

2026/05-06
№5(50-51)

ISSN 2791-3651

Молодой специалист



Выпуск №5(50-51) 2026/05-06



TOGETHER WE REACH THE GOAL



aerjan84@mail.ru



<http://t.me/mspeskz>



+7 705 724 97 69



Проспект Шәкәрім
Құдайбердіұлы, д. 25/3
г. Нур-Сұлтан, РК

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
«Молодой специалист»
Выпуск №5(50-51) (май-июнь, 2026)

Свидетельство о постановке на
учет периодического печатного
издания, информационного
агентства и сетевого издания
Эл № KZ26VPY00048061
от 15 апреля 2022 г.

Главная цель журнала заключается в публикации оригинальных статей, преимущественно научного и научно-технического направления, предоставлении научной общественности, научно-производственным предприятиям, представителям бизнес-структур, а также студентам, магистрантам и докторантам вузов возможность знакомиться с результатами научных исследований и прикладных разработок по ключевым проблемам в области передовых технологий.

Задачи журнала состоят:

- в предоставлении ученым возможности публикации результатов своих исследований по научным и научно-техническим направлениям;
- достижении международного уровня научных публикаций журнала;
- привлечении внимания научной и деловой общественности к наиболее актуальным и перспективным направлениям научных исследований по тематике журнала;
- привлечении в журнал авторитетных отечественных и зарубежных авторов, являющихся специалистами высокого уровня.

Журнал размещается и индексируется на порталах eLIBRARY.RU и Google Scholar.



**ELEKTR MARKAZLASHTIRISH TIZIMLARI UCHUN VAQT KECHIKISHINI
TA'MINLOVCHI QURILMALAR STATISTIK TAHLILI**

Ametova Elnara Kuandikovna

Dotsent (PhD), Toshkent davlat transport universiteti

elnara.ametova.84@mail.ru

Mansurova Marjona Otabek qizi

Magistrant, Toshkent davlat transport universiteti

mansurovamarjona@icloud.com

Annotatsiya: Mazkur maqolada elektr markazlashtirish tizimlari uchun marshrutni bekor qilish, sun'iy ajratishda vaqt kechikishini ta'minlovchi qurilmalarning o'ziga xos xususiyatlari ko'rib chiqilib, ushbu qurilmalarning nosozliklari statistikalarni tahlil qilish, qolaversa xorij mamlakatlarida ham ushbu vaqt kechikishini ta'minlovchi qurilmalar tajribalari tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: blok, vaqt kechikishini ta'minlovchi qurilmalar, mikrokontroller, statistik tahlil, elektromagnit rele.

**СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УСТРОЙСТВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ
ВРЕМЕННУЮ ЗАДЕРЖКУ ДЛЯ СИСТЕМ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ**

Аметова Эльнара Куандиковна

Доцент (PhD), Ташкентский государственный транспортный университет

elnara.ametova.84@mail.ru

Мансурова Маржона Отабек кизи

Магистрант, Ташкентский государственный транспортный университет

mansurovamarjona@icloud.com

Аннотация: В данной статье рассматриваются характерные особенности устройств, обеспечивающих временную задержку при отмене маршрута и искусственном разделении в системах электрической централизации, проводится анализ статистики отказов данных устройств, а также анализируется опыт зарубежных стран в применении устройств временной задержки.

Ключевые слова: блок, устройства обеспечения выдержки времени, микроконтроллер, статистический анализ, электромагнитные реле.

**STATISTICAL ANALYSIS OF DEVICES PROVIDING TIME DELAY FOR
ELECTRICAL INTERLOCKING SYSTEMS**

Ametova Elnara Kuandikovna

PhD docent, Tashkent State Transport University

elnara.ametova.84@mail.ru

Mansurova Marjona Otabek qizi

Master student, Tashkent State Transport University.

mansurovamarjona@icloud.com

Annotation: In this article, the specific features of devices that provide time delay during route cancellation and artificial track sectioning in electrical interlocking systems are examined. In addition, the statistics of failures of these devices are analyzed, and the experience of foreign countries in the application of time-delay devices is also reviewed.

Keywords: block, time delay devices, microcontroller, statistical analysis, electromagnetic relay.

KIRISH

Temir yo‘l transportida harakat xavfsizligini ta‘minlash va poyezdlar harakatini samarali boshqarish temir yo‘l signalizatsiyasi va boshqaruv tizimlari, xususan, elektr markazlashtirish tizimlari muhim ahamiyat kasb etadi. Elektr markazlashtirish tizimlarida marshrutlarni o‘rnatish, bekor qilish hamda sun‘iy ajratish jarayonlari qat‘iy mantiqiy bo‘lib, vaqt bog‘liqligiga asoslanadi. Marshrutni bekor qilish va sun‘iy ajratish jarayonlarida vaqt kechikishini ta‘minlovchi qurilmalar harakat xavfsizligini oshirish, noto‘g‘ri buyuruqlar berilishining oldini olish va rels zanjirlarining barqaror ishlashini ta‘minlashda muhim rol o‘ynaydi. Ushbu qurilmalarning nosoz ishlashi yoki noto‘g‘ri sozlanishi poyezdlar harakatida xavfli holatlarni yuzaga keltirishi mumkin.

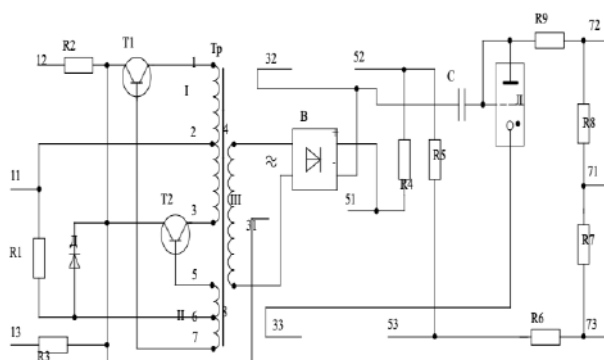
NATIJARLAR VA ULARNING MUHOKAMASI

Endilikda qurilmaning o‘ziga xos xususiyatlarini ko‘rib chiqsak, elektr markazlashtirish tizimlarida vaqt kechikishini ta‘minlovchi qurilmalarning vazifasi marshrutni bekor qilish yoki sun‘iy ajratish jarayonida ma‘lum vaqt oralig‘ini shakllantiradi. Ushbu vaqt oralig‘i poyezdning marshrutdan to‘liq chiqib ketganini tasdiqlash, rels zanjirlarining bo‘shligini aniqlash va ijro mexanizmlari xavfsiz ishlashini ta‘minlash uchun zarur. Marshrutni bekor qilish jarayonida vaqt kechikishini poyezd marshrut elementlaridan to‘liq chiqqanidan keyingina marshrutni bekor qilish imkonini beradi. Sun‘iy ajratishda esa rels zanjirlaridagi qisqa muddatli uzilishlar yoki noto‘g‘ri bandlik signallarining oldi olinadi. “БМШ” vaqt bloki temir yo‘l avtomatikasi va telemexanikasida vaqtni ushlab turish vazifasini bajaradi, hamda u HMШ2-900 tipli ijro etuvchi rele bilan birgalikda ishlaydi. БМШ vaqt bloki tuzilish jihatidan HMШ rele si korpusida joylashadi. БМШ vaqt bloki 12V yoki 24V quvvatli doimiy tok manbasidan kuchlanish oladi va o‘rtacha 15-25 gradusda 6 turli vaqt tutishga imkon beradi. Masalan, 12 V kuchlanishda 5, 13.5, 27, 54, 72, 200 sekund davomida, 24 V kuchlanishda esa 6.3, 17.3, 34.5, 66, 92, 252 sekund davomiylikda vaqtni tutib turadi.

a)



b)



1-rasm. a) “БМШ” vaqt bloki, b) “БМШ” vaqt bloki sxemasi

1-rasmdagi b) sxemada БМШ vaqt blokining ishlashi aks ettirilgan. Sxema R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9 rezistorlardan, C kondensator, diod, to‘g‘irlagich, T1, T2, tranzistor, lampa



va transformatoridan iborat. R1, R2, R3 himoya va cheklov rezistorlari hisoblanadi va kirish kuchlanishlarini cheklab, zanjirni ortiqcha tokdan himoya qiladi. T1 va T2 tranzistorlar kirish signaliga qarab ochilib yopiladi, transformator birlamchi cho'lg'amiga impuls beradi. Diod esa teskari tokni o'tkazmaydi va tranzistorlarni himoyalaydi. Transformator galvanik ajratish vazifasini bajaradi, kirish impulsini ikkilamchi tomonga uzatadi. To'g'irlagich esa o'zgaruvchan tokni doimiy tokka aylantirib 51 va 52- nuqtalarda doimiy kuchlanish hosil qiladi. R4, R5 va C kondensator asosiy qism ya'ni vaqt tutuvchi qismdir. Bu qism sxema yuragi hisoblanadi. Kondensator asta sekin zaryadlanadi va zaryadlanish vaqti R4, R5, C qiymatlariga bog'liq bo'ladi, shu sababli chiqishda kechikish ya'ni vaqtni ushlab turish paydo bo'ladi. Shunda sxema ishlashi quyidagicha bo'ladi. Kirish qismiga kuchlanish beriladi, T1 va T2 tranzistorlar orqali impuls hosil bo'ladi. Transformator orqali esa ajralgan signal o'tadi va diod yordamida to'g'irlanib kondensator asta zaryadlanadi. Belgilangan ma'lum vaqt o'tgach rele ishga tushadi hamda chiqish signali paydo bo'ladi. Agar kuchlanish yo'qolsa kondensator razryadlanadi va rele yana vaqtni ushlab turadi. Elektr mustahkamligi va izolyatsiya qarshiligiga to'xtalsak. Elektr mustahkamligi: blok izolyatsiyasi barcha tok o'tkazuvchi chiqishlar va blok korpusi orasiga qo'yilgan, chastotasi 50Hz bo'lgan 2000V o'zgaruvchan tok kuchlanishiga 1 daqiqa davomida bardosh berishi kerak. Bunda sinov qurilmasi quvvati kamida 0.5kV A bo'lishi lozim. Izolyatsiya qarshiligi: barcha tok o'tkazuvchi qismlar va blok korpusi orasidagi izolyatsiya qarshiligi quyidagicha bo'lishi kerak. Normal iqlim sharoitida kamida 200 MOm, 25 gradus harorat, 98% nisbiy namlikda esa kamida 50 MOm bo'lishi kerak.

Vaqt kechikishini ta'minlovchi qurilmalarning nosozliklari va statistik tahlili amaliyoti shuni ko'rsatadiki, vaqt kechikishini ta'minlovchi qurilmalarda quyidagi nosozliklar ko'p uchraydi: rele kontaktlarining qizishi yoki yopishib qolishi, elektron komponentlarning eskirishi, tashqi muhit, jumladan namlik va harorat ta'siri, sozlash parametrlarining buzilishi kabilar. Nosozliklar statistikasi shuni ko'rsatadiki, xavfli holatlarning sezilarli qismi aynan vaqt kechikishini ta'minlovchi qurilmalar bilan bog'liq. Shu sababli ushbu qurilmalarning texnik holatini doimiy monitoring qilish va statistik ma'lumotlar asosida tahlil qilish muhim ahamiyatga ega.

Rivojlangan mamlakatlarda, xususan Germaniya, Yaponiya, Fransiya kabi davlatlardagi elektr markazlashtirish tizimlarida asosan mikroprotessorli va raqamli vaqt kechikish qurilmalari qo'llanadi. Zamonaviy temir yo'llarda ko'pchilik davlatlar mikroprotessorli signalizatsiya va elektron blokirovka tizimiga o'tgan raqamli nazorat, PLC lar kabi tizimlar ko'proq qo'llanadi. Ushbu qurilmalar yuqori aniqlik, o'z o'zini diagnostika qilish, masofaviy nazorat imkoniyatlariga ega. Xorij mamlakatlarining ushbu qurilmalarning raqamlashtirilgan turidan foydalanish, aniqroq qilib aytganda raqamli vaqt kechikish qurilmalarini qo'llash nosozliklar sonini kamaytiradi va ekspluatatsiya ishonchliligini oshiradi. Masalan Norvegiyada eski rele tizimlarida interlocking uskunalari tarqalgan bo'lib, 220 dan ortiq o'rnatilgan interlocking tizimlari mavjud.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, maqolada elektr markazlashtirish tizimlari uchun vaqt kechikishini ta'minlovchi qurilmalarning ahamiyati, o'ziga xos xususiyatlari, ishlash tartibi, ularning nosozliklari va xorij tajribalari tahlil qilindi. БМIII blokining kamchiliklari qurilma asosan rezistor, kondensator, tranzistor va elektromexanik rele elementlaridan tashkil topgan. Bu elementlar parametrlari vaqt o'tishi bilan o'zgaradi, ya'ni eskiradi, kontaktlar kuyadi, natijada vaqt kechikishi aniq bo'lmay qoladi. Vaqt kechikishi haroratga, namlikka, kondensatorning eskirishiga bog'liq. Ayniqsa qish-yoz mavsumlarida farq katta bo'ladi. Aynan ushbu muammolarni bartaraf etish uchun elektromexanik rele o'rniga mikrokontrollerlardan foydalangan holda haroratga bog'liq bo'lmagan vaqt dasturiy sozlanadigan mikroelektron qurilma ishlab chiqishni taklif beraman. БМIII vaqt tutuvchi bloki temir yo'l signalizatsiya tizimlarida uzoq yillar davomida



qo‘llanib kelinmoqda. Biroq element bazasining eskirganligi, vaqt kechikishining past aniqligi va diagnostika imkoniyatlarining cheklanganligi uning zamonaviy SMB tizimlari talablariga to‘liq javob bermasligini ko‘rsatadi. Olingan natijalar ushbu qurilmalarni modernizatsiya qilish va raqamli texnologiyalarni joriy etish zarurligini ko‘rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Сорок о В. И. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики: В 2 кн. 3-е изд. / В. И. Сороко, В. А. Милуков. М.: Планета, 2000. Кн. 2. 1008 с.
2. А.Ф. Петров, Л.П. Цейко, И.М. “Ивенский Схемы электрической централизации промежуточных станций”.
3. А.А. Казаков, В.Д. Бубнов, Е.А. Казаков “Станционные устройства автоматики и телемеханики”.
4. Ожиганов С.Н. Несимметрия нагрузки объектов СЦБ и стабильность напряжения / С.Н. Ожиганов, Н.В. Ожиганов // Автоматика, связь, информатика. 2003. № 4. С.27 - 30.
5. Алиев И. И. Электротехнические материалы и изделия: Справочник / И. И. Алиев. М.: РадиоСофт, 2005. 351 с.
6. Экономика железнодорожного транспорта / Под ред. Н. П. Терешинной, Б. М. Лapidуса, М. Ф. Трихункова. М: УМК МПС России, 2001. 600 с
7. Инструкция по техническому обслуживанию устройств сигнализации, > централизации и блокировки (СЦБ) от 20.12.1999 г. № ЦШ-720
8. Ходкевич А. Г. Влияние тяговой сети переменного тока на работу кодовых рельсовых цепей / А. Г. Ходкевич // Научные исследования их практическое применение. Современное состояние и пути развития: Материалы науч.-практ. конф.: В 9 т. Одесса: Черноморье, 2005. Т. 9. С. 5 – 7
9. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. 10-е изд. /Л. А. Бессонов. М.: Гардарики, 2000. 638 с.



**“БОШҚАРИШ ТИЗИМЛАРИНИНГ ЭЛЕМЕНТЛАРИ ВА ҚУРИЛМАЛАРИ”
ФАНИДАН ДАСТУРЛАШ ТИЛЛАРИДА ДАСТУРИЙ ВОСИТАЛАР ЯРАТИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИ**

Рохатова Севинч Турсун кизи

магистранти, Тошкент давлат транспорт университети
roxatovasevinch01@gmail.com

Арипов Назиржан Мукарамович

т.ф.д., профессор, Тошкент давлат транспорт университети
aripov1110@gmail.com

Аннотация: Мақолада бўлажак мутахассисларда педагогик-дастурий воситалар ва мультимедиа маҳсулотларини яратиш малакасини шакллантиришнинг кўп босқичли тизими таҳлил қилинган. Унда матн, графика, овоз, анимация ва маълумотлар базаси билан ишлаш дастурлари ҳамда уларни таълим методикаси билан интеграция қилиш масалалари ёритилган.

Калит сўзлар: педагогик-дастурий воситалар, мультимедиа, ўқитиш методикаси, графика, анимация, кўп босқичли тайёргарлик.

**ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ
НА ЯЗЫКАХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕМЕНТЫ И
УСТРОЙСТВА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ»**

Рохатова Севинч Турсун кизи

магистрант, Ташкентский государственный транспортный университет
roxatovasevinch01@gmail.com

Арипов Назиржан Мукамамович

д.т.н., профессор, Ташкентский государственный транспортный университет
aripov1110@gmail.com

Аннотация: В статье анализируется многоступенчатая система формирования у будущих специалистов навыков создания педагогических программных средств и мультимедийных продуктов. Рассматриваются программы для работы с текстом, графикой, звуком, анимацией и базами данных, а также вопросы их интеграции с методикой обучения.

Ключевые слова: педагогические программные средства, мультимедиа, методика обучения, графика, анимация, многоступенчатая подготовка

**TECHNOLOGY FOR CREATING SOFTWARE TOOLS
IN PROGRAMMING LANGUAGES FOR THE SUBJECT “ELEMENTS AND DEVICES
OF CONTROL SYSTEMS”**

Rokhatova Sevinch Tursun kizi

Master student, Tashkent State Transport University
roxatovasevinch01@gmail.com



Aripov Nazirjan Mukaramovich

d.t.s., professor, Tashkent State Transport University.

aripov1110@gmail.com

Annotation: The article analyzes a multi-stage system for developing skills in future specialists to create pedagogical software tools and multimedia products. It covers software for working with text, graphics, sound, animation, and databases, as well as issues of their integration with teaching methodology.

Keywords: pedagogical software tools, multimedia, teaching methodology, graphics, animation, multi-stage training.

КИРИШ

Рақамли педагогика шароитида ўқув жараёнини замонавий ахборот технологиялари асосида ташкил этиш юқори малакали кадрлар тайёрлашнинг муҳим омилидир. Махсус фанларни ўқитишда педагогик-дастурий воситалардан (ПДВ) фойдаланиш талабаларнинг интеллектуал салоҳиятини ошириш ва мустақил билим олишини таъминлашда юқори самара беради. Бироқ, бундай дастурий маҳсулотларни яратиш нафақат техник дастурлаш кўникмаларини, балки чуқур педагогик ва методик ёндашувни ҳам талаб этади.

АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ ВА МЕТОДОЛОГИЯ

Педагогик-дастурий воситаларнинг гиперматн ҳужжатларини ишлаб чиқиш ва ўқув материалларини шакллантиришда турли мақсадли дастурлар мажмуидан фойдаланилади. ПДВ элементларини яратишда қўлланиладиган дастурий воситалар функционал йўналишига кўра куйидагича классификация қилинади:

Гиперматн ва тақдимот воситалари: Мисрософт Фронт-Паге (ХТМЛ), Аллиаре Ҳоме Сите, Мисрософт PowerПоинт, Мисрософт Ворд.

Статик графика (Растрли ва векторли): Сорел Драв, Сорел Хара, Сорел Пҳото Паинт, Адобе Пҳотошоп, Адобе Иллюстратор.

Динамик ва анимацияли иллюстрациялар: Диссрее 3Д Студио МАХ, Алиас Вавефронт Мая, ЛигхтВаве, Софтимаге 3Д, Адобе ИмагеРeadй, Масромедиа Флаш, Адобе Премиере.

НАТИЖАЛАР ВА УЛАРНИНГ МУҲОКАМАСИ

Тадқиқот методологияси сифатида бўлгуси мутахассисларни мултимедиа маҳсулотларини яратишга тайёрлашнинг кўп босқичли тизими ва дастурий воситаларнинг ўзаро боғлиқлик қонуниятлари ўрганилди.

Дастурий воситаларнинг гиперматн ҳужжатларини ишлаб чиқишда Мисрософт Фронт-Паге (ХТМЛ-Ҳйпер Техт Маркуп Лангуаге), Аллиаре Ҳоме Сите (ХТМЛ), Мисрософт Power Поинт, Мисрософт Ворд каби дастурий воситалардан фойдаланилади. Мавзунинг асосий тушунчаларига оид ўқув материалларини яратишда растрли ёки векторли расмлар билан ишловчи дастурлардан фойдаланиш зарур бўлади. Улар қаторига Сорел Драв, Сорел Хара, Сорел Пҳото Паинт, Адобе Пҳото Шоп, Адобе Иллюстратор кабиларни киритиш мумкин. Динамик иллюстрацияли ўқув материаллари яратишда Диссрее 3Д Студио МАХ, Алиас Ваве Фронт, Мая, Лигхт Ваве, СофтИмаге 3д, Адобе Имаге Рeadй, Масромедиа Флаш, Адобе Премиер каби махсус дастурлардан фойдаланилади. Овозли жараёнларни тақдим этиш ва овозни таҳ-рир қилиш СонисФоундрй СоундФорге, Ваве Лаб, Соунд Ресордер ва бошқа дастурлар ёрдамида амалга оширилади. Маълумотлар базаларини яратиш-да Мисрософт Эхсел, Мисрософт Ассесс каби дастурлар қўлланилади [1,2,3].

1-расмда дастурий воситалар яратишда қўлланиладиган дастурий воситалар тизимининг боғланиши акс этирилган. Расмдан кўри-ниб турибдики, матнли процессорлар

ва махсус дастурлар ёрдамида педа-гогик дастурий воситаларни яратишда, фойдаланувчи ундан қисман фойда-лана олмаслик билан боғлиқ муаммолар туғилиши мумкин. Фойдаланувчи педагогик дастурий воситалар яратилган дастурий таъминотга эга бўлиши шарт.

Одатда ўргатувчи мултимедиали дастурий воситалар яратиш билан компютер дастурчилари шуғулланадилар. Аммо бу дастурчилар ўзлари яратаётган маҳсулот сифати бўйича етарли билимга эга бўлсаларда, кўп ҳолларда ўқитиш методикасини етарлича ўзлаштирмаган бўлишлари мумкин. Бу эса ўргатувчи дастурий воситанинг методик талабларга тўлиқ жавоб беришини таъминлай олмайди. Шу сабабдан, дастурий мултимедиа маҳсулотларни ярата олиш малакасини шакллантиришда кўп босқичли тайёргарликни амалга ошириш зарур.

Ушбу тайёргарликнинг дастлабки босқичи информатика фанини ўрга-ниш билан боғлиқ бўлиб, информатиканинг умумий асосларини ўрганиш оммабоп дастурлар билан танишишни таъминлайди. Бошланғич босқичда албатта MS Windows қобиғи ва MS Оффисе дастурий пакети ўрганилиши лозим. Бу дастурларни ўзлаштириш замонавий ахборот технологияларидан фойдаланишнинг дастлабки кўникмаларини шакллантиради. Бунда график қобиклар билан ишлаш кўникмасининг шаклланиши оддий ва тушунарли дастурлар компютер технологияларининг амалий методларини ўрганиш-ни дастлабки босқичида муҳим аҳамият касб этади. MS Оффисе компонент-лари маълум маънода универсал саналгани учун талабаларни ахборот технологияларини ўзлаштиришларида мустақкам асос бўлади.



1-расм. Дастурий воситалар яратишда қўлланиладиган дастурий воситалар таркиби



Тайёргарликнинг иккинчи босқичи – графика дастурлари билан иш-лашга ўрганишдан иборат. Бу босқич графиканинг турларига мос равишда бир қанча кичик босқичларга бўлинади: растрли; векторли; уч ўлчамли; анимацияли.

Ўрганиш кетма-кетлиги жуда муҳим эмас, аммо анимация асослари билан танишишни статик графиканинг барча турларини ўзлаштиргандан

кейин амалга ошириш мақсадга мувофиқдир.

Биринчи босқичдаги каби графикани ўрганишни энг оммавий дастур-лардан бошлаш керак. Адобе ПҳотоШоп растрли графика дастурлари ора-сида кенг оммалашган бўлиб, бу дастурда растрли расмлар билан ишлаш-нинг самарали методлари мужассамлашган.

Бундан ташқари, мазкур дастурнинг охириги версиялари векторли жараёнларнинг маълум бир имко-ниятларига эга. Агарда бошланғич кўникмалар зарурияти бўлса, у ҳолда Windows ва Оффисе нинг стандарт дастурлари MS Paint ва MS Photo Editor дан фойдаланиш мумкин. Бу икки дастур маълум бир доирада ПҳотоШоп нинг имкониятлари ва методларини такорлайди.

Оммавийлиги жиҳатдан Corel Draw дастури ҳам кенг тарқалган. Адобе фирмасининг янада содда дастурларидан бири – Иллюстратор саналади. Бу икки дастур вектор графикасининг кенг имкониятли воситасини ташкил қилади. Векторли дастурлар турли графикларни ва чизмаларни яратиш, таҳрирлаш учун самарали воситалардир.

Уч ўлчамли графика умумий дастурнинг мажбурий қисмига кириши шарт эмас, чунки у фақат реал объектларни моделлаштиришда ишлати-лади. Аммо, 3Д ни ўрганишни аниқ ва табиий фанлар йўналишлари бўйича ўқитувчилар тайёрлаш таълим мазмунига киритишни тавсия этиш мумкин. Энг кўп тарқалган уч ўлчамли редакторлар сифатида 3Д Студио Мах ва Мая ларни қараш мумкин. Улар унча мураккаб бўлмаган интерфейсга эга. Растрли ва векторли графика билан ишлаш билимларига эга бўлиб, уч ўлчамли графикада ишлаш кўникмасини тезда ўзлаштириш мумкин.

Анимацияли графикани яратишни бир-бирига яқин интерфейсга эга юқорида келтирилган дастурларда амалга ошириш имконияти мавжуд. Улар асосан графика турлари билан фаркланади: растрли графика учун Адобе ImageReady, векторли графика учун – Corel P.A.V.E, уч ўлчамли графика учун эса – 3Д Студио Мах ўринлидир.

Навбатдаги босқичда овоз билан ишлаш методлари ўрганилади. Бу ерда овозларни ёзиш, таҳрирлаш ва қайта яратиш масалалари муҳим ҳисобланади. Бу масалаларни Соунд Форге дастури ёрдамида ҳал этиш мумкин.

Графика яратиш ва овоз билан ишлаш билимига ҳамда методларига эга мутахассис кейинги навбатда мултимедиа маҳсулотларини намойиш этиш ва яратиш воситаларини ўрганади. Бунга биринчи навбатда ХТМЛ-дастурлаш, яъни WYSIWYG дастурлари гуруҳига мансуб MS Word, MS FrontPage, Масромедиа Dreamweaver билан ишлаш, MS PowerPoint да намо-йишлар тайёрлаш киради. Бу босқичда талаба ўзи ўргатувчи мултимедиа иловаларини яратишни билиши зарур.

Методик босқич бўлғуси мутахассисга «қандай ва қайси воситалар билан ўқув материалларини талабага етказиш керак?» деган саволга жавоб бериши зарур. Бу босқичда улар ўзларининг графика бўйича билимлари асосида ва компютернинг аудио имкониятларини билган ҳолда, қайси вазиятларда ахборотларни қандай узатиш мақсадга мувофиқлигини аниқ билишлари шарт.

ХУЛОСА

Фаннинг мултимедиа курсини электрон таълим ресурслари шаклида лойиҳалаш таълим оловчилар томонидан билимларни ижодий ва фаол эгаллашларини таъминлайди.



Тавсия этилган намунавий тузилма олий таълим муассасаларида рақамли педагогикани ривожлантириш ва талабаларнинг мустақил таълим салоҳиятини оширишга хизмат қилади.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Бегимкулов, У. Ш., Жўраев, Р. Х., Исянов, Р. Г., Шарипов, Ш. С., Адашбоев, Ш. М., & Цой, М. Н. Педагогик таълимни ахборотлаштириш: назария ва амалиёт. 2011. Тошкент.
2. Дехконов, Ш. Е. Симуляторлар ва виртуал лабораториялар: ўқув юртларида қўллаш перспективалари. ИнфосомУЗ. 2022. [хтп://уз. инфосом.уз/](http://uz.infosom.uz/)
3. Арипов, Н. М., Умурзақова, Д. Р. Махсус фанларни ўқитишда педагогик-дастурий воситаларни яратишнинг кўп босқичли моделини лойиҳалаш. Транспортда инновацион технологиялар журналы, 6(3), (2025). 88-95.
4. Арипов Н.М. Олий таълим муассасаларида таълим амалиётига элек-трон ўқув-услубий мажмуаларни жорий этиш //«Таълим муаммолари». №1-2. 2011. б. .58-59
5. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии. – М.: Народное образование, 2000.
6. Йўлдошев Ж., Усмонов С. Педагогик технология асослари. Т. “Ўқи-тувчи” 2004.
7. Исмоилов, А. А. График муҳаррирлар (Адобе Пҳотошоп ва СорелДрав) ёрдамида илмий-педагогик иллюстрацияларни тайёрлаш методикаси. Педагогик маҳорат, 2(5), 2024. 14-21.
8. Курбацкий А.И. и др. Информационные технологии в системе выс-шего образования //Информатика и образование.-1999.-№3.-С.21-25., [http:// www.-ofer.ru.4с](http://www.-ofer.ru.4с).
9. МТИ мультимедиа курслар Веб-сайтининг асосий саҳифаси ([http:// ocw.mit.edu/in-dex.html](http://ocw.mit.edu/in-dex.html))
10. <http://www.ispringsolutions.com>



**ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ТЯГОВОЙ СЕТИ
СО СМЕЖНЫМИ КОММУНИКАЦИЯМИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ
АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ**

Авазёзова Муниса Мадрахимовна

Магистрант, Ташкентский государственный транспортный университет
avazyozovamunisa@gmail.com

Арипов Назиржан Мукарамович

д.т.н., профессор Ташкентский государственный транспортный университет
aripov1110@gmail.com

Аннотация: Статья посвящена исследованию электромагнитной совместимости (ЭМС) тяговой сети переменного тока со смежными коммуникациями и системами автоблокировки железнодорожной автоматики и телемеханики. Рассмотрены механизмы электрического, магнитного и гальванического влияний, а также критерии их опасного и мешающего воздействия. Доказано, что данное увеличение в сочетании с асимметрией рельсовых линий и резонансными явлениями способно спровоцировать генерацию гармонических помех в спектре рабочих частот сигнального тока рельсовых цепей. Результаты важны для проектирования систем защиты инфраструктуры.

Ключевые слова: Электромагнитная совместимость (ЭМС), тяговая сеть переменного тока, смежные коммуникации, железнодорожная автоматика и теле-механика, электрическое влияние, магнитное влияние, гальваническое влияние, автоблокировка, бесстыковой путь, сопротивление «рельс-земля», рельсовые цепи, гармонические помехи.

**ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY OF THE TRACTION NETWORK WITH
ADJACENT COMMUNICATIONS**

Munisa Madrakhimovna Avazyozova

master student, Tashkent State Transport University
avazyozovamunisa@gmail.com

Nazirjan Mukaramovich Aripov

d.t.s., professor, Tashkent State Transport University
aripov1110@gmail.com

Annotation: This paper investigates the electromagnetic compatibility (EMC) of AC traction networks with adjacent communications and automatic blocking systems. The mechanisms of electrical, magnetic, and galvanic coupling, along with their dangerous and disturbing effects, are analyzed. This increase, combined with rail line asymmetry and resonance phenomena, is shown to trigger harmonic interference within the operating frequency spectrum of signaling rail circuits. The findings are critical for designing infrastructure protection strategies.

Keywords: Electromagnetic compatibility (EMC), AC traction network, adjacent communications, electrical coupling, magnetic coupling, galvanic coupling, automatic blocking, jointless track, rail-to-earth resistance, rail circuits, harmonic interference

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с определением Международной электротехнической комиссии (МЭК) под электромагнитной совместимостью понимается способность электротехнического оборудования работать удовлетворительно в электромагнитной среде, не создавая недопустимого влияния на другое электротехническое оборудование и окружающую среду. Электромагнитная совместимость включает в себя вопросы взаимовлияния друг на друга различных видов электроэнергетического и слаботочного электрооборудования [1,2,3,4].

С точки зрения железнодорожной электроэнергетики это, прежде всего, взаимные влияния друг на друга контактных сетей соседних путей многопутных участков, затем влияние тяговой сети на смежные линии низкого напряжения, линии связи и проводного вещания, на любые протяженные проводящие объекты, расположенные вблизи электрифицированной железной дороги, а также и вопросы взаимовлияния электровазозов переменного тока с тиристорными преобразователями [5,6,7,8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Тяговая сеть электрифицированной железной дороги оказывает электрическое, магнитное и гальваническое влияния на смежные линии (рис.1).



Рис.1. Характеристика влияния тяговой сети на смежные электротехнические коммуникации железнодорожной автоматики и телемеханики

Электрическое влияние обусловлено емкостными связями между контактной сетью и смежным проводом, магнитное влияние возникает из-за переменного магнитного поля, создаваемого током контактной сети, а гальваническому влиянию подвержены цепи, имеющие заземления [9,10,11].

Наряду с тяговыми сетями высокими напряжениями и большими токами характеризуются высоковольтные линии электропередачи, высоковольтные цепи автоблокировки и продольного электроснабжения.

Создаваемые ими электромагнитные поля наводят напряжения и токи в обесточенной контактной сети, в цепях автоматики, телемеханики и связи, которые могут быть опасными для людей или производить разрушения аппаратуры, а также могут нарушать нормальную работу устройств.

Влияющая линия создает в окружающем пространстве электрическое поле, определяемое напряжением в линии, а также магнитное поле, связанное с токами в линии. По характеру зависимости от времени влияющих напряжений и токов различают постоянные напряжения и токи, периодические напряжения и токи и импульсные напряжения и токи. По механизму влияния различают три следующих вида.

Во-первых, *электрическое влияние*, возникающее за счет электрического поля влияющей линии (контактной сети) или, по-другому, за счет емкостной связи между линиями (рис. 2, а).

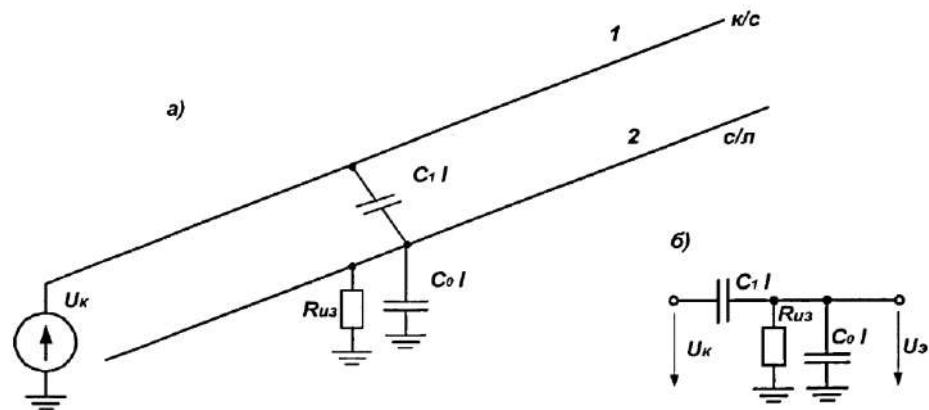


Рис.2. Схема электрического влияния контактной сети на смежную линию

Контактную сеть и смежный провод можно рассматривать как обкладки конденсатора емкостью $C_1 l$, где C_1 – емкость между смежной линией и контактной сетью на 1 км длины системы, l – длина системы, км.

Вместе со вторым конденсатором с обкладками смежная линия-земля емкостью $C_0 l$ этот конденсатор образует емкостный делитель, определяющий напряжение электрического влияния $U_э$ на смежной линии (рис. 2, б):

$$U_э = U_к \frac{C_1 l}{C_1 l + C_0 l} = U_к \frac{C_1}{C_1 + C_0} \quad (1)$$

Как видно из формулы 1 напряжение $U_э$ не зависит от длины системы, если смежная линия находится полностью в зоне влияния. Наличие утечки по изоляции смежной линии $R_{из}$ приводит к тому, что при строго постоянном напряжении влияющей линии электрическое влияние отсутствует.

Во-вторых, *магнитное влияние*, обусловленное наведением ЭДС в замкнутых контурах при пересечении их переменным магнитным полем. [4]

Ток, протекающий в контактной сети, создает магнитное поле в окружающем пространстве. В контуре смежный провод-земля переменным магнитным полем наводится ЭДС, величина которой определяется законом электромагнитной индукции по выражению $e_2 = -\frac{d\Phi}{dt}$ Для синусоидальных токов $E_2 = -j\omega\Phi$, где Φ – магнитный поток под смежной линией в воздухе и в земле. Можно говорить о существовании воздушного трансформатора,



первичная обмотка которого образована контактной сетью и землей, а вторичная обмотка - это контур смежная линия - земля. Наибольшее магнитное влияние создается контактной сетью при системе 1х25 кВ.

В-третьих, это *гальваническое влияние*, возникающее за счет токов, протекающих в земле, на объектах, имеющих заземления.

Кроме того, различные виды влияний подразделяют по значениям наводимых напряжений, то есть по силе воздействия, на *опасные и мешающие* влияния. Опасные влияния могут вызвать поражения людей электрическим током или привести к повреждениям аппаратуры или пожарам, а мешающие влияния, которые меньше по величине и только снижают устойчивость работы линий связи или телемеханики, нарушают нормальную их работу и действуют как помехи.

Если земля используется в качестве одного из рабочих проводов, и по земле протекает полный рабочий ток цепи, то влияние на смежную линию будет наибольшим.

Наибольшее влияние оказывает тяговая сеть переменного тока 1х25 кВ, являющаяся полностью несимметричной цепью и характеризуемая токами в сотни ампер. Поскольку рассматриваются линии, прокладываемые вблизи железной дороги, то влияние тяговой сети обычно самое значительное из возможных видов влияния.

Линии питания автоблокировки и продольного электроснабжения напряжением 6...10 кВ, помимо суш; ественно меньшего напряжения по сравнению с контактной сетью, в нормальном режиме характеризуются симметричной системой напряжений по отношению к земле. Три емкостных тока электрического влияния в сумме дают малую величину, отличную от нуля, только за счет разных расстояний проводов ЛЭП до смежного провода, подверженного влиянию.

Влияние контактной сети 1х25 кВ вызывает также изменения режима работы линий 6...10 кВ, расположенных на опорах контактной сети, поскольку нарушается работа системы сигнализации от однофазных коротких замыканий. В общем, наводимое напряжение тем больше, чем ближе смежная линия к влияющему проводу, поэтому провода, подвешенные на опорах контактной сети, подвержены наиболее сильному влиянию со стороны последней. [8]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. На основе комплексного анализа факторов электромагнитного влияния тяговой сети переменного тока на системы автоматической блокировки в пределах участков бесстыкового пути установлено, что для объективной оценки ЭМС необходимо учитывать продольную и поперечную асимметрию рельсовых линий, резонансные явления в сети, а также профиль пути, определяющий динамику тягового тока.

Особое значение имеет тот факт, что емкостная составляющая переходного сопротивления «рельс – земля» на таких участках достигает порядка 5 мкФ/км, что на порядок превышает показатели для путей со старой конструкцией балластной призмы. Данное повышение емкости переходного сопротивления при определенных эксплуатационных условиях может выступать триггером для генерации гармонических помех в спектре рабочих частот сигнального тока рельсовых цепей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бессонов В.А. Электромагнитная совместимость.//Дальневосточный гос. ун-т путей сообщения. Хабаровск, 2000. 17 с.
2. Закарюкин В.П. Электромагнитная совместимость устройств электрифицированных железных дорог.//Иркутский гос. ун-т путей сообщения. Иркутск, 2003.
3. Бадер М.П. Электромагнитная совместимость./М. П. Бадер. М.: УМК МПС, 2002.



-
4. Коган А.Я. Оценка безопасности эксплуатации бесстыкового пути по условию выброса с учетом его фактического состояния./А.Я. Коган, А.В. Савин.//Вестник ВНИИЖТ. 2003. №2.
 5. Скоков Р.Б. Снижение влияния тяговой сети постоянного тока на автоблокировку с тональными рельсовыми цепями: Дисс. кандидата техн. наук. Омск, 2004. 170 с.
 6. Сороко В.И. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики: В 2 кн. 3-е изд. /В.И. Сороко, В.А. Милуков. М.: Планета, 2000. Кн. 2. 1008 с.
 7. Ходкевич А.Г. Несимметрия в устройствах электропитания объектов железнодорожной автоматики./А.Г. Ходкевич, С.С. Сероштанов, В.А. Серых.//Вісник Східно-українського національного університету імені В. Даля № 8(78). Луганськ, 2004. С. 162 – 165
 8. Котельников А.В. Выбор методики подключения межпутных перемычек в тяговой рельсовой цепи электрифицированных железных дорог./А.В. Котельников, А.А. Наумов. //Вестник ВНИИЖТ, 2001.№ I. С.12 – 15.
 9. Ожиганов С.Н. Несимметрия нагрузки объектов СЦБ и стабильность напряжения./С.Н. Ожиганов, Н.В. Ожиганов.//Автоматика, связь, информатика. 2003. № 4. С.27 – 30.
 10. Клименко В.Я. Уравнительные устройства./В.Я. Клименко, В.К. Сонин.// Путь и путевое хозяйство. 2001. № 5. С. 9 – 10
 11. Клименко В. Я. Рельсовые плети длиной до перегона с уравнительными стыками В.Я. Клименко, Л. В. Клименко.// Вестник ВПИИЖТ. 2004. № 2



**QUVURO‘TKAGICHLARNING GRUNTLAR BILAN O‘ZARO BO‘YLAMA TA‘SIRINI
TAJRIBA O‘TKAZISH USULLARINI O‘RGANISH VA TAHLIL QILISH**

Raxmanov Usarkul

professor v.b, Toshkent davlat transport universiteti
usarkul1953@gmail.com

Annotatsiya: Hozirgi vaqtda polimer quvurlari an’anaviy po‘lat va quyma temir quvurlarni almashtirmoqda. Bu nafaqat global miqyosda, masalan, shahar kommunal xizmatlarini, yangi qurilish va ishlab chiqarishni almashtirishda, balki xususiy sektorda ham sodir bo‘lmoqda. Isitish, kanalizatsiya, suv va gaz ta’minoti - bu jarayonlarning barchasi har xil turdagi plastmassalardan tayyorlanishi mumkin bo‘lgan polimer quvurlarga tayanadi, bu ularning muayyan ilovalar uchun yaroqliligini belgilaydi. Shu munosabat bilan biz polimer quvurlarini hisoblash bo‘yicha adabiyot va me’oriy hujjatlarni ko‘rib chiqdik. Bundan tashqari, maqolada tuproq namligi va yuklanish tezligiga qarab, polietilen quvur liniyasining tuproq bilan uzunlamasina o‘zaro ta’sirini eksperimental o‘rganish natijalari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: quvuro‘tkazgich, yer osti inshootlari, seysmik turg‘unlik, deformatsiya, grunt, tajriba, o‘zaro ta’sir koeffitsienti.

**ИЗУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ
ПРОДОЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТРУБОПРОВОДА С ГРУНТОМ**

Рахманов Усаркул

и.о. профессора, Ташкентский государственный транспортный университет
usarkul1953@gmail.com

Аннотация: В настоящее время трубы из полимерных материалов сменяют привычные стальные и чугунные трубопроводы. Происходит это не только в глобальных масштабах – замена общегородских коммуникаций, новое строительство, производство, но и в частном секторе. Отопление, канализация, водо- и газоснабжение – все эти процессы обслуживают полимерные трубы, которые могут быть изготовлены из пластика разного типа, что и определяет их пригодность к эксплуатации в той или иной сфере. В связи с этим нами сделан обзор литературы и нормативных документов посвященных расчету труб из полимерных материалов. Кроме того, в статье приводятся результаты экспериментального исследования продольного взаимодействия полиэтиленового трубопровода с грунтом в зависимости от влажности грунта и скорости нагружения.

Ключевые слова: трубопровод, подземные сооружения, сейсмостойкость, деформация, грунт, эксперимент, коэффициент взаимодействия.



**STUDY AND ANALYSIS OF METHODS FOR CONDUCTING EXPERIMENTAL
METHODS OF LONGITUDINAL INTERACTION OF PIPELINES WITH SOIL**

Rakhmanov Usarkul

professor, Tashkent State Transport University

usarkul1953@gmail.com

Annotation: Polymer pipes are currently replacing traditional steel and cast iron pipelines. This is happening not only on a global scale—for example, replacing city utilities, new construction, and manufacturing—but also in the private sector. Heating, sewerage, water, and gas supply—all these processes rely on polymer pipes, which can be made of various types of plastic, which determines their suitability for specific applications. In this regard, we reviewed the literature and regulatory documents on the calculation of polymer pipes. Furthermore, the article presents the results of an experimental study of the longitudinal interaction of a polyethylene pipeline with soil, depending on soil moisture content and loading rate.

Keywords: pipeline, underground structures, seismic resistance, deformation, soil, experiment, interaction coefficient.

ВВЕДЕНИЕ

В работах [1, 2, 3] была предложена первая методика расчета подземных сооружений на сейсмостойкость, где сейсмическая сила определяется как произведение массы сооружения на ускорение грунта. Следующим шагом в развитии этого направления явилось создание статической теории сейсмостойкости подземных сооружений [4, 5, 6], вытекающей из предположения равенств деформаций сооружения и грунта.

ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ ПОСВЯЩЕННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

В начале 60-х годов появились первые работы [7, 8, 9] по динамическому расчету подземных трубопроводов, в основу которых положен учет различий деформаций сооружения и грунта; жесткость конструкции (грунт - сооружение) принималась такой же, как в работах [10, 11]. Такой подход при расчете подземных сооружений на сейсмостойкость позволял учитывать те важные факторы, которые выпали из рассмотрения в статической теории.

В трудах Т.Рашидова и его учеников [5, 7, 8] теоретически и экспериментально исследована сейсмостойкость подземных трубопроводов, где впервые учтено движение трубы относительно окружающего грунта при распространении сейсмической волны вдоль оси трубопровода. Авторы статической теории сейсмостойкости подземных трубопроводов не учитывали силу взаимодействия между поверхностью трубы и окружающим грунтом, что при определении опасных сейсмических напряжений привело их к не учету таких важных факторов, как диаметр трубы, толщина ее стенок, глубина заложения, вид грунтовых условий, а также распределение напряжений по длине подземного трубопровода при землетрясениях. С этой точки зрения исследования по учету проскальзывания трубопровода относительно окружающего грунта называются динамической теорией сейсмостойкости подземного трубопровода, аналогично динамической теории сейсмостойкости обычных наземных сооружений [11, 12].



Учитывая, что основным фактором, определяющим реальную работу подземных сооружений при землетрясении, является взаимодействие системы «сооружение-грунт», было выполнено огромное количество исследований по изучению характера этого взаимодействия [8]. Установлено, что при малых сдвигах зависимость усилия от перемещения труб линейное, далее преобладающую часть на диаграммах взаимодействия составляет необратимая деформация, на величину которой существенно влияет глубина укладки трубопроводов [14].

В последнее время исследователи и проектировщики задаются поиском технических решений для трубопроводов, прокладываемых в зонах с высокой сейсмической активностью.

Специалистами Японии и США был проведен анализ работоспособности полиэтиленовых труб в условиях повышенной сейсмической активности (в сравнении с другими трубами) в связи с землетрясениями вблизи г. Кобе (Япония) в 1995 г. и в г. Сан-Франциско (США) в 1989 г. [13].

Таблица 1

Разрушения в газораспределительных системах

Источник утечки	Сталь	Ковкий чугун	Пластмассы (полиэтилен высокой и средней плотности, ПВХ, АВС)
Сварка	3	0	0
Корпус трубы	46	3	6
Клапан	1	0	0
Соединение с краном	1	0	1
Резьбовое соединение	2	0	0
Фитинг	3	0	2
Раструбное соединение	0	19	0
Всего	56	22	9

Рассмотрим данные анализа результатов землетрясения в Сан-Франциско по разрушениям газораспределительных магистралей давлением 4,2 бар (табл.1).

Как видно из таблицы, все четыре вида полимерных материалов сгруппированы вместе и демонстрируют повышенную устойчивость полимерных труб в условиях землетрясения. Данные по землетрясениям в Японии проанализированы более подробно и представлены в отдельности по водо- и по газопроводам (табл.2, табл.3). При анализе особенно выделены полиэтиленовые трубы, которые позволили сохранить герметичность в условиях землетрясения, как по воде, так и по газу.

Приведенные данные показывают, что полиэтиленовые трубы являются пока единственным типом труб, которые сохраняют работоспособность при землетрясениях. После землетрясения в Кобе преимущественное применение полиэтиленовых труб для газо- и водоснабжения было закреплено законодательно во всей Японии

Таблица 2

Количество разрушений на 1 км водоводов для труб из различных материалов (по городам Кобе, Ничиномия, Ашия)[12,15]

Материал трубы	Кол-во разрушений на 1 км
Ковкий чугун	0,488
Чугун	1,508
ПВХ	1,430
Сталь	0,437
Асбестоцементные	1,782

Полиэтилен	0,00
------------	------

Таблица 3

Разрушения газораспределительных сетей низкого давления [12,15]

Материал трубы	Общая длина трубопровода, км	Количество разрушений	Количество разрушений на 1 км
Сталь	21 338	25 821	1,210
Ковкий чугун	12 204	630	0,052
Полиэтилен	1 458	0	0

В связи с этим необходимо проведение исследований с полимерными трубами в увлажненном грунте. В работе [15] были рассмотрены вопросы экспериментального и теоретического изучения взаимодействия с грунтом трубопроводов из полиэтилена и винилпласта в неувлажненном грунте. Нами рассматривались продольное взаимодействие прямолинейного конечного участка подземного полимерного трубопровода, расположенного в частично водонасыщенном грунте.

Экспериментальное исследование продольного взаимодействия полиэтиленового трубопровода с грунтом в зависимости от влажности грунта и скорости нагружения. Одним из главных факторов сейсмодинамики подземных сооружений является изучение взаимодействия тела (трубопровода) с окружающей средой. Здесь определяющим параметром является коэффициент равномерного сдвига трубопровода относительно грунта - K_x (кг/см³). Первые исследования данного направления были сделаны академиком Т.Р.Рашидовым и профессором Г.Х. Хожметовым в стенах ИМиСС АН РУз.

Для экспериментального изучения физической природы взаимодействия подземных сооружений типа трубопроводов с грунтом при статическом действии на них продольной и поперечной сил созданы установки и методики исследования [5,7,8]. В настоящее время в зарубежных исследованиях исследователи стали часто использовать подобные установки [6,13,14].

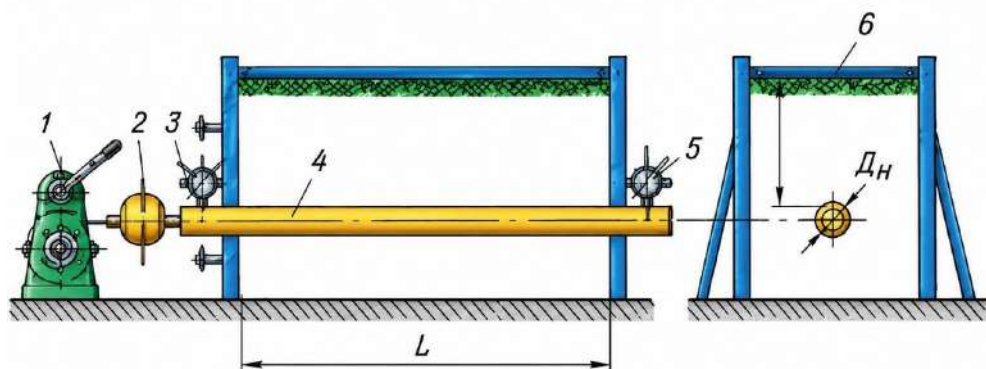


Рис. 1. Схема установки для изучения продольного взаимодействия трубы с грунтом

Статические исследования проводились на установке, которая представляет собой платформу размерами 4x4x1,5 м., соответственно длине, ширина и высоты (рис.1). Для изучения сопротивления грунтов продольному перемещению сооружения типа трубопровода в установку (рис.1) засыпается грунт с соответствующим уплотнением до определенной высоты (0,3 м). После этого труба укладывается на горизонтальную поверхность. Горизонтальность и соосность трубы с направлением действия нагрузки достигаются с помощью нивелира. Труба, уложенная на ровную поверхность, засыпается грунтом с влажностью от 10÷30 %, который уплотняется через определенные

высоты (0,1 м) и по истечении нескольких суток проводятся пробные испытания с целью определения нагрузки, необходимой для достижения скольжения трубы относительно окружающего грунта в направлении оси трубы. Усилие при этом создается лебедкой 1. Величина продольной нагрузки измеряется динамометром 2, а перемещение трубы 4 относительно грунта индикаторами 3,5, закрепленными на переднем и заднем концах трубы. После пробного испытания вырывается траншея определенной ширины, зависящей от диаметра трубы, подготавливается основание (нормальное, спрофилированное и др.), в которое заново укладывается труба, и засыпается грунтом с трамбованием вручную послойно при предварительном уплотнении пазух. Уплотняющиеся слои грунта выбираются равными 0,1 м. Для проведения опытов с разными глубинами укладки труба раскапывается, заново укладывается и засыпается грунтом с таким же уплотнением. После каждого испытания определяются физико-механические свойства и влажность грунта.

На этих установках проведены опыты и построены диаграммы нагружения и разгрузки при продольном перемещении трубопроводов при различных глубинах заложения, скорости нагружения и различной влажности грунта.

Нами проводились эксперименты для водонасыщенных грунтов по той же методике в лабораторных условиях. Ныне в сейсмических районах часто начали применять полимерные трубы, особенно там, где преобладает коррозионность грунтовой среды. При проведении экспериментов были изучены коэффициенты взаимодействия полимерных труб с суглинком с учетом влажности. Проведением опытов нами были изучены влияние влажности на значения параметров взаимодействия. Платформа засыпается грунтом до необходимой высоты с послойным уплотнением.

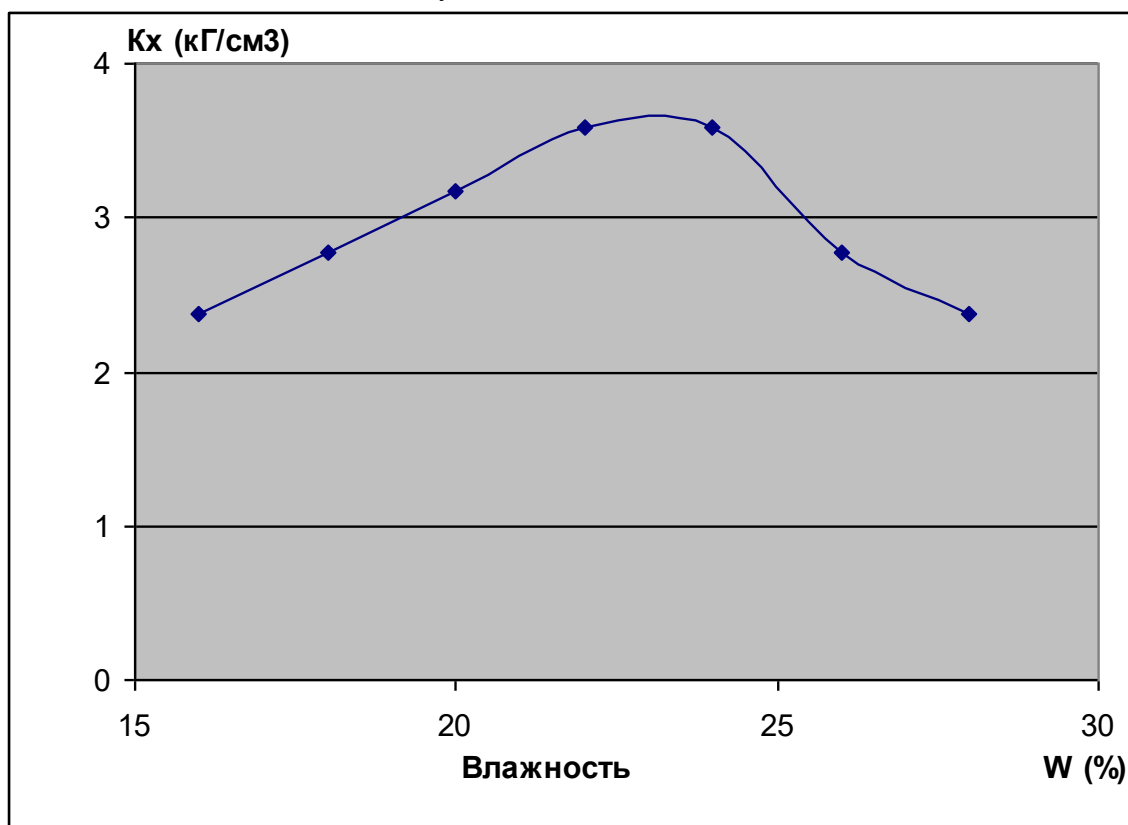


Рис. 2. Зависимость коэффициентов K_x от влажности грунта при взаимодействии полимер трубы ($D_n=10\text{см}$, $l=200\text{см}$, $H=60\text{см}$) с суглинком



Труба укладывается на горизонтальную поверхность засыпается грунтом с влажностью от 15÷30%, уплотненным через определенные высоты, и по истечении нескольких суток проводятся пробные определения нагрузки, необходимой для достижения скольжения трубы относительно окружающего грунта в направлении оси трубы. Эксперименты проведены с полимерной трубой диаметром $D_n=10\text{см}$, длиной $l=200\text{см}$, которая укладывается в грунт суглинок с естественной влажностью 13% при глубине заложения $H=60\text{см}$. Результаты опытов по изучению влияния влажности грунта на значения K_x приведены на рис. 2.

Так как модуль Юнга для связного грунта зависит от его пористости и влажности [5], то по-видимому, и значения коэффициентов взаимодействия будут зависеть от этих факторов.

Нами также получены зависимости от скорости нагружения (рис.3) и глубины заложения трубы.

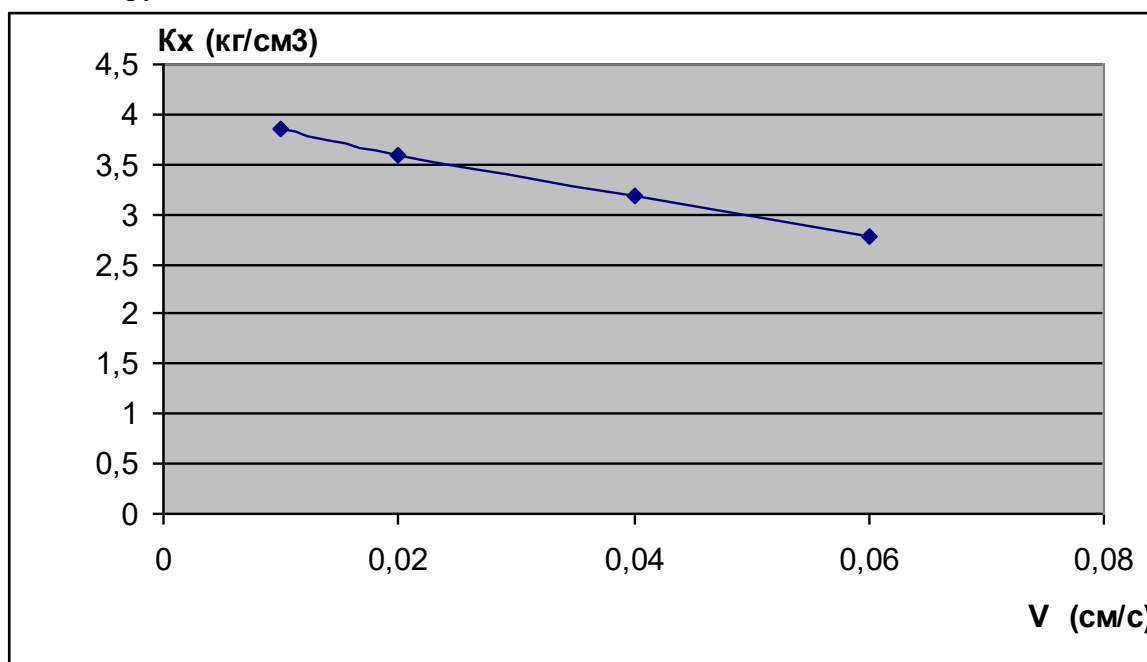


Рис.3. Зависимость коэффициентов K_x от скорости нагружения трубы

Полученные результаты K_x при увлажненном грунте сравнены с значением K_x при сухом грунте.

Из рис.2 видно, что влажность грунта до 24 % увеличивает значения K_x , далее при влажности больше 24 % значения K_x уменьшаются.

Из полученных экспериментальных исследований видно, что при учете влажности грунта и материала трубы, результаты K_x значительно отличаются от полученных K_x ранее. Как и следовало ожидать, при влажности грунта $W>30\%$, его можно рассматривать как вязкую жидкость.

На рис.3 приведен график зависимости коэффициента K_x от скорости нагружения, на котором видно, что с увеличением скорости нагружения взаимодействие трубы с грунтом уменьшается.

ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ

При влажности грунта до 24 % значения K_x увеличивается.

При влажности больше 24 % значения K_x уменьшаются.

При влажности грунта $W>30\%$, его можно рассматривать как вязкую жидкость.

С увеличением скорости нагружения взаимодействие трубы с грунтом уменьшается.



ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Кожин В.Ф. Водопроводные сооружения в сейсмических условиях. М.-Л.: ОНТИ, 1936. 104 с.
2. Osaka Y., Ganagida T., Kodera G., Omori F. publications the study of dynamic behavior investigation and earthquake resistance of bridge pipes. Proc. Of the 6-th World Conf. on Earth Eng. New Delhi, 1977, No. 11.
3. Otsuki J. Proc. Of the World Conference on Earthquake Engineering. Berkeley, Cal, 1956.
4. Напетваридзе Ш.Г. Сейсмостойкость гидротехнических сооружений. М.: Госстройиздат, 1959. 257 с.
5. Рашидов Т., Хожметов Г.Х. Продольные и поперечные взаимодействия трубопроводов с окружающим грунтом и определение коэффициентов стыковок трубопроводов. Материалы Всесоюзного совещания «Проектирование и строительство сейсмостойких зданий и сооружений» Москва Фрунзе: Фан 1971. 252 с.
6. Aoki J. And Hayashi S. Spectra for Earthquake Resistive Design of Underground Long Structures Proc of the 5-th World Conf. on Earth Eng. Rome, 1973, No. 61.
7. Рашидов Т.Р. Дифференциальное уравнение колебания подземного трубопровода при землетрясении. ДАН УзССР, 1962, №9, с. 10-13.
8. Рашидов Т.Р. Исследование условий работы подземных трубопроводов при землетрясениях Изв. АН УзССР сер. техн. Наук, 1962. №5, с. 42-53.
9. Уразбаев М.Т. Сейсмостойкость упругих и гидроупругих систем. Ташкент: Фан, 1966. 256с.
10. Аронов Р.И. Исследование условий взаимодействия трубы и грунта при продольных перемещениях трубопровода. Труды ВНИИСтройнефт. Вып. V.М., 1953, с. 14-45.
11. Баркан Д.Д. Динамика оснований и фундаментов. М.: Стройвоенмориздат, 1948. 412 с.
12. Данные опубликованные в трудах X конференции «Пластмассовые трубы», 1998 г., Гетеборг, Швеция, и в журнале Pipeline & Gas Journal, Июль 1990 г., США.
13. Japan Water Works Association – Damage to Water Work Pipes during The Great Hanshin-Awaji Earthquake and their Evaluation, 1996.
14. Resources and Energy Office, Gas Earthquake Countermeasures Committee – Gas Earthquake Countermeasures Study Group Report, 1996.
15. С.М.Мухамедова. Исследование сейсмостойкости трубопроводов из полимерных материалов. Автореферат канд. дисс., Ташкент, 1983 г.



DIGITAL INFRASTRUCTURE AND SMART MONITORING SYSTEMS ON THE UKC RAILWAY: PROSPECTS FOR AI AND IOT INTEGRATION

Buriev Shukhrat

PhD, Associate Professor, Tashkent State Transport University

Annotation: This article examines current trends in digital infrastructure and intelligent monitoring systems on the Uzbekistan–Kyrgyzstan–China (UKC) railway corridor. Particular attention is paid to the integration of Artificial Intelligence (AI) and the Internet of Things (IoT) for managing rolling stock, infrastructure and traffic safety. Drawing on up-to-date project data (523 km length, USD 4.7 billion cost, up to 15 million tonnes/year capacity), the paper provides quantitative estimates of digitalisation effects, develops an investment payback calculation, and benchmarks the corridor states against the World Bank Logistics Performance Index (LPI). Strategic directions for modernisation are proposed to improve the efficiency, resilience and digital transformation of the UKC railway transport system.

Keywords: digital infrastructure, artificial intelligence, Internet of Things, intelligent monitoring systems, railway transport, UKC corridor, digitalisation, LPI.

ЦИФРОВАЯ ИНФРАСТРУКТУРА И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ УКС: ПЕРСПЕКТИВЫ ИНТЕГРАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Буриев Шухрат Хамрокул угли

PhD, доцент, Ташкентский государственный транспортный университет

Аннотация: В статье рассматриваются современные тенденции развития цифровой инфраструктуры и интеллектуальных систем мониторинга на железнодорожном коридоре Узбекистан–Кыргызстан–Китай (УКС). Особое внимание уделено возможностям интеграции технологий искусственного интеллекта (ИИ) и Интернета вещей (IoT) в систему управления и контроля за подвижным составом, инфраструктурой и безопасностью движения. На основе актуальных данных о проекте (протяжённость 523 км, стоимость 4,7 млрд долл. США, пропускная способность до 15 млн т/год) представлены количественные оценки эффекта цифровизации, выполнен расчёт окупаемости инвестиций, приведены сравнительные показатели логистической эффективности стран коридора по индексу LPI. Предложены направления модернизации, направленные на повышение эффективности, устойчивости и цифровой трансформации железнодорожного транспорта в рамках УКС.

Ключевые слова: цифровая инфраструктура, искусственный интеллект, Интернет вещей, интеллектуальные системы мониторинга, железнодорожный транспорт, УКС, цифровизация, LPI.

1. INTRODUCTION

The China–Kyrgyzstan–Uzbekistan (UKC, also CKU) railway corridor is set to become a cornerstone of regional connectivity in Central Asia. After more than two decades of negotiation, the intergovernmental financing agreement was signed and ground was ceremonially broken on 27 December 2024 in the Jalal-Abad region of Kyrgyzstan, with full commissioning targeted within roughly six years [1, 2]. The line is approximately 523 km long,



of which about 304 km run through Kyrgyzstan, and is estimated to cost USD 4.7 billion; China contributes 51 % of the project company’s capital, while Kyrgyzstan and Uzbekistan each hold 24.5 %, with a 35-year Chinese loan covering the remaining half [1, 3].

The route runs from Kashgar (China) through the Torugart pass to Makmal and Jalal-Abad in Kyrgyzstan, and onward to Andijan in Uzbekistan, which is already connected by rail to Tashkent [3]. Because China uses a 1 435 mm gauge while Kyrgyzstan and Uzbekistan operate on the 1 520 mm gauge, a transshipment (break-of-gauge) facility is planned at Makmal station. The corridor is engineered through difficult mountainous terrain: roughly 40 % of the alignment consists of 50 bridges and 29 tunnels, including the Naryn (12.5 km), Koshtoba (13.2 km) and Fergana Mountain (12.2 km) tunnels [3, 4]. Once operational, the line is expected to carry up to 15 million tonnes of cargo per year, shorten the China–Europe routing by about 900 km and cut transit time by 7–8 days [2, 4].

As the global logistics landscape evolves, such traditional railway infrastructure must be supplemented with smart, technology-driven systems. Artificial intelligence (AI), the Internet of Things (IoT) and cloud-based platforms provide powerful tools for transforming freight monitoring, asset management and operational efficiency. This paper explores the integration of digital infrastructure into the UKC railway, focusing on predictive maintenance, real-time cargo tracking, border automation and environmental monitoring, and analyses the associated benefits and implementation challenges across national borders.

Table 1. Technical and financial profile of the UKC (CKU) railway corridor

Parameter	Value (latest available data)
Total length	≈ 523 km (Kyrgyz section ≈ 304 km)
Route	Kashgar (CN) – Torugart – Makmal – Jalal-Abad (KG) – Andijan (UZ) – Tashkent
Estimated cost	USD 4.7 billion
Financing structure	Capital: China 51 %, Kyrgyzstan 24.5 %, Uzbekistan 24.5 %; plus 35-year Chinese loan (~USD 2.3 bn)
Gauge	1 435 mm (China) ↔ 1 520 mm (KG/UZ); break-of-gauge transshipment at Makmal
Engineering structures	50 bridges + 29 tunnels ≈ 40 % of route; key tunnels 12.2–13.2 km
Construction start	27 December 2024 (ceremonial); ~6-year build horizon
Main contractor	China Railways
Design cargo capacity	up to 15 million tonnes/year
Expected corridor effect	China–Europe routing –900 km; transit time –7–8 days; logistics cost ≈30 %

2. METHODS

This research applies a comparative technological evaluation approach, supported by stakeholder interviews and case-study benchmarking. The methodology comprises four elements: (i) a literature review of global smart-railway initiatives (e.g. China’s smart-rail programme and the EU Shift2Rail / Europe’s Rail joint undertaking); (ii) a technology



assessment of AI/IoT applications for railway safety, cargo integrity and predictive maintenance; (iii) case studies of smart-infrastructure deployment on the China–Kazakhstan corridor and the Trans-Siberian Railway; and (iv) structured feedback from railway engineers, logistics operators and ICT specialists.

The key performance indicators (KPIs) used are system responsiveness, cost efficiency, risk-mitigation potential and cross-border interoperability. Quantitative impact estimates are expressed as percentage changes against an operational baseline, and the investment appraisal uses a discounted cash-flow model (net present value, NPV; simple and discounted payback period) with explicitly stated assumptions.

3. RESULTS

The analysis indicates that, under the modelled scenario, AI and IoT technologies could reduce overall cargo delays by up to 35 % through predictive maintenance and automated customs processing. The principal projected effects are summarised in Figure 1 and Table 2.

Figure 1. Projected operational impact of AI/IoT interventions on the UKC corridor (scenario estimates)

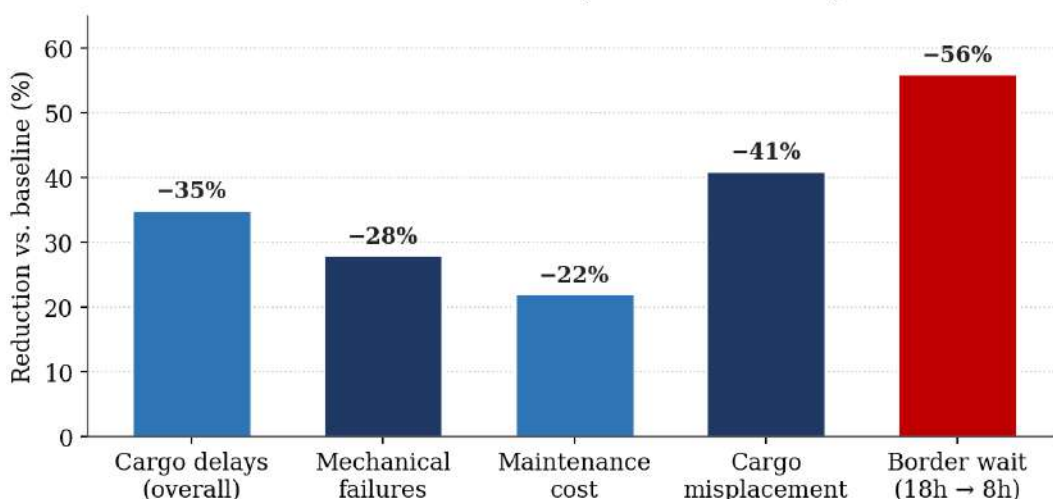


Figure 1. Projected operational impact of AI/IoT interventions on the UKC corridor (scenario estimates).

Table 2. Digital intervention impact matrix and external benchmarks

Intervention	Modelled effect	Mechanism	Independent benchmark
Predictive maintenance	-28 % failures; -22 % cost	ML models on sensor time-series anticipate component failure	20–30 % cost; 30–50 % downtime [6]
Smart tracking cargo	-41 % misplacement	IoT/RFID tags and sensors give real-time consignment visibility	Real-time tracking is a core LPI 2.0 dimension [9]
Environmental monitoring	87 % detection accuracy	Sensors flag landslide-prone zones and adverse weather	Critical on 40 % bridge/tunnel alignment [3]
Digital control border	18 h → 8 h wait	Pilot blockchain/e-document processing customs	Border procedures are a key time penalty [9]



3.1. Cost–benefit analysis (worked example)

To test the economic viability of the digital package, a transparent discounted cash-flow model is constructed. The assumed digital-systems capital expenditure is $I_0 = \text{USD } 65$ million, with annual operation and maintenance (O&M) of 8 % of CAPEX ($\approx \text{USD } 5.2$ million). Annual gross benefits are estimated from the corridor’s 15 million t/year design capacity and a 523 km-maintained length, as set out in Table 3.

Table 3. Annual benefit build-up and investment indicators (base case)

Benefit / indicator	Value (USD m/yr)	Basis
Maintenance savings	3.45	22 % \times \$15.7 m (\approx \$30k/km \times 523 km)
Time / inventory carrying savings	3.10	10 h dwell cut \times 15 m t \times carrying cost
Demurrage + misplacement reduction	2.50	41 % fewer misplacements; faster turnaround
Throughput / utilisation gain (≈ 2 %)	4.50	2 % \times 15 m t \times \$15/t net contribution
AI energy / fuel optimisation	1.00	traction-energy efficiency
Gross annual benefit (B)	14.55	sum of the above
less O&M	-5.20	8 % \times \$65 m
Net annual benefit	9.35	B - O&M

Calculations: Simple payback = $65 / 9.35 \approx 7.0$ years. Discounted payback ($r = 8\%$) ≈ 10.6 years. NPV over 15 years = $\sum 9.35 / (1.08)^t - 65 \approx +\text{USD } 15.0$ million; internal rate of return $\approx 11.6\%$. Under more optimistic throughput assumptions (3–4 % utilisation gain), simple payback compresses toward the 5–6-year range frequently cited for such systems.

Figure 2. Cost–benefit profile of a USD 65 m digital package (base-case scenario, 15-year horizon)

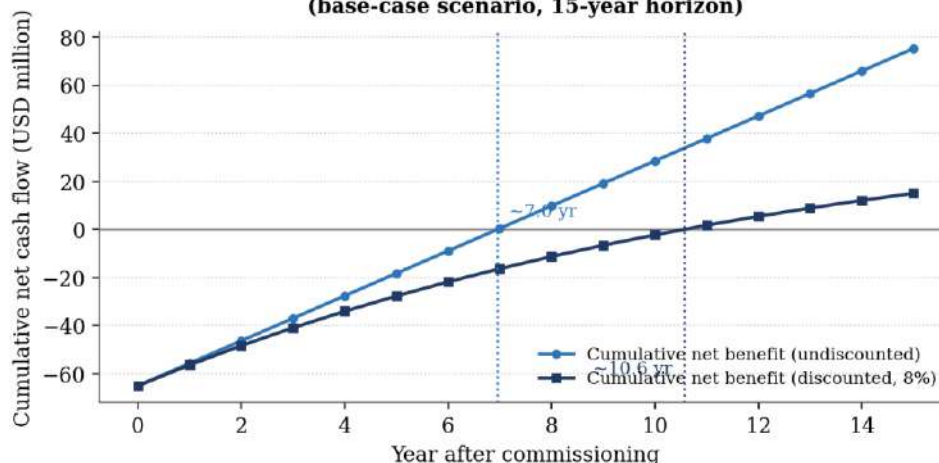


Figure 2. Cost–benefit profile of a USD 65 m digital package (base-case scenario, 15-year horizon).



4. REGIONAL LOGISTICS CONTEXT

The corridor’s competitiveness must be read against the logistics performance of its constituent states. In the 2023 World Bank Logistics Performance Index (LPI), which ranks 139 economies, China placed 19th (3.7), well ahead of the Central Asian partners: Kazakhstan 95th (2.7), Uzbekistan 107th (2.6), Tajikistan 124th (2.5) and Kyrgyzstan 133rd (2.3) [5, 9]. This gap (Figure 3) underscores both the scale of the modernisation challenge and the potential upside of digital infrastructure for the landlocked partner states.

Table 4. LPI 2023 – corridor states and benchmark (out of 139 economies)

Country	LPI 2023 score	Global rank
China (benchmark)	3.7	19
Kazakhstan	2.7	95
Uzbekistan	2.6	107
Tajikistan	2.5	124
Kyrgyzstan	2.3	133

Source: World Bank LPI 2023 [5, 9].

Figure 3. Logistics Performance Index 2023 - UKC corridor states and regional benchmarks (out of 139 economies)

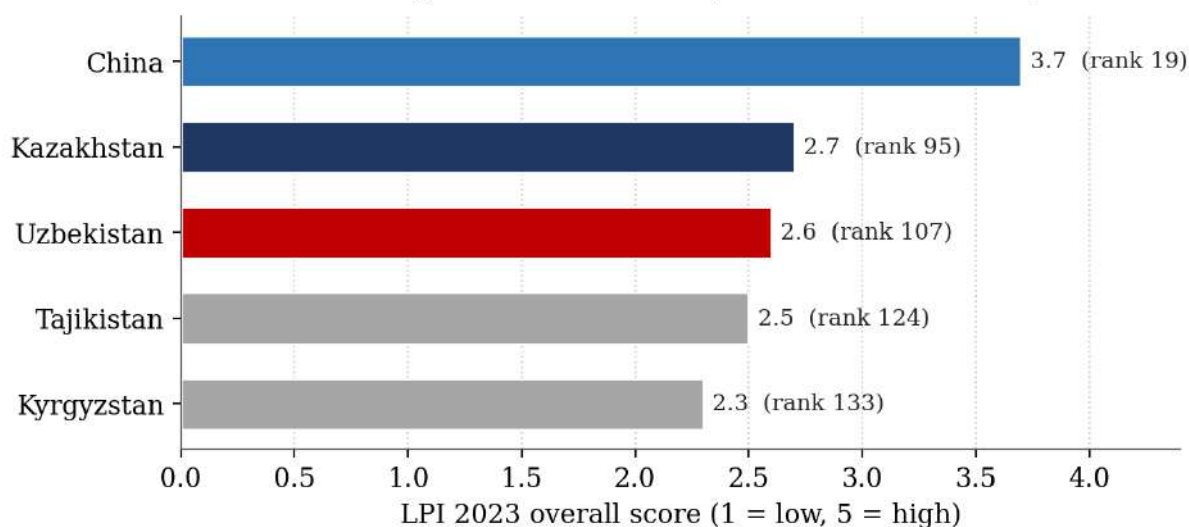


Figure 3. Logistics Performance Index 2023 for UKC corridor states and regional benchmarks.

The strategic value of the corridor lies in routing. Relative to the existing China–Central Asia connection through Kazakhstan, the UKC line is expected to shorten the China–Europe freight routing by roughly 900 km and reduce end-to-end transit by 7–8 days, while diversifying away from northern pathways (Figure 4) [2, 4]. For context, China–Kazakhstan rail freight reached a record of over 32 million tonnes in 2024 (a 13 % increase year-on-year), illustrating the latent demand the new corridor could capture [4].



Figure 4. China-Europe routing: existing corridor vs. UKC (illustrative)

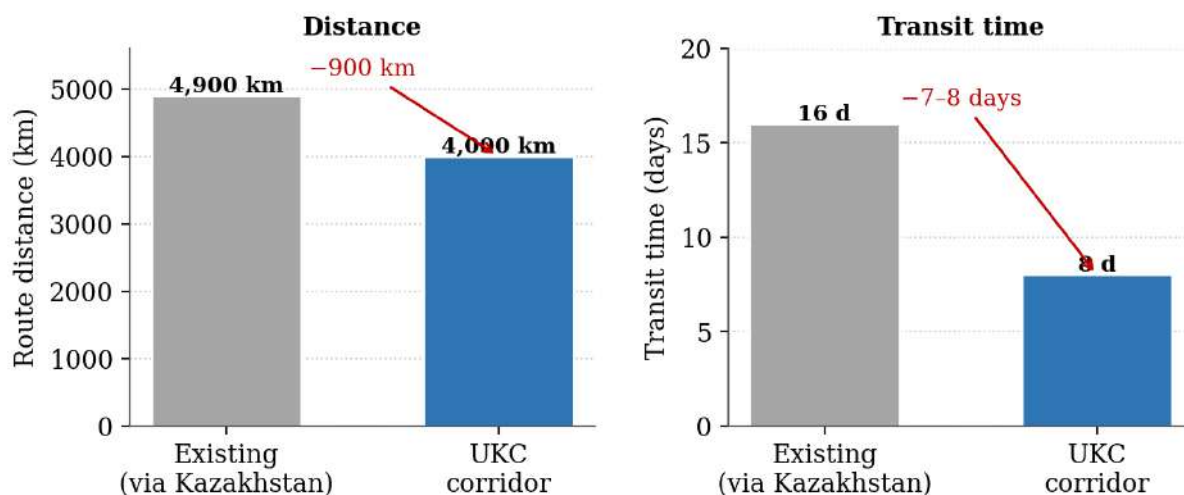


Figure 4. China–Europe routing: existing corridor versus UKC (illustrative).

5. DISCUSSION

The adoption of digital infrastructure on the UKC corridor presents a transformative opportunity for operational optimisation and regional competitiveness. While initial capital investment and capacity-building are required, the worked example indicates a positive net present value and an internal rate of return above typical financing costs, confirming long-term viability. Cross-border interoperability remains the central challenge: the break-of-gauge at Makmal and three distinct national administrations necessitate bilateral agreements on data governance, technical standards and shared digital identifiers for consignments.

The integration of AI for anomaly detection and real-time analytics can materially improve incident-response times and predictive asset management – particularly valuable given that some 40 % of the alignment runs over bridges and through tunnels, where structural monitoring is safety-critical. IoT sensors deployed at critical nodes offer high-resolution monitoring of cargo integrity, temperature, shock and vibration, all decisive for sensitive goods. Comparable deployments on the China–Kazakhstan corridor have been associated with double-digit gains in on-time delivery, while the Trans-Siberian Railway has demonstrated automated inspection of bridges and tunnels.

However, cybersecurity and digital sovereignty remain strategic concerns. The three states must develop robust frameworks for data sharing while retaining national control over critical digital assets. A federated data-exchange architecture – where each country controls its own node but exposes standardised interfaces – offers a pragmatic path that reconciles interoperability with sovereignty.

6. CONCLUSION

AI and IoT integration into the UKC railway corridor can drive a paradigm shift in Central Asian freight transportation. Enhanced visibility, reliability and efficiency would improve the corridor’s competitiveness against alternative routes and help the landlocked partner states close the logistics-performance gap evident in their LPI standings. The quantitative analysis suggests that a USD 65 million digital package is economically justified, with a base-case simple payback of about seven years and a positive 15-year NPV.

To realise these benefits, regional stakeholders must jointly invest in smart infrastructure, harmonise digital standards and implement resilient cybersecurity protocols.



Pilot programmes, international technical cooperation and public–private partnerships will be crucial in enabling this digital transformation.

REFERENCES

1. Times of Central Asia. Financing Agreement for China–Kyrgyzstan–Uzbekistan Railway Project Signed in Bishkek. 2025. URL: <https://timesca.com/financing-agreement-for-china-kyrgyzstan-uzbekistan-railway-project-signed-in-bishkek/>
2. The Diplomat. A Ceremonial Start to Construction of the China–Kyrgyzstan–Uzbekistan Railway. 2024. URL: <https://thediplomat.com/2024/12/a-ceremonial-start-to-construction-of-the-china-kyrgyzstan-uzbekistan-railway/>
3. Jamestown Foundation. China–Kyrgyzstan–Uzbekistan Railway Financing Loan Signed. 2026. URL: <https://jamestown.org/china-kyrgyzstan-uzbekistan-railway-financing-loan-signed/>
4. Caspian Policy Center. A New Link in Global Trade: The China–Kyrgyzstan–Uzbekistan Railway and Its Role in the Middle Corridor. 2025. URL: <https://caspianpolicy.org/research/middle-corridor/>
5. World Bank. Connecting to Compete: Logistics Performance Index (LPI) 2023. Washington, D.C., 2023.
6. Vlink / industry reviews of AI predictive maintenance in railways (cost –20–30 %, downtime –30–50 %). 2025. URL: <https://vlinkinfo.com/blog/ai-in-railways>
7. Risca D., Lourenço A., Marreiros G. Boosting-inspired online learning with transfer for railway predictive maintenance. arXiv:2504.08554, 2025.
8. Scientific Reports. An explainable machine-learning framework for railway predictive maintenance (Metro of Portugal). 2025. URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-025-08084-1>



TEMIR YO‘L TURIZMIDA INTEGRATSION SERVIS MODELINI SHAKLLANTIRISH VA “AFSONA” POYEZDINI TIJORIYLASHTIRISH YO‘NALISHLARI

Mansuraliyeva Balnura Nurbolat qizi

Toshkent davlat transport universiteti “Korporativ boshqaruv” kafedrasida talabasi
balnuramansuralieva@gmail.com

Masharipov Ma’sud Nu’monjonovich

Toshkent davlat transport universiteti
“Iqtisodiyot” fakulteti dekani, t.f.d., professor
uer_tashiit@mail.ru

Annotatsiya: Maqolada temir yo‘l turizmini oddiy tashish xizmati emas, balki transport, joylashtirish, ovqatlanish, ekskursiya va marketing elementlari birlashgan kompleks servis mahsuloti sifatida rejalashtirish yondashuvi asoslangan. “Afsona” turistik poyezdi misolida bozor sig‘imi, yuklanma koeffitsienti, narx darajasi va servis xarajatlari o‘rtasidagi bog‘liqlik tahlil qilindi. Hisob-kitoblar 2023–2025-yillarda temir yo‘l orqali tashilgan turistlar ulushi 1,26 foizdan 15,92 foizgacha oshganini, poyezd reysi xarajatlarining asosiy qismi servis xizmatlari hisobiga shakllanishini ko‘rsatdi. Natijalar turpaketni bosqichma-bosqich sotish, turoperatorlar bilan blok-o‘rinlar mexanizmini yo‘lga qo‘yish va mavsumiy narxlash orqali iqtisodiy barqarorlikni kuchaytirish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: temir yo‘l turizmi, integratsion servis, yuklanma koeffitsienti, turpaket, “Afsona” poyezdi, narx siyosati.

ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕГРАЦИОННОЙ СЕРВИСНОЙ МОДЕЛИ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТУРИЗМЕ И НАПРАВЛЕНИЯ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ПОЕЗДА «AFSONA»

Мансуралиева Балнур Нурболат кизи

студентка кафедры «Корпоративное управление» Ташкентского
государственного транспортного университета
balnuramansuralieva@gmail.com

Машарипов Маъсуд Нуъмонжонович

декан факультета «Экономика»
Ташкентского государственного транспортного университета,
доктор технических наук, профессор
uer_tashiit@mail.ru



Аннотация: В статье обоснован подход к развитию железнодорожного туризма как комплексного сервиса, объединяющего перевозку, размещение, питание, экскурсионную программу и продвижение туристического продукта. На примере поезда “Afsona” рассмотрена взаимосвязь между спросом, загрузкой, ценой билета и структурой расходов. Расчёты показывают, что доля туристов в железнодорожных перевозках в 2023–2025 годах выросла с 1,26% до 15,92%, а преобладающая часть затрат связана не с эксплуатацией подвижного состава, а с сервисным пакетом. Предложены меры по повышению устойчивости проекта: предварительная продажа турпакетов, блок-места для туроператоров, дифференциация цен по сезонам и контроль минимальной загрузки.

Ключевые слова: железнодорожный туризм, интеграционный сервис, коэффициент загрузки, турпакет, поезд «Afsona», ценовая политика.

FORMATION OF AN INTEGRATED SERVICE MODEL IN RAILWAY TOURISM AND COMMERCIALIZATION DIRECTIONS FOR THE “AFSONA” TRAIN

Mansuraliyeva Balnura Nurbolat qizi

Student, Department of Corporate Governance,
Tashkent State Transport University
balnuramansuralieva@gmail.com

Masharipov Ma’sud Nu’monjonovich

Dean of the Faculty of Economics
Tashkent State Transport University,
Doctor of technical Sciences, Professor
uer_tashiit@mail.ru

Annotation: The article substantiates railway tourism as an integrated service product combining transportation, accommodation, catering, sightseeing and marketing activities. Using the “Afsona” tourist train as a case, the relationship between market demand, occupancy, ticket price and cost composition is examined. The calculations show that the share of tourists in rail passenger traffic increased from 1.26% to 15.92% in 2023–2025, while most costs are generated by the service package rather than by train operation. Practical measures are proposed, including advance package sales, block-seat agreements with tour operators, seasonal pricing and minimum occupancy control.

Keywords: railway tourism, integrated service, occupancy ratio, travel package, “Afsona” train, pricing policy.



1. KIRISH

Turistik mahsulotning raqobatbardoshligi faqat manzilning tarixiy jozibadorligi bilan belgilanmaydi. Sayohatchi uchun marshrutning qulayligi, xizmatlarning bir joyda jamlanishi, vaqt yo‘qotishlarining kamayishi va xizmat sifati bo‘yicha oldindan aniq tasavvur mavjudligi ham muhim hisoblanadi. Shu sababli temir yo‘l turizmi shaharlararo tashish vositasi doirasidan chiqib, mehmonxona, ovqatlanish, ekskursiya va madaniy dasturlarni birlashtiruvchi servis platformasiga aylanishi mumkin.

O‘zbekiston sharoitida Toshkent, Samarqand, Buxoro va Xiva kabi xalqaro darajada tanilgan tarixiy markazlarning bitta halqali marshrutga bog‘lanishi “harakatlanuvchi mehmonxona” g‘oyasini amaliy jihatdan jozibador qiladi. Bunda turistlar kunduzgi vaqtda shaharlarda sayohat qiladi, tungi vaqtda esa poyezdda keyingi manzilga yetib boradi. Natijada mehmonxonaga qayta-qayta joylashish, yuklarni ko‘chirish va alohida transport izlash bilan bog‘liq tashkiliy yo‘qotishlar qisqaradi.

Maqolaning maqsadi – turistik poyezdni “transport–servis–marketing” zanjiri asosida tijoriylashtirish imkoniyatlarini baholash va “Afsona” poyezdi uchun iqtisodiy barqarorlikni ta‘minlaydigan amaliy yo‘nalishlarni ishlab chiqishdan iborat.

2. BOZOR TALABI VA TEMIR YO‘L TURIZMINING O‘SISH DINAMIKASI

Tahlil qilingan ma‘lumotlar temir yo‘l transportida turistik segmentning umumiy yo‘lovchi oqimiga nisbatan tezroq kengayayotganini ko‘rsatadi. 2023-yilda temir yo‘l orqali tashilgan turistlar soni 114,3 ming kishi bo‘lgan bo‘lsa, 2025-yilda bu ko‘rsatkich 1,59 mln. kishidan oshgan. Shu davrda turistlar ulushi 1,26 foizdan 15,92 foizgacha ko‘tarilgan. Bu o‘zgarish temir yo‘l turizmini alohida mahsulot sifatida loyihalash zaruratini kuchaytiradi.

1-jadvalda temir yo‘l tashuvlarida turistik oqimning asosiy ko‘rsatkichlari jamlangan.

1-jadval

Temir yo‘l orqali tashilgan turistlar bo‘yicha asosiy ko‘rsatkichlar

Yil	Jami yo‘lovchilar, kishi	Turistlar, kishi	Turistlar ulushi, %
2023	9 053 953	114 272	1,26
2024	9 809 692	1 200 105	12,23
2025	10 010 154	1 593 803	15,92

1-jadvaldan ko‘rinadiki, umumiy yo‘lovchi oqimining o‘shishi nisbatan barqaror bo‘lsa-da, turistlar sonining ko‘payishi keskin tus olgan. Bu holat turistik poyezd uchun potensial talab mavjudligini, ammo talabni yil davomida bir xil



darajada ushlab turish uchun marketing va turoperatorlar bilan hamkorlik mexanizmlari muhimligini ko'rsatadi.

3. TADQIQOT YONDASHUVI VA HISOBLASH ASOSLARI

Tadqiqotda turistik poyezd samaradorligi uchta o'zaro bog'liq blok orqali baholandi: birinchisi – talab va yuklanma koeffitsienti; ikkinchisi – turpaket narxi va daromad; uchinchisi – xarajatlar tarkibida transport hamda servis xarajatlarning nisbati. Bunday yondashuv poyezdni faqat lokomotiv va vagonlardan iborat tashish jarayoni sifatida emas, balki yakuniy iste'molchiga taklif qilinadigan xizmatlar majmui sifatida tahlil qilish imkonini beradi.

Hisob-kitoblarda 196 nafar turistga mo'ljallangan 4 kunlik turistik reys varianti asos qilib olindi. Xarajatlar tarkibi ikki yirik guruhga ajratildi: ekspluatatsion xarajatlar va servis-tashkiliy xarajatlar. Ushbu ajratish turistik poyezd iqtisodiyotida qaysi xarajat drayverlari ustunligini aniqlash uchun zarur.

2-jadvalda xarajatlar qayta guruhlangan holda berilgan.

2-jadval

Turistik reys xarajatlarning yirik guruhlar bo'yicha tarkibi

Xarajatlar guruhi	Tarkibiy elementlar	Miqdor, so'm	Ulush, %
Ekspluatatsion xarajatlar	lokomotiv-soat, lokomotiv-km, brigada-soat, vagon-soat, vagon-km, yoqilg'i-energetika resurslari	103 206 608	11,57
Servis va tashkiliy xarajatlar	xodimlar, poyezd taomlari, restoran taomlari, ekskursiya, marketing	788 750 000	88,43
Jami	Barcha xarajatlar	891 956 608	100,00

Qayta guruhlash natijasi shuni ko'rsatadiki, xarajatlarning asosiy qismi poyezd harakatining texnik xarajatlari emas, balki turistga taklif qilinadigan servis to'plami bilan bog'liq. Demak, loyiha foydaliligi nafaqat kilometr yoki vagon-soat me'yorlariga, balki servis paketi tarkibini oqilona shakllantirish, yetkazib beruvchilar bilan kelishuv narxlarini optimallashtirish va guruhli sotuvlar hajmiga ham bog'liq.

4. NATIJALAR: NARX, YUKLANMA VA FOYDALILIK O'RTASIDAGI BOG'LIQLIK

Poyezd to'liq band bo'lgan holatda chipta narxi oshgani sari reysdan olinadigan foyda ham to'g'ri proporsional ravishda ko'payadi. Biroq amaliy boshqaruvda eng yuqori narx doimo eng yaxshi yechim bo'lavermaydi, chunki narx oshishi talabni pasaytirishi va yuklanmani kamaytirishi mumkin. Shu sababli tijoriy qarorlar narx va kutilayotgan bandlikni birgalikda baholash orqali qabul qilinishi lozim.



3-jadval

100% yuklanma sharoitida turli narx stsenariylari

Chipta narxi, AQSh dollari	Daromad, AQSh dollari	Xarajat, AQSh dollari	Reys foydasi, AQSh dollari
400	78 400	71 356	7 044
500	98 000	71 356	26 644
600	117 600	71 356	46 244
700	137 200	71 356	65 844

Hisob-kitoblar to'liq bandlikda zararsizlik chegarasi taxminan 364 AQSh dollarini tashkil etishini ko'rsatadi. Shunga qaramay, amaliyotda xavfsiz narx oralig'i faqat xarajatlarni qoplashga emas, balki turistik bozordagi raqobat, xizmat sifati va mijoz segmentining to'lov qobiliyatiga ham mos bo'lishi kerak.

600 AQSh dollarlik turpaket narxi bo'yicha yuklanma sezgirligi 4-jadvalda ko'rsatilgan.

4-jadval

600 AQSh dollari narxda yuklanmaga bog'liq moliyaviy natija

Yuklanma, %	Turistlar soni	Daromad, AQSh dollari	Reys foydasi, AQSh dollari	36 reys bo'yicha yillik natija, AQSh dollari
50	98	58 800	-12 556	-452 016
60	118	70 800	-556	-20 016
70	137	82 200	10 844	390 384
80	157	94 200	22 844	822 384
90	176	105 600	34 244	1 232 784
100	196	117 600	46 244	1 664 784

Ushbu jadvaldan kelib chiqib, 600 AQSh dollari narxda loyiha 60 foizlik bandlikda deyarli zararsizlik nuqtasiga yaqinlashadi, 70 foizdan boshlab esa reys iqtisodiy jihatdan ijobiy natija bera boshlaydi. Demak, boshqaruvning minimal maqsadi 60–61 foizdan past bo'lmagan bandlikni kafolatlash, optimal maqsadi esa 75–85 foiz oralig'ida barqaror sotuv portfelini shakllantirish bo'lishi mumkin.

5. “AFSONA” POYEZDINI TIJORIYLASHTIRISH BO‘YICHA AMALIY YO‘NALISHLAR

Birinchi yo‘nalish – turpaketni oldindan sotish tizimini kuchaytirish. Turistik poyezd xarajatlarining katta qismi shartli doimiy xarakterga ega bo'lgani uchun reys boshlanishidan oldin minimal bandlik darajasini ta'minlash zarur. Bunda turoperatorlar bilan oldindan blok-o'rinlar bo'yicha shartnomalar tuzish, xorijiy



guruhlar uchun kvotalar ajratish va yirik mavsumlarda kafolatlangan buyurtmalarni shakllantirish maqsadga muvofiq.

Ikkinchi yo‘nalish – servis paketini segmentlarga ajratish. Barcha turistlarga bir xil xizmat to‘plamini taklif qilish o‘rniga “standart”, “komfort” va “premium” paketlarini shakllantirish daromadni diversifikatsiya qiladi. Masalan, asosiy paketga transport, yotoq joy va bazaviy ekskursiya kiritilishi, yuqori paketlarda esa maxsus ovqatlanish, gid xizmatlari, muzey chiptalari va suvenir dasturlari qo‘shilishi mumkin.

Uchinchi yo‘nalish – mavsumiy va dinamik narxlash. Yuqori talab davrida narxni oshirish, past mavsumda esa guruhli chegirmalar yoki qo‘shimcha xizmatlar bilan sotuvni rag‘batlantirish poyezdning yil davomida bir tekis yuklanishiga yordam beradi. Narx siyosati xarajatni qoplash formulasiga emas, balki talab elastikligi, bozor segmenti va xizmat sifati bilan uyg‘unlashgan holda belgilanadi.

To‘rtinchi yo‘nalish – mahalliy xizmat ko‘rsatuvchilar bilan kooperatsiyani tizimlashtirish. Restoran, ekskursiya, transport transferi, madaniy dastur va marketing bo‘yicha hamkorlar bilan uzoq muddatli kelishuvlar tuzilsa, servis xarajatlari prognozlanadi va poyezd mahsuloti sifati bir me‘yorda saqlanadi.

Beshinchi yo‘nalish – raqamli sotuv va monitoring. Onlayn bron qilish, real vaqt rejimida bandlikni kuzatish, sotuv kanallari kesimida tahlil yuritish va mijoz fikrlarini yig‘ish turistik mahsulotni tezkor boshqarish imkonini beradi. Bunday tizim marketing xarajatlarning qaytishini baholashda ham muhim ahamiyatga ega.

6. XULOSA

O‘zbekistonda temir yo‘l turizmining o‘sish sur‘ati turistik poyezdlarni alohida xizmat turi sifatida rivojlantirish uchun qulay sharoit shakllanayotganini ko‘rsatadi. 2023–2025-yillarda temir yo‘l orqali tashilgan turistlar ulushining keskin ko‘tarilishi “Afsona” kabi halqali turistik marshrutlarga bozor ehtiyoji mavjudligini tasdiqlaydi.

Tahlil natijalari turistik poyezd iqtisodiyotida asosiy xarajatlar lokomotiv va vagonlardan foydalanish bilan emas, balki servis, ovqatlanish, ekskursiya va marketing xizmatlari bilan bog‘liqligini ko‘rsatdi. Shuning uchun bunday loyihalarda samaradorlikni oshirish uchun faqat tashish xarajatlarni kamaytirish yetarli emas; servis paketini to‘g‘ri tuzish, hamkorlar bilan shartnomalarni optimallashtirish va bandlikni oldindan kafolatlash zarur.

600 AQSh dollari narx stsenariysi bo‘yicha reysning ijobiy moliyaviy natijasi 70 foiz va undan yuqori yuklanmada shakllanadi. Shu bois loyiha boshqaruvida minimal bandlik chegarasi, mavsumiy narxlash, turpaket segmentatsiyasi va turoperatorlar bilan blok-o‘rinlar mexanizmini joriy etish asosiy amaliy choralar sifatida tavsiya etiladi.



ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. O‘zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo‘mitasi ma’lumotlari:
<https://stat.uz/uz/matbuot-markazi/qo-mita-yangiliklar/66309-2025-jilda-zbekistonga-11-7-million-nafar-turist-kelgan-2>
2. O‘zbekiston Respublikasi Turizm qo‘mitasi ma’lumotlari:
<https://gov.uz/oz/uzbektourism>
3. RZD Tour rasmiy sayti: <https://rzd-tour.com/>
4. Belmond Venice Simplon-Orient-Express rasmiy sahifasi:
<https://www.belmond.com/trains/europe/venice-simplon-orient-express/>
5. Rocky Mountaineer rasmiy sayti: <https://www.rockymountaineer.com>



IMPROVING ORGANIZATIONAL-ECONOMIC MECHANISMS FOR SUSTAINABLE TOURISM DEVELOPMENT

Zaripov Tokhirjon Yusufboy ugli

Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti tayanch doktoranti

Orcid: 0009-0009-6801-4672

zaripovtokhirjon9@gmail.com

Annotation: This article explores the organizational-economic mechanisms of sustainable tourism development in the Republic of Uzbekistan and substantiates directions for their improvement. The study's relevance stems from the increasing role of tourism in economic diversification and the need to integrate sustainability principles into tourism governance during post-pandemic recovery. Using systemic and comparative analysis, SWOT analysis, economic-statistical methods, cluster modelling, and international benchmarking, the research identifies key shortcomings in tourism regulation based on 2019–2023 statistical data. A multi-level improvement model is proposed, including tourism clusters, green certification, public-private partnerships, and digitalized management. Findings suggest that implementing these measures could raise tourism's GDP contribution from 3.1% to 6.0% by 2030. The results hold practical significance for policymakers, regional authorities, and tourism stakeholders.

Keywords: sustainable tourism, organizational-economic mechanisms, tourism clusters, green certification, public-private partnership, Uzbekistan, digitalization of tourism, ecotourism.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА

Зарипов Тохиржон Юсуфбой угли

Докторант, Ташкентский государственный университет экономики

Orcid: 0009-0009-6801-4672

zaripovtokhirjon9@gmail.com

Аннотация: В статье исследуются организационно-экономические механизмы устойчивого развития туризма в Республике Узбекистан и обосновываются направления их совершенствования. Актуальность исследования обусловлена возрастающей ролью туризма в диверсификации экономики, а также необходимостью интеграции принципов устойчивости в систему управления туризмом в период постпандемийного восстановления. С использованием системного и сравнительного анализа, SWOT-анализа, экономико-статистических методов, кластерного моделирования и международного бенчмаркинга в исследовании выявлены ключевые недостатки в сфере регулирования туризма на основе статистических данных за 2019–2023 годы. Предложена многоуровневая модель



совершенствования, включающая туристические кластеры, «зелёную» сертификацию, государственно-частное партнёрство и цифровизированное управление. Полученные результаты свидетельствуют о том, что реализация данных мер может повысить вклад туризма в ВВП с 3,1 % до 6,0 % к 2030 году. Результаты исследования имеют практическую значимость для лиц, принимающих решения, региональных органов власти и заинтересованных сторон в сфере туризма.

Ключевые слова: устойчивый туризм, организационно-экономические механизмы, туристические кластеры, «зелёная» сертификация, государственно-частное партнёрство, Узбекистан, цифровизация туризма, экотуризм.

1. INTRODUCTION

Tourism has consistently ranked among the most dynamic sectors of the global economy, accounting for approximately 10.3% of world GDP and 330 million jobs prior to the COVID-19 pandemic [1]. However, the exponential growth of international tourist flows has increasingly exposed the structural tensions between economic imperatives and the ecological and socio-cultural carrying capacity of destination territories. This contradiction has catalysed a global paradigm shift toward sustainable tourism — a model that reconciles economic prosperity, environmental stewardship, and the preservation of local heritage and community wellbeing [2-4].

For countries in the post-Soviet space, particularly for Uzbekistan — home to UNESCO World Heritage Sites of global significance — the challenge is not merely to attract more visitors, but to design governance frameworks that translate tourism growth into broad-based socio-economic development while safeguarding the irreplaceable cultural and natural assets that generate that growth. The Republic of Uzbekistan has pursued an active tourism liberalisation agenda since 2017, introducing visa-free regimes for over 90 countries, establishing the Tourism Development Fund, and adopting the National Tourism Strategy 2025. These reforms have yielded measurable results: international arrivals recovered to 6.9 million in 2023, exceeding pre-pandemic levels for the first time [5-9].

Nevertheless, tourism's contribution to GDP remains at 3.1% — substantially below the government's target of 6.0% by 2030 — and significant structural weaknesses persist in the organizational-economic mechanisms governing the sector [6-10]. Academic discourse on Uzbekistan's tourism economy has largely focused on marketing and heritage management issues, leaving the institutional and economic governance architecture insufficiently theorised. This gap forms the central problematic of the present study.

The primary objective of this article is to conduct a systematic analysis of the current organizational-economic mechanisms of sustainable tourism development in Uzbekistan and to elaborate evidence-based recommendations for their improvement. Specific objectives include: (1) reviewing the theoretical landscape of sustainable tourism governance; (2) analysing empirical trends in Uzbekistan's tourism economy; (3) identifying institutional bottlenecks through SWOT and comparative analysis; (4) proposing a multi-level improvement model validated against international benchmarks.

The study contributes to the body of knowledge at the intersection of tourism economics, institutional theory, and regional development policy. Its findings are intended to be actionable for policymakers, regional development agencies, and tourism enterprises operating in transitional economies with rich cultural endowments.



2. LITERATURE REVIEW

2.1 Conceptual Foundations of Sustainable Tourism

The concept of sustainable tourism originates from the broader sustainability paradigm introduced in the Brundtland Report [16], defining sustainable development as meeting present needs without compromising future generations. The UNWTO adapted this concept to tourism, emphasising the balance of economic, social, and environmental impacts while addressing the needs of visitors, industry, environment, and host communities. Studies by Swarbrooke and Hall established the three core dimensions of tourism sustainability — economic, ecological, and socio-cultural. More recent research highlights governance as a fourth dimension, arguing that effective institutional structures are essential for translating sustainability principles into practice[10-15].

2.2 Organizational-Economic Mechanisms in Tourism Governance

The concept of organizational-economic mechanisms is widely used in post-Soviet institutional economics to describe regulatory instruments, organizational structures, incentives, and coordination systems governing economic interactions. In tourism, this includes state regulation, fiscal instruments, public-private partnerships, digital infrastructure, and territorial organization such as clusters and special economic zones. The cluster approach, developed by Porter (1998) and further applied in tourism studies by Nordin (2003), Novelli et al. (2006), and Jackson & Murphy (2006), highlights how geographically concentrated tourism networks create competitive advantages through knowledge exchange, shared infrastructure, and collective branding. International experience, including Italy, Costa Rica, and Portugal, demonstrates that cluster-based tourism development improves productivity, sustainability, and destination competitiveness.

2.3 Tourism Development in Central Asia and Uzbekistan

Research on tourism governance in Central Asia remains limited. Kantarci (2007) highlighted key regional challenges, including infrastructure deficits and destination image management. More recent studies by Ergashev (2020), Mirzaev & Tursunov (2021), and Rashidova (2022) examined Uzbekistan's tourism transformation, focusing on visa liberalisation and heritage tourism development. Nevertheless, a comprehensive analysis of the organizational-economic mechanisms of sustainable tourism development in Uzbekistan, combining quantitative sector data with comparative international evidence, remains lacking. This study addresses that gap through an empirical assessment of tourism dynamics (2019–2023) and an evaluation of institutional mechanisms against international benchmarks.

3. METHODOLOGY

3.1 Research Design and Philosophical Positioning

This study adopts a pragmatic research philosophy, employing a mixed-methods design that combines quantitative analysis of secondary statistical data with qualitative assessment of institutional mechanisms and comparative case analysis. The pragmatic stance is appropriate given the study's dual orientation: generating analytical insights about an empirical phenomenon (tourism sector performance) while producing actionable recommendations for policy improvement [20].

3.2 Data Sources

Primary quantitative data were sourced from: (1) the State Committee of the Republic of Uzbekistan on Statistics (official tourism sector data, 2019–2023); (2) the Tourism Development Fund of Uzbekistan (annual reports 2020–2023); (3) UNWTO Tourism Barometer (2019–2024); and (4) the World Economic Forum Travel and Tourism Competitiveness Index (2019, 2021, 2024). Qualitative data were drawn from regulatory



documents, national strategic planning documents, and published interviews with sector stakeholders.

3.3 Analytical Methods

The study employs the following analytical methods in an integrated framework. First, economic-statistical analysis was applied to characterise trends in key tourism sector indicators and to compute growth rates, structural shares, and performance ratios. Second, a structured SWOT analysis was conducted to systematically identify internal strengths and weaknesses and external opportunities and threats in the organizational-economic environment of Uzbekistan's tourism sector, drawing on both quantitative data and expert assessments. Third, comparative benchmarking was employed to evaluate Uzbekistan's tourism governance mechanisms against five international reference cases (Bhutan, Costa Rica, Tuscany/Italy, Georgia, and Kyoto/Japan) selected for their demonstrated success in integrating sustainability into tourism management. Fourth, cluster modelling principles were applied to evaluate the territorial organisation of tourism in Uzbekistan and to identify priority zones for cluster formation. Fifth, a multi-criteria prioritisation framework was used to rank proposed improvement mechanisms according to implementation feasibility, cost-effectiveness, and expected impact.

4. RESULTS

4.1 Tourism Sector Dynamics: 2019–2023

Table 1 presents the key performance indicators of Uzbekistan's tourism sector over the study period. The data reveal a pronounced COVID-19 shock in 2020, with tourist arrivals declining by 68.7% to 2.1 million and tourism's GDP share contracting from 2.8% to 1.1%. Recovery was robust, with arrivals returning to 6.9 million by 2023 — a 3.3% increase over the pre-pandemic level — driven by successful visa liberalisation and targeted promotional campaigns[16-20].

Table 1.

Key Sustainability Indicators of Uzbekistan's Tourism Sector, 2019–2023

Indicator	2019	2020	2021	2022	2023	Target 2030
Tourist arrivals (mln)	6.7	2.1	3.5	5.2	6.9	12.0
Tourism GDP share (%)	2.8	1.1	1.9	2.5	3.1	6.0
Green certified hotels	12	14	19	27	38	120
Heritage sites, UNESCO	4	4	4	4	4	8
Avg. tourist spend (USD)	410	290	330	380	445	700
Employment in tourism (k)	234	147	189	221	259	500
CO2 per tourist (kg)	68	71	70	67	63	40

*Source: State Committee of Uzbekistan on Statistics; Tourism Development Fund of Uzbekistan; UNWTO (2024). *Target values from National Tourism Strategy 2030.*



Positive trends are evident in green-certified hotels, which increased from 12 to 38 between 2019 and 2023, and in tourism employment, recovering to 259,000 jobs from a pandemic low of 147,000. Carbon intensity per tourist declined modestly from 68 to 63 kg CO₂, reflecting gradual greening of accommodation services, although remaining above the 2030 target of 40 kg. Average tourist expenditure reached USD 445, indicating progress toward higher value-added tourism, yet still below the target level of USD 700[20].

4.2 Analysis of Current Organizational-Economic Mechanisms

The analysis of existing mechanisms reveals a predominantly state-led governance model characterised by centralised investment planning, directive targets, and regulatory compliance frameworks. While this model has been effective in mobilising public investment in large-scale infrastructure (airports, heritage site restoration, road networks), it exhibits critical weaknesses in coordinating meso-level actors, stimulating private sustainability investment, and integrating communities into tourism value chains.

Table 2 presents a structured evaluation of the main organizational-economic mechanisms in operation, including their implementation level, expected impact, and assigned priority for improvement.

Table 2.

Organizational-Economic Mechanisms for Sustainable Tourism: Assessment and Priorities

Mechanism Type	Description	Implementation Level	Expected Impact	Priority
Public-Private Partnership	Joint investment in eco-infrastructure and heritage conservation	National / Regional	High	1
Green Certification System	Standardised eco-labels for accommodation & tour operators	National	High	1
Tourism Cluster Model	Territorial clusters linking transport, hospitality, culture	Regional	High	2
Digital Tourism Platform	Integrated booking, monitoring & analytics system	National	Medium	2
Community-Based Tourism	Revenue sharing with local communities	Local	Medium	3
Carbon Offset Mechanism	Mandatory carbon offsetting for large tourism businesses	National	Medium	3
Fiscal Incentives	Tax breaks for sustainability investments	National	High	1

Source: Compiled by the author based on regulatory documents, Tourism Development Fund reports (2023), and expert assessment.

4.3 SWOT Analysis of the Organizational-Economic Environment

Table 3 presents the results of the structured SWOT analysis of Uzbekistan's tourism governance environment. The analysis reveals a compelling strategic asset base — rich UNESCO-listed heritage, a strategic Silk Road location, and strong state commitment — offset



by institutional and infrastructural weaknesses that constrain the translation of assets into sustainable economic outcomes.

Table 3.

SWOT Analysis of Uzbekistan's Tourism Governance Environment

STRENGTHS	WEAKNESSES
Rich UNESCO heritage (Samarkand, Bukhara, Khiva) Strategic location on Silk Road corridor Growing state investment in tourism Diverse natural landscapes (mountains, deserts, steppes)	Limited eco-certified accommodation Weak tourism cluster integration Low digital infrastructure in rural areas Insufficient English-language guides
OPPORTUNITIES	THREATS
Post-pandemic 'revenge travel' demand surge Rising interest in authentic cultural experiences SCO and CIS tourism cooperation frameworks Growing Chinese and Gulf outbound travel markets	Climate change impact on heritage sites Over-tourism risk in historic cities Regional geopolitical instability Global recession affecting travel budgets

Source: Author's compilation based on WEF Tourism Competitiveness Index (2024), UNWTO data, and national strategic documents.

5. DISCUSSION

5.1 The Multi-Level Improvement Model

Based on empirical findings, SWOT analysis, and international benchmarking, this study proposes a three-level model for improving sustainable tourism governance in Uzbekistan. At the macro level, reforms focus on sustainability-based fiscal and regulatory incentives, including eco-certification tax benefits, Tourism Sustainability Bonds, and a Heritage Protection Fee to support conservation and local communities. At the meso level, the cluster approach is identified as a key development mechanism, with four priority zones proposed: the Historic Silk Road, Ecological Mountain, Fergana Valley Agro-Cultural, and Tashkent Business and MICE clusters. At the micro level, the model prioritises digital transformation through a unified national Tourism Digital Platform integrating booking, certification, visitor monitoring, and tax reporting, thereby reducing transaction costs, improving destination management, and strengthening sustainability compliance.

5.2 Limitations and Future Research

Several limitations of the present study should be acknowledged. First, the analysis is predominantly based on secondary data; a primary survey of tourism enterprise managers and regional administrators would enrich the findings and allow for more granular assessment of implementation barriers. Second, the proposed improvement model is developed at a conceptual level; subsequent research should develop detailed implementation roadmaps with costed action plans and measurable intermediate milestones. Third, the study focuses exclusively on inbound tourism; the domestic tourism sector, which plays a critical stabilising role in sustainable tourism economics, warrants separate analytical treatment.

6. CONCLUSIONS

This study examined the organizational-economic mechanisms of sustainable tourism development in Uzbekistan and identified evidence-based directions for their improvement. The findings show that while the tourism sector has recovered strongly from the COVID-19 shock, structural gaps remain in GDP contribution, sustainability certification, carbon intensity,



and tourist expenditure, limiting progress toward 2030 targets. The current governance framework reflects strong state involvement but weak meso-level coordination, fragmented territorial management, limited fiscal sustainability incentives, and insufficient digital infrastructure. Comparative benchmarking with Bhutan, Costa Rica, Tuscany, Georgia, and Kyoto demonstrates the relevance of adaptable mechanisms such as eco-certification, tourism clusters, visitor management systems, and integrated digital platforms. Accordingly, a three-level governance model is proposed to strengthen coordination among state, private, and community actors across macro, meso, and micro levels. Full implementation could raise tourism's GDP contribution to 6.0% by 2030, create around 500,000 jobs, and reduce the sector's carbon footprint. The study recommends prioritising a feasibility assessment of the proposed model within Uzbekistan's post-2025 tourism strategy and engaging international partners for technical and financial support.

REFERENCES

1. Bien, A. (2006). *A Simple User's Guide to Certification for Sustainable Tourism and Ecotourism*. Washington, DC: Center for Ecotourism and Sustainable Development.
2. Bramwell, B., Higham, J., Lane, B., & Miller, G. (2017). Twenty-five years of sustainable tourism and the *Journal of Sustainable Tourism: looking back and moving forward*. *Journal of Sustainable Tourism*, 25(1), 1–9.
3. Bramwell, B., & Lane, B. (2011). Critical research on the governance of tourism and sustainability. *Journal of Sustainable Tourism*, 19(4–5), 411–421.
4. Buckley, R. (2002). Tourism eco-labels. *Annals of Tourism Research*, 29(1), 183–208.
5. Creswell, J.W., & Plano Clark, V.L. (2018). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (3rd ed.). Thousand Oaks: SAGE Publications.
6. Ergashev, B. (2020). Tourism development in Uzbekistan: from isolation to integration. *Central Asian Survey*, 39(2), 218–236.
7. Font, X. (2002). Environmental certification in tourism and hospitality: progress, process and prospects. *Tourism Management*, 23(3), 197–205.
8. Hall, C.M. (2011). Policy learning and policy failure in sustainable tourism governance: from first- and second-order to third-order change? *Journal of Sustainable Tourism*, 19(4–5), 649–671.
9. Honey, M., & Stewart, E. (2002). The evolution of green standards for tourism. In M. Honey (Ed.), *Ecotourism and Certification: Setting Standards in Practice* (pp. 33–71). Washington, DC: Island Press.
10. Hooghe, L., & Marks, G. (2003). Unraveling the central state, but how? Types of multi-level governance. *American Political Science Review*, 97(2), 233–243.
11. Inshakov, O.V. (2003). *Economic genetics as the basis of evolutionary economics*. Volgograd: Volgograd State University Press. [In Russian]
12. Jackson, J., & Murphy, P. (2006). Clusters in regional tourism: an Australian case. *Annals of Tourism Research*, 33(4), 1018–1035.
13. Kantarci, K. (2007). Perceptions of foreign investors in the tourism sector facing Central Asia in the Caucasus region. *Tourism Management*, 28(2), 503–512.
14. Kleiner, G.B. (2012). *Mesoeconomics of development*. Moscow: Nauka. [In Russian]
15. Mirzaev, A., & Tursunov, B. (2021). Post-pandemic recovery of Uzbekistan's tourism sector: policy responses and structural challenges. *Regional Science Policy & Practice*, 13(4), 1024–1041.



-
16. Nordin, S. (2003). *Tourism Clustering and Innovation: Paths to Economic Growth and Development*. Östersund: European Tourism Research Institute.
 17. Novelli, M., Schmitz, B., & Spencer, T. (2006). Networks, clusters and innovation in tourism: a UK experience. *Tourism Management*, 27(6), 1141–1152.
 18. OECD. (2022). *Tourism Trends and Policies 2022*. Paris: OECD Publishing.
 19. Ostrom, E. (2010). Beyond markets and states: polycentric governance of complex economic systems. *American Economic Review*, 100(3), 641–672.
 20. Porter, M.E. (1998). Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*, 76(6), 77–90.



СОДЕРЖАНИЕ

Ametova E.K., Mansurova M.O.

Elektr markazlashtirish tizimlari uchun vaqt kechikishini ta'minlovchi qurilmalar statistik tahlili..... 3

Рохатова С.Т., Арипов Н.М.

“Бошқариш тизимларининг элементлари ва қурилмалари” фанидан дастурлаш тилларида дастурий воситалар яратиш технологияси..... 7

Авазёзова М.М., Арипов Н.М.

Интеграция почтовых вагонов в составы грузовых поездов как инструмент повышения эффективности международных транспортных коридоров..... 12

Rahmanov U.

Quvuro'tkagichlarning gruntlar bilan o'zaro bo'ylama ta'sirini tajriba o'tkazish usullarini o'rganish va tahlil qilish 17

Buriev Sh.

Digital infrastructure and smart monitoring systems on the ukc railway: Prospects for ai and IOT integration..... 24

Mansuraliyeva B.N., Masharipov M.N.

Temir yo'l turizmida integratsion servis modelini shakllantirish va “Afsona” poyezdini tijoriylashtirish yo'nalishlari..... 31

Zaripov T.Y.

Improving organizational-economic mechanisms for sustainable tourism development..... 38

Редакционная коллегия:

Главный редактор:

Суюнбаев Ш.М., доктор технических наук, профессор

Члены редколлегии:

Махаматалиев И.М., доктор технических наук, профессор

Цой В.М., доктор технических наук, профессор

Примова А.Х., доктор технических наук, профессор

Машиарипов М.Н., доктор технических наук (DSc), профессор

Зайниддинов Н.С., доктор технических наук (DSc), доцент

Аббазимов Ш.Х., доктор технических наук, доцент

Бердимуратов М.К., кандидат физико-математических наук, профессор

Телебаев Г.Т., доктор философских наук, профессор

Сауханов Ж.К., доктор экономических наук, профессор

Тажигулова Г.О., доктор педагогических наук, доцент

Кобулов Ж.Р., кандидат технических наук, профессор

Ильясов А.Т., доктор технических наук (DSc), профессор

Мухаммадиев Н.Р., доктор технических наук (DSc), доцент

Расулов М.Х., кандидат технических наук, профессор

Худайбергенов С.К., кандидат технических наук, профессор

Болтаев С.Т., кандидат технических наук, профессор

Якубов М., кандидат технических наук, профессор

Бутунов Д.Б., кандидат технических наук (PhD), профессор

Тургунбаев У.Ж., кандидат технических наук, доцент

Адилова Н.Д., кандидат технических наук (PhD)

Амандиков М.А., кандидат технических наук, доцент

Асаматдинов М.О., кандидат технических наук (PhD), доцент

Жумаев Ш.Б., кандидат технических наук (PhD), доцент

Кидирбаев Б.Ю., кандидат технических наук (PhD), доцент

Хусенов У.У., кандидат технических наук (PhD), доцент

Абдуллаев Ж.Я., кандидат технических наук (PhD)

Буриев Ш.Х., кандидат технических наук (PhD), доцент

Тургаев Ж.А., кандидат технических наук (PhD), доцент

Насиров И.З., кандидат технических наук (PhD), доцент

Сабуров Х.М., кандидат технических наук (PhD), доцент

Пурханатдинов А.П., кандидат технических наук (PhD)

Пахратдинов А.А., кандидат технических наук (PhD)

Адилова Н.Д., кандидат технических наук (PhD)

Тургунбаева Ж.Р., кандидат технических наук (PhD)

Юсупов А.К., кандидат технических наук (PhD)

Абдукадиров С.А., кандидат технических наук (PhD)

Каримова А.Б., кандидат технических наук (PhD)

Бердибаев М.Ж., кандидат технических наук (PhD)

Зокиров Ф.З., кандидат технических наук (PhD)

Уразбаев Т.Т., кандидат технических наук (PhD)

Турсунов Т.М., кандидат технических наук (PhD)

Нафасов Ж.Х., кандидат технических наук (PhD)

Бахтеев Э.М., кандидат технических наук (PhD)

Лесов А.Т., кандидат технических наук (PhD)

Косимова К.А., кандидат технических наук (PhD)

Рахмонов Б.Б., кандидат технических наук (PhD)

Жумабаев Д.М., кандидат технических наук (PhD)

Наженов Д.Я., кандидат технических наук (PhD)

Каюмов Ш.Ш., кандидат технических наук (PhD)

Рахмонбердиев А.А., кандидат технических наук (PhD)

Кенжалиев М.К., кандидат технических наук (PhD)

Кутлумуратов Ж.Дж., кандидат технических наук (PhD)

Шнекеев Ж.К., кандидат архитектурных наук (PhD), доцент

Мырзатаев С.М., кандидат экономических наук (PhD)

Маденова Э.Н. кандидат экономических наук (PhD), доцент

Ешинязов Р.Н., кандидат экономических наук (PhD), доцент

Джуманова А.Б., кандидат экономических наук, доцент

Омонов Б.Н., кандидат экономических наук, доцент

Закимов М.А. кандидат экономических наук (PhD)

Алланазаров У.З., кандидат экономических наук (PhD)

Раимов Г.Ф., кандидат педагогических наук, доцент

Тилаев Э.Р., кандидат исторических наук, доцент

Суюнова З.С., кандидат сельскохозяйственных наук

Яхьяев Б.С., кандидат сельскохозяйственных наук

Отв. ред. Ш.М. Суюнбаев