наличие учителя и ученика;
- реализация учебного процесса на определенной дистанции;
- двусторонняя связь между учителем и учеником;
- специальные материалы для дистанционного обучения;
- доступность;
- компьютеры и другое оборудование и средства связи обеих сторон;
- обеспечены средствами.

По нашему мнению, для формирования и развития «системы ИКТ» в высшем образовании, включая ДО, и достижения поставленных целей важны:

- переподготовка высококвалифицированных кадров для;
- подготовка специалистов на основе новых потребностей, т.е. формирование рынка;
- правильный учет требований к качеству при подготовке новых сотрудников;
- сотрудничество с субъектами на основе интеграции;
- механизмы, необходимые или вовлеченные в деятельность;
- налаживание связей и работа с ними;
- создание, изменение и улучшение элементов рынка, например, налоговое законодательство, регулирование внешней среды и безопасности;
- ускорение процесса превращения знаний в товар, финансирование инновационной деятельности, направленной на их реализацию.

Использование ИКТ в обществе и экономике обеспечивает инновационное развитие во многих направлениях образования:

- применение ИКТ в управлении образовательными системами;
- создание библиотек ИКТ и центров информационных ресурсов;
- применение и использование ИКТ в учебном процессе.

Как уже упоминалось выше, продажа и покупка необходимых знаний означает, что они стали товаром.

Это связано с тем, что постоянное обновление знаний и их применение трудовыми ресурсами является ключом к социально-экономическому развитию. Инновации должны широко применяться в высших и средних специальных учебных заведениях, которые специализируются на образовании.

В настоящее время в мире накоплен значительный опыт реализации систем дистанционного обучения (СДО). В целом мировая тенденция перехода к нетрадиционным формам образования прослеживается в росте числа Вузов, ведущих подготовку по [18-21] новым информационным технологиям. Согласно исследованиям, проведенным учёными республики и за рубежом, можно получить сведения, что в США в системе ДО обучается около 1 миллиона человек. Так, Национальный Технологический Университет, который представляет консорциум из 40 инженерных школ, еще в начале 90-х годов обеспечил подготовку более 1100 студентов с помощью дистанционных методов на степень магистра. Для ДО в США широко используется «Цифровое телевидение». В рамках системы публичного телевидения PBS-TV обучается более миллиона студентов. Программа обучения взрослых включает в себя курсы науки, бизнеса, управления. Более 20 лет функционирует Национальный Университет ДО (UNED) в Испании. Он включает в себя 58 учебных центров внутри страны и 9 за рубежом.

ДО развивается также во многих других регионах мира. В качестве примеров развивающегося ДО можно привести Китайский телеуниверситет (Китай), Национальный открытый университет им. Индиры Ганди (Индия), Университет Пайнам Ноор (Иран), Корейский национальный открытый университет (Корея), Университет Южной Африки, Открытый Университет Сукотай Тампариат (Таиланд), Университет Анадолю (Турция).

Каждой стадии развития общества соответствует своя форма и содержание процесса обучения новых поколений, передачи накопленных знаний, навыков, традиций. С конца XX века новые компьютерные технологии информационного обмена создали техническую возможность для еще большей массовости образования, разорвали информационные границы государств, позволили в тысячи раз ускорить скорость обмена информацией и увеличить её объём. Внедрение информационных технологий в многообразную деятельность человека создало потребность в качественно новом образовании.

Современная социально-экономическая ситуация в стране и в системе образования такова, что традиционные формы получения образования и модели обучения не могут удовлетворить потребностей в образовательных услугах, обычно сконцентрированных в больших городах. В настоящее время в республике имеются многие категории лиц, которые остро нуждаются в образовательных услугах, но не имеют возможности получить их традиционным способом в рамках сложившейся образовательной системы.

Выход заключается в поиске новых форм образования. Одной из них явилось дистанционное обучение (ДО). Являясь следствием объективного процесса информатизации и вбирая в себя лучшие черты других форм, дистанционное обучение вошло в XXI век как наиболее перспективная, гуманистическая, интегральная форма образования.

3. МЕТОД ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

В мире накоплен значительный опыт реализации систем метода дистанционного обучения (СДО). В целом мировая тенденция перехода к нетрадиционным формам образования прослеживается в росте числа Вузов, ведущих подготовку по новым информационным технологиям (ИТ) [22-26].

Можно отметить, что дистанционное обучение как интегральная, гуманистическая форма внедряется в систему образования всех стран мира практически на всех уровнях. Особое место занимают и активно развиваются корпоративные системы ДО подготовки, переподготовки и повышения квалификации персонала на промышленных предприятиях и фирмах [31-39].

В Узбекистане элементы ДО стали внедряться с начала 1998 года.

Количество образовательных учреждений, использующих технологии ДО, из года в год увеличиваются, различаясь от экспериментального варианта до полноценного образовательного процесса.

Когда мы говорим новые информационные технологии в образовании, в первую очередь, подразумеваем интерактивную педагогику, дистанционную систему образования (ДО), обучающие системы и другие формы педагогической интеграции [12].

Новые информационные технологии дают возможность не просто передавать информацию обучаемому, но и обеспечить управление самим процессом обучения, развивая его интеллектуальные способности и практические навыки.

Дистанционный метод обучения известен давно, например, в Западной Европе его применяют в форме «открытых» университетов, такие университеты финансируются государством. В последние годы весьма интенсивно развивается ДО и в Узбекистане. Достаточное внимание уделяется этому направлению в городе Ташкенте, Самарканде, Фергане в частности в Ташкентском университете информационных технологий, Ташкентском государственном техническом университете, Ташкентском государственном транспортном университете и в других областных институтах, где созданы центры ДО.

ДО опирается на специализированную информационно - образовательную среду, поэтому является более прогрессивной формой обучения. Потребитель сам выбирает как содержание, так и время, место, сроки обучения.

Прогресс науки и техники в области ИТ, аудио-видеотехники, телекоммуникации и связи их внедрения в системы образования позволяют широко применять дистанционные средства обучения студентов, специалистов, например, посредством электронной библиотеки, используя для этой цели как существующие ТВ сети так и перспективные видео информационные системы [13-16].

Широкое развитие сети ТВ вещания с представлением пользователям различных видов сервисных услуг, видеозображений и дополнительной информации в том числе для систем ДО потребовали разработать и внедрить эффективные средства для их защиты от несанкционированного доступа.

Осуществляется постепенный переход цифровизации ТВ систем и его составных частей, исследуются возможности представления абонентам различных дополнительных услуг, в том числе подключения их к сети Internet. Следовательно, важно рассмотреть возможности полной широкополосной цифровизации сетей, где услуги телевидения охватывают не только учрежденческий, но и квартальные сектора, что позволит сохранить расходы на средства связи.

В успешной реализации программы подготовки высококвалифицированных кадров и переподготовки кадров специалистов железнодорожного транспорта заинтересованы правительство республики Узбекистан и принят ряд документов, определяющий социально – экономическую политику республики:

В стратегии действий Республики Узбекистан на 2017-2021 годы [1] указаны ряд задач, по дальнейшему развитию дорожно-транспортной инфраструктуры, внедрению информационно – коммуникационных технологий в экономику, социальную сферу, системы управления»;

В стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах также указаны ряд задач касающейся подготовки и переподготовки высококвалифицированных кадров, создание эффективных механизмов внедрения научных и инновационных достижений в практику и др.

В нашей стране созданы организационные, научные и методологические основы реформирования системы непрерывного образования, основная цель которой – подготовка полноценных и высококвалифицированных конкурентоспособных специалистов. Основными компонентами «Национальной программы подготовки кадров» являются человек, государство и общество, непрерывное образование, наука и промышленность, и они взаимосвязаны.

Национальная программа обучения направлена на формирование нового поколения персонала с высокой общей культурой и профессиональной культурой, творческим и социальным активизмом, способностью найти правильный путь в политической и социальной жизни, для продвижения и решения будущих задач, а также всестороннего развития продвигающие педагогическую идею обучения граждан, которые хорошо образованы, хорошо адаптированы к жизни в обществе, осознанно осваивают образовательные и профессиональные программы и чувствуют ответственность перед обществом, государством и семьей.

Реализация требований этого документа требует коренной перестройки системы образования, то есть пересмотра концептуальных правил развития народного образования и их позитивного решения в краткосрочной перспективе. Решение этих задач напрямую связано с решением вопроса о том, что выделять, сколько и как преподавать из очень большого информационного фонда Всемирного научного фонда. Именно в этом разделе выясняются современные проблемы, связанные с внедрением образовательных технологий. Кроме того, в этом направлении требуется дальнейшее расширение работ. Тот факт, что некоторые вопросы,

связанные с профессиональной подготовкой, не очень хорошо отражены в практике высшего образования, совершенствование соответствующих методов обучения также является актуальным вопросом.

В настоящее время большинство методистов и ученых – педагогов считают, что в обучении студентов педагогические технологии полностью гарантируют достижение поставленной цели. Однако, подобные идеи не могут заменить объективную реальность, которым является человек, и его разум не всегда адекватно воспринимает некую технологию без оговорок, более того, он может ее отрицать. Здесь выход видится в комплексном рассмотрении вопроса технологии, в более расширенном смысле метода и субъекта - носителя этого метода. Поэтому, при внедрении в учебный процесс современных педагогических технологий только учитель, является основным гарантом достижения поставленной цели. Если принять эту точку зрения, то при внедрении новых педагогических технологий и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), которые являются его основой, на первый план выдвигается педагог и уровень его подготовки, что должно быть приоритетным. Поэтому положительное или целенаправленное решение наиболее актуальных вопросов повестки дня педагогических процессов во многом зависит от профессионального потенциала и педагогических навыков педагога.

Расширение внедрения новых педагогических и информационных технологий в образовательный процесс, применение лучших практик в этой области, разработка и реализация конкретных планов в каждой области, перенос учебников, учебных пособий, программ и лекций на электронные носители информации, с которыми каждый студент должен добиться обеспечения научной и научно-методической работы, а также широкого внедрения современных педагогических и информационных технологий в учебный процесс должно идти рука об руку с переподготовкой педагога. В таких задачах немаловажное значение имеет также адекватное подключение учебных заведений к сетям связи.

Поэтому роль и место современных методов обучения – интерактивных методов, инновационных технологий в подготовке квалифицированных специалистов в сфере высшего образования и факультетов огромна [3-5].

Инновационная деятельность преподавателя вуза – одна из главных проблем ДО в вузе.

Процесс модернизации в сфере образования продолжается уже несколько лет, и его уместно назвать инновационным процессом. В частности, особое место занимают изменения в образовании на основе новых государственных образовательных стандартов [6-9].

Вновь разработанный и внедренный государственный образовательный стандарт требует от педагогов повышения качества образования, применения новых методов обучения в образовательном процессе и обучения учащихся в соответствии с современными требованиями. В предыдущие годы рост знаний в сфере образования был связан с информационными процессами. В наше время образование ориентировано на развитие технологий, развитие личности, внедрение новых педагогических технологий [10-12] в учебный процесс. Чтобы педагог мог правильно выполнять свою работу, необходимо уметь свободно и полно мыслить с помощью «инноваций», «новизны», «педагогических инноваций».

Инновационный процесс в образовании рассматривается в трех аспектах:

- социально – экономический;
- психолого – педагогический;
- организационно – управленческий.

Эти аспекты прохождения инновационного процесса зависят от общей ситуации и условий. Инновация может быть случайным или управляемым процессом. Внедрение инноваций связано, прежде всего, с изменениями функций существующих природных и искусственных процессов.

Структура инновации может быть: готовой к внедрению, научным и теоретическим знанием любой инновации, новыми эффективными технологиями обучения, завершенным проектом, эффективным педагогическим опытом.

В настоящее время на базе Ташкентского государственного транспортного университета, где функционирует «Дорожный центр повышения квалификации, подготовки и переподготовка кадров» для железнодорожного транспорта обучаются по всем существующим управлениям (службам) Акционерного общества «Узбекистан Темир йуллари» (АО «УТЙ»), принимают активное участие в организации обучения и повышения квалификации для преподавательского состава профессиональных колледжей железнодорожных специальностей.

Для полного удовлетворения потребностей отрасли железнодорожного транспорта в квалифицированных кадрах всех подразделений АО «УТЙ» переподготовка осуществляется только на основе договоров с работодателями.

С 2018 года началась подготовка кадров по заочной форме обучения, а именно специальное заочное и заочное обучение. Специальное заочное обучение предусматривает подготовку кадров, имеющих среднее специальное образование и трудовой стаж работы на железнодорожном транспорте.

В настоящее время в республике рассматривается возможность внедрения в систему подготовки квалифицированных рабочих и кадров специалистов среднего звена, в которой предусматривается совмещение теоретической подготовки в учебных заведениях с практическим обучением на производстве, т.е. филиалах кафедр.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ:

1. Таким образом, новый «информационный» этап развития мировой системы образования объективен и необратим.
2. Использование информационных технологий в дистанционном обучении и внедрения дистанционного обучения в образовательных учреждениях для подготовки и переподготовки молодых, одарённых высококвалифицированных кадров, соответствующих мировому уровню является единственно возможным сегодня путь поступательного развития системы образования и в первую очередь, высшей школы.
3. В профессиональной подготовке и переподготовке высококвалифицированных кадров с новыми эффективными технологиями обучения, участвуют как высшее учебное заведение, так и профессиональная образовательная организация, которые представляют обучаемому соответственно необходимую теоретическую подготовку и обеспечивает производственную подготовку, что способствует интеграции вуза и производства, повышает ответственность обеих сторон за качество подготовки высококвалифицированных кадров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мирзиёев Ш.М. «Обращение в Сенат и Законодательную палату Олий Мажлиса» - Ташкент. 20 января 2020 г. [In Russia: Mirziyoyev, Sh.M. (2020) "Appeal to the Senate and the Legislative Chamber of the Oliy Majlis" – Tashkent].
2. Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 г. №УП – 4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан. [In Russia: Mirziyoyev, Sh.M. (2020). "Appeal to the Senate and the Legislative Chamber of the Oliy Majlis" - Tashkent].
3. Концепция развития системы высшего образования Республики Узбекистан до 2030 года (Приложение № 1 к Указу Президента РУз от 08.10.2019 г. № УП-5847). [In Russia: *The concept of development of the higher education system of the Republic of Uzbekistan until 2030* (Appendix №.1 to the Decree of the President of the Republic of Uzbekistan 2019, №. UP-5847)].
4. Кулдашев Е. Расулов А. Подготовка современных инженеров в системе непрерывного образования. //Журнал непрерывного образования, - 2015, № 5, –С.91-98. [In Russia: Kuldashev, E. Rasulov, A.(2015) Training of modern engineers in the system of continuous education. // *Journal of Continuing Education*, № 5].
5. Атабаева К. Р. Таълим тизимида масофавий ўқитишнинг афзалликлари. // Молодой ученый. –2017. –№ 24.1 (158.1). –С. 5-7. [In Uzbek: Atabaeva, K.R.(2017) Advantages of distance learning in the education system.// *Young scientist*. –№ 24.1 (158.1)].
6. Азизходжаева Н. Компетентностный подход в должности учителя. //Журнал «Проблемы образования», - 2016, № 2, – С.7-10. [In Russia: Azizkhodzhaeva, N. (2016) Competence approach as a teacher. // *Journal "Problems of Education"*].
7. Арифджанов М.К., Мусамедова К.А. Применение информационных и телекоммуникационных технологий в учебном процессе. //ТДТУ Ёшларнинг Беруний академияси “Техника юлдузлари” илмий журнал. №1,2.Ташкент, 2010. –С.16-18. [In Russia: Arifdzhanov, M.K., Musamedova, K.A. (2010) Application of information and telecommunication technologies in the educational process. // *Beruni Academy of Youth of Tashkent State Technical University "Stars of Technology"* scientific journal- №.1.2. Tashkent].
8. Баундер А. Новые информационные технологии образования. Вашингтон, изд. Share; 2015; 14(2):–С.214-224. [In Russia: Bounder, A.(2015) *New information technologies of education*. Washington, ed. Share;14 (2)].
9. Дайнеко Н.А. Дистанционное обучение будущего. //Профессиональное образование.2015. №4 (22). – С.17-22. [In Russia: Daineko, N.A.(2015) Distance learning of the future. // *Vocational Education*. No. 4 (220)].
10. Ибрагимова О.А., Мусамедова К.А. Олий таълимда инновация. // Журнал Интернаука. №11(140). Часть2. 2020. – С.47-48. [In Russia: Daineko N.A.(2015) Distance learning of the future. // *Vocational Education*. № 4 (22)].
11. Козак О.О., Шуклин Д.А. Обучение XXI века: дистанционное обучение в высших учебных заведениях. //Наука и образование в современном обществе: вектор развития. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: В 7 частях. ООО «Ар-Консалт». 2014. – С.94-95. [In Russia: Kozak O.O., Shuklin D.A. (2014) 21st Century Learning: Distance Learning in Higher Education. // *Science and education in modern society: vector of development. Collection of scientific papers based on the materials of the International Scientific and Practical Conference: In 7 parts. LLC "Ar-Consult"*].
12. Мусамедова К.А. Использование Java Skript для создания интерактивных Web-страниц. // Материалы научно- практической конференции студентов магистратуры по итогам работы над диссертацией. Ташкент-2010, – С.15-17. [In Russia: Musamedova, K.A. (2010) Using Java Skript to Create Interactive Web Pages. // *Materials of the scientific and practical conference of graduate students following the results of work on the dissertation Tashkent*].
13. Мусамедова К.А. Обеспечение методологической базы в дистанционном обучении в обучении курса «Теория электрической связи». // «Инновационные факторы развития Транссиба на современном этапе». Международная научно-практическая конференция, посвященная 80-летию Сибирского государственного университета путей сообщения. Тезисы конференции. Часть II. Новосибирск-2012.–С 82-84. [In Russia: Musamedova K.A.(2010) Using Java Skript to Create Interactive Web Pages. // *Materials of the scientific and practical conference of graduate students following the results of work on the dissertation*].
14. Мусамедова К.А. Об основных этапах конструирования педагогических тестов. // Международная научно-техническая конференция «Методика преподавания и инновационные технологии обучения специалистов для отрасли связи» 2013г. Сборник докладов. Российская Федерация. г. Липецк-2013. –С.270-271. [In

- Russia: Musamedova, K.A.(2013) On the main stages of the design of pedagogical tests. // International scientific and technical conference "Teaching methods and innovative technologies for training specialists for the communications industry" 2013. Collection of reports. Russian Federation. Lipetsk].
15. Мусамедова К.А. Ўқиш жараёнида телекоммуникация технологиялари- таълим сифатини ошириш омили.// "Юкори малакали кадрлар тайёрлаш миллий тизими-Ўзбекистон тараққиётининг муҳим шарт" мавзусидаги Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. Тошкент-2013. 261-262б. [In Uzbek: Musamedova, K.A. (2013) Telecommunication technologies in the learning process - a factor in improving the quality of education // Proceedings of the Republican scientific-practical conference "National system of training highly qualified personnel - an important condition for the development of Uzbekistan." Tashkent].
16. Мусамедова К.А. Модуляция в системе технологии дистанционного обучения. UNIVERSUM: Психология и образование: электрон. научн. журн. 2020. №5(71). Москва-2020. –С. 8-10. [In Russia: Musamedova, K.A. (2020) Modulation in the system of distance learning technology. UNIVERSUM: Psychology and Education. : electron. scientific. journal. No. 5 (71). Moscow -FROM].
17. Мусамедова К.А., Ибрагимова О.А. Олий таълимда инновация. //Журнал Интернаука. №11(140). Часть2. Москва-2020. –С.47-48. [InUzbek: Musamedova, K.A., Ibragimova, O.A.(2020) Innovation in higher education. // Journal of Internauka. №11 (140). Frequency 2. Moscow].
18. Саттарова Ё.Ю., Мусамедова К.А. Олий таълимда янги ахборот технологиялари фаол ўқитиш услуги сифатида. // Ўқитувчиларнинг замонавий ахборот коммуникация технологиялар бўйича компетентлиги: муаммо ва ечимлар. Вазирлик тизимидаги олий таълим ва илмий тадқиқот муассасалари микёсида илмий-амалий анжуман материаллари. 1-қисм. Тошкент- 2012. 206-208 б. [In Uzbek: Sattarova, Yo.Yu., Musamedova, K.A. (2012) New information technologies in higher education as an active teaching method. // Competence of teachers in modern information and communication technologies: problems and solutions. Proceedings of the scientific-practical conference at the level of higher education and research institutions in the system of the Ministry. Tashkent].
19. Халиков А.А., Ешмуратова Н.У. Особенности и возможности использования современных видеoinформационных систем для дистанционного обучения. // Материалы шестой межвузовской научно-практической конференции студентов бакалавриата и магистратуры, стажеров и соискателей "Молодой научный исследователь". Тошкент-2009. –С.16. [In Russia: Khalikov, A.A., Eshmuratova, N.U.(2009) Features and possibilities of using modern video information systems for distance learning. // Proceedings of the sixth interuniversity scientific-practical conference of undergraduate and graduate students, interns and applicants "Young Researcher". Tashkent].
20. Халиков А.А., Сержанова Ж.Т. Основные требования к информационно-поисковой системе для организации дистанционного обучения. //Межвузовская научно-практическая конференция студентов бакалавриата и магистратуры, стажёров и соискателей "Молодой научный исследователь", посвященная 20-летию независимости Республики Узбекистан. Ташкент-2011. –С.28-30. [In Russia: Khalikov, A.A., Serzhanova, Zh.T.(2011) Basic requirements for an information retrieval system for organizing distance learning. // Interuniversity scientific-practical conference of undergraduate and graduate students, trainees and applicants "Young scientific researcher", dedicated to the 20th anniversary of the independence of the Republic of Uzbekistan. Tashkent].
21. Халиков А.А., Темиров Ж.А. //Особенности и возможности использования, современных видеoinформационных систем для дистанционного обучения. //Материалы международной конференции, посвященной 75-летию Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта. Ташкент-2006. - С. 36. [In Russia: Khalikov, A.A., Temirov, Zh.A.(2006) // Features and possibilities of using modern video information systems for distance learning. // Materials of the international conference dedicated to the 75th anniversary of the Tashkent Institute of Railway Engineers. Tashkent].
22. Халиков А.А., Кривопишин В.А. Особенности методики рейтинг контроля знаний студентов по выпускающей кафедре. //XV- Международная научная конференция «Математические методы в технике и технологиях». Тамбов-2002. –С.75-76. [In Russia: Khalikov, A.A., Krivopishin, V.A.(2002) Features of the methodology rating of control of students' knowledge by the graduating department. // XV - International Scientific Conference "Mathematical Methods in Engineering and Technology". Tambov].
23. Халиков А.А., Кривопишин В.А., Романова О.О. Проблема компьютерного тестирования и дистанционного обучения в ТашИИТе. //Труды Международной научно-практической конференции «Техника и технология дистанционного бучения». Ташкент-2002. –С.211-213. [In Russia: Khalikov, A.A., Krivopishin, V.A., Romanova, O.O. (2002) The problem of computer testing and distance learning in TashIIT. // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Technique and Technology of Distance Learning". Tashkent].
24. Халиков А.А., Кривопишин В.А. Проблема дистанционного обучения. // «Ахборот технологиялари ва таълим муаммолари» Республика илмий-услугий конференцияси. Тошкент-2003. ТАТУ.[Khalikov, A.A., Krivopishin, V.A. (2003) Distance learning problem. // Republican scientific-methodical conference "Information technologies and problems of education". Tashkent].
25. Халиков А.А., Колесников И.К., Кривопишин В.А. Проблемы компьютерного тестирования и ДО в ТашИИТе. //Сборник международной конференции Алматы, 2003. [In Russia: Khalikov, A.A., Kolesnikov, I.K. (2003) Krivopishin, V.A. Problems of computer testing and DO in TashIIT. // Collection of the international conference. Almaty].
26. Халиков А.А., Мусамедова К.А. Ўқув фаолиятини самарадорлиги ва унга таъсир этувчи омиллар. // Журнал "Таълим муаммолари" – №3. Тошкент-2011. 112-114б. [In Uzbek: Khalikov, A.A., Musamedova, K.A. (2011)

- Effectiveness of educational activities and factors influencing it. // *Journal "Problems of education"* - №3. Tashkent].
27. Халиков А.А., Мусамедова К.А. Электронная педагогика в учебном процессе. // *UNIVERSUM: Психология и образование*. –№4 (70). Москва -2020. –С.13-16. [In Russia:Khalikov, A.A., Musamedova, K.A. (2020) Electronic pedagogy in the educational process. // *UNIVERSUM: Psychology and Education*. - No. 4 (70). Moscow].
 28. Халиков А.А., Мусамедова К.А. Модуляция в системе технологии дистанционного обучения// *UNIVERSUM: Психология и образование: лектрон. научн. журн.* 2020. № 5(71). Москва-2020. –С.8-10. [In Russia: Khalikov, A.A., Musamedova, K.A. (2020) Modulation in the system of distance learning technology. // *UNIVERSUM: Psychology and Education: Electron. scientific. journal*. No. 5 (71). Moscow].
 29. Халиков А.А., Мусамедова К.А. Анализ реализации программы подготовки и переподготовки кадров специалистов на железнодорожном транспорте. // *UNIVERSUM: Психология и образование*. № 5(71). Москва-2020. –С.4-7. [In Russia: Khalikov A.A., Musamedova K.A. (2020) Analysis of the implementation of the training and retraining program for specialists in railway transport. // *UNIVERSUM: Psychology and Education*. No. 5 (71). Moscow].
 30. Халиков А.А., Мусамедова К.А. О методе совместного обучения в образовательном процессе. // *UNIVERSUM: Психология и образование*. № 6(72). Москва-2020. –С.8-10. [In Russia: Khalikov, A.A., Musamedova, K.A. (2020) On the method of joint learning in the educational process. // *UNIVERSUM: Psychology and Education*. No. 6 (72). Moscow].
 31. Халиков А.А., Мусамедова К.А. Концепция, подходы, законы, принципы педагогической методологии науки. // *UNIVERSUM: Психология и образование*. № 6(72). Москва – 2020. –С.4-7. [In Russia: Khalikov, A.A., Musamedova K.A.(2020) The concept, approaches, laws, principles of the pedagogical methodology of science// „ №. 6 (72). Moscow].
 32. Халиков А.А., Ибрагимова О.А., Мусамедова К.А. Анализ методов дистанционного обучения и внедрения дистанционного обучения в образовательных учреждениях. //Труды Северокавказского филиала московского технического университета связи и информатики. №1. Ростов на Дону-2013. – С.458-461. [In Russia: Khalikov A.A., Ibragimova O.A., Musamedova K.A. (2013) Analysis of distance learning methods and implementation of distance learning in educational institutions. // *Proceedings of the North Caucasian Branch of the Moscow Technical University of Communications and Informatics*. 1. Rostov-on-Don].
 33. Халиков А.А., Ибрагимова О.А., Мусамедова К.А. Анализ методов дистанционного обучения и внедрения дистанционного обучения в образовательных учреждениях. // Журнал Вестник научных конференций. №3-6 (19). Часть 6. Тамбов-2017. – С. 171-173. [In Russia: Khalikov, A.A., Ibragimova, O.A., Musamedova, K.A. (2017) Analysis of distance learning methods and implementation of distance learning in educational institutions. // *Journal of the Bulletin of Scientific Conferences*. №. 3-6 (19). Tambov].
 34. Халиков А.А., Мусамедова К.А. O'quv jarayonida pedagogik texnologiyalardan foydalanish. // Интернаука: электронный научный журнал Москва-2020. №12 (141). Часть 3. –С.65-66. [In Russia: Khalikov, A.A., Musamedova, K.A.(2020) Use of pedagogical technologies in the educational process// *Internauka: electronic scientific journal*, №. 12 (141) Moscow].
 35. Xalikov A.A., Musamedova K.A. Pedagogik fan metodologiyasining tushunchasi, yondoshuvlari, qonuniyatlari, tamoyillari. Журнал Интернаука. Москва – 2020. № 25(154).Ч.2. –С.35-37. [In Uzbek: Khalikov, A.A., Musamedova, K.A. (2020) Concept, approaches, laws, principles of methodology of pedagogical science. *Internauka magazine*. № 25 (154) Moscow].
 36. Халиков А.А. Ўқитишни ташкил этиш услуги. / Институт кафедраларнинг XXV илмий – услубий анжумани (17 - 18 апрел 2008 йил). Тезислар тўплами. Тошкент- 2008. –С.15-16. [In Uzbek: Xalikov, A.A. (2008) Method of teaching organization. / *XXV scientific-methodical conference of the departments of the institute (April 17-18)*. A collection of theses. Tashkent].
 37. Халиков А.А., Мусамедова К.А. Ўқув фаолиятини эффективлиги ва унга таъсир этувчи омиллар. // “Таълим муаммолари журнали”. Олий таълим вазирлиги. Тошкент - 2011. – №3. 112-114б. [Uzbek: Xalikov, A.A., Musamedova, K.A. (2011) Effectiveness of learning activities and factors influencing it. // *"Journal of Educational Problems"*. Ministry of Higher Education. Tashkent].
 38. Халиков А.А., Мусамедова К.А., Ортиков М.С. Анализ методов дистанционного обучения и внедрения дистанционного обучения в образовательных учреждениях. //Кадрлар тайёрлаш сифатини оширишда ахборот технологияларининг ўрни. Тошкент ахборот технологиялари университети профессор-ўқитувчиларининг Республика илмий услубий конференцияси. Маърузалар тўплами. 1– қисм. Тошкент-2017. –С.136-137. [In Russia: Khalikov, A.A., Musamedova, K.A., Ortikov, M.S. (2017) Analysis of distance learning methods and implementation of distance learning in educational institutions. // The role of information technology in improving the quality of training. *Republican scientific-methodical conference of professors and teachers of Tashkent University of Information Technologies*. Collection of lectures. Tashkent].
 39. Khalikov A.A., Musamedova K.A. Modulation in the system of remote learning technology. //XIX International correspondencescientific specialized conference «International Scientific Review of the Problems of philosophy, psychology and pedagogy». Boston. USA – 2020. -pp.5-11. Conference site: <https://scientific-conference.com>.