

ISSN: 3005-4974 E-ISBN: 3005-4966

Л.Б. ГОНЧАРОВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ АВТОМОБИЛЬ-ЖОЛ ИНСТИТУТЫ

KAZAKH AUTOMOBILE AND ROAD INSTITUTE NAMED L.B. GONCHAROV

КАЗАХСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ им. Л.Б. ГОНЧАРОВА

ХАБАРШЫ



№1(9)
2025

Қазақстан Республикасы
Алматы

УДК 378

ББК 74.58

И 38

ISBN: 978-601-7783-068

ISSN: 3005-4974

E-ISSN:3005-4966

**Л.Б. ГОНЧАРОВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ АВТОМОБИЛЬ-ЖОЛ ИНСТИТУТЫНЫң
ХАБАРШЫСЫ**

BULLETIN OF KAZAKH AUTOMOBILE AND ROAD INSTITUTE

ВЕСТНИК АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНОГО ИНСТИТУТА им. Л.Б. ГОНЧАРОВА

Журнал 2023 жылдан бастап шығады

Journal has been publishing since 2023

Журнал издается с 2023 года

Жылына 4 рет шығады

Quarterly journal

Выходит 4 раза в год

Бас редакторы / Chief Editor / Главный редактор:

Н.Е. Бектурганова, х.ғ.к. N.Ye. Bekturbanova, Cand. of Chem. Sciences /
Н.Е. Бектурганова, к.х.н.

Редакция алқасы / Editorial Team / Редакционная коллегия:

Ғылыми редактор / Scientific Editor / Научный редактор

т.ғ.к. С.Н. Киялбай / S.N. Kiyalbay Cand. Tech. Sci. / к.т.н. С.Н. Киялбай
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3880-2773>. E-mail: sanina8@mail.ru

Техникалық редактор / Technical Editor / Техникалық редактор

М.Ә. Канибекова / M.A. Kanibekova / М.Ә. Канибекова

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2384-0398>. E-mail: m.kanibekova1@gmail.com.

Алқа мүшелері / Members of Team / Члены редколлегии

Ә.Қ.Киялбаев, т.ғ.д.профессор (Қазақстан) / Abdy Kiyalbayev, Dr. Tech. Sciences /

Ә.Қ.Киялбаев, д.т.н., профессор (Қазақстан)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3068-3856>. E-mail: abdi-ki@mail.ru

Ш.А.Паркиев, PhD (Өзбекстан) / Parkiev Sh.A., PhD (Uzbekistan) / Паркиев Ш.А.,
PhD (Узбекистан)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5867-7968>. E-mail: sharofiddin2306@mail.ru

С. Гусев, электромеханиқалық инженерия докторы (Бельгия) / S. Gusev, Doctor in
Electromechanical Engineering (Belgium) / С. Гусев, доктор электромеханики (Бельгия)

ORCID ID: 0000-0002-0778-3162. E-mail: sergei.gusev@ugent.be

О.Ж. Рабат, т.ғ.д.(Қазақстан) / Rabat OZh, Dr. Tech. Sciences (Kazakhstan) / Рабат О.Ж.,
к.т.н. (Казахстан)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1758-6621>. E-mail: rabat747@mail.ru

С.В.Савельев, т.ғ.д. профессор (Ресей) / S.V. Savelyev, Dr. Tech. Sciences (Russia) /
С.В.Савельев, д.т.н. (Россия)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4034-2457>. E-mail: saveliev_sergval@mail.ru

Б.Б.Телтаев, т.ғ.д. профессор (Қазақстан) / B. B. Teltaev, Dr. Tech. Sciences (Kazakhstan) /
Тельтаев Б.Б., д.т.н. профессор (Казахстан)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8463-9965>. E-mail: bagdatbt@yahoo.com.

Ж.Ж.Тургумбаев, т.ғ.д. профессор (Кыргызстан) / Zh.Zh. Turgumbaev, Dr. Tech. Sciences
(Kyrgyzstan) / Тургумбаев Ж.Ж., д.н. профессор (Кыргызстан)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6151-3083>. E-mail: t_jenish@mail.ru

А.Турдалиев, т.ғ.д. профессор (Қазақстан) / A. Turdaliev, Dr. Tech. Sciences (Kazakhstan) /
А.Турдалиев, к.т.н. профессор (Казахстан)
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4092-3507>. E-mail: turdaliyeva@mail.ru.

Р.Ж.Калгулова, ә.ғ.к. (Қазақстан) / R.Zh. Kalgulova, Cand. Econ. Sciences (Kazakhstan) /
Калгулова Р.Ж., к.э.н. (Казахстан)
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3636-4688>. E-mail: kalgulova.roza@mail.ru.

Д.Е. Елемес, т.ғ.к. (Қазақстан) / D.E. Yelemes Cand. Tech. Sciences (Kazakhstan) / Д.Е. Елемес,
к.т.н. (Казахстан)
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-5645-1481>. E-mail: elemes-darkhan@yandex.ru

Редакция мекен жайы:

Л.Б. Гончаров атындағы
Қазақ автомобиль-жол
институті
050061 Қазақстан
Республикасы, Алматы қ.,
Райымбек д-лы, 415B
Tel.: 8(727) 276 36 09,
внутр. 129
E mail:
vestnik_kazadi@mail.ru

Address:

Kazakh Automobile and Road
Institute named after
L.B. Goncharov
415B Raimbek Ave.,
Almaty, 050061,
Republic of Kazakhstan
Tel.: 8(727) 276 36 09,
внутр. 129
E-mail:
vestnik_kazadi@mail.ru

Адрес редакции:

Казахский автомобильно-
дорожный институт
им. Л.Б.Гончарова
050061, Республика
Казахстан, г. Алматы,
пр-т Райымбека, 415B
Tel.: 8(727) 276 36 09,
внутр. 129
E mail:
vestnik_kazadi@mail.ru

Журнал Қазақстан Республикасының Ақпарат және Қоғамдық даму министрлігінде
тіркелген

N KZ 14VPY00047598-05.04.2022

© Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институті, 2024

The journal is registered by the Ministry of Information and Social Development
of the Republic of Kazakhstan N KZ 14VPY00047598-05.04.2022

©Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, 2024

Журнал зарегистрирован в Министерстве информации и общественного развития
Республики Казахстан N KZ 14VPY00047598-05.04.2022

© Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, 2024

МАЗМУНЫ - СОНТЕНТ - СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИКАЛЫҚ ФЫЛЫМДАР. СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС /

TECHNICAL SCIENCES. ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION /

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

Бондарь И.С., Нугуманов Н.К. Экспериментальные исследования количественных связей в системе нормирования ровности дорожных покрытий 6

Ким А.И., Пак С.С., Фролов А.А., Тулегенов М.Е., Хаирнасов А.С. Инновационные решения капитального ремонта, прямоугольных водопропускных труб и малых мостов, на автомобильных дорогах 20

КӨЛЛК ҚЫЗМЕТІ. ИНЖЕНЕРИЯ ЖӘНЕ ИНЖЕНЕРЛІК ІС /

TRANSPORTATION SERVICES. ENGINEERING /

ТРАНСПОРТНЫЕ УСЛУГИ. ИНЖЕНЕРИЯ И ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО

Мурзахметова У.А., Ткачук М.Г., Никоненко А.Н. Исследование отказов элементов автомобилей и использования запасных частей 31

АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР /

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES /

ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Мажит З.С., Бекмуханбетова Ш.А., Канибекова М.Э., Карлинская М.А. 41
Междисциплинарные связи при обучении информационно-коммуникационным технологиям на иностранном языке

БИЗНЕС ЖӘНЕ БАСҚАРУ / BUSINESS AND MANAGEMENT /

БИЗНЕС И УПРАВЛЕНИЕ

Бочарова Н.А., Яровий И.О. Историческое развитие мультикультурного 51
управления: от торговых путей до современных стратегий

Экспериментальные исследования количественных связей в системе нормирования ровности дорожных покрытий

*Бондарь И.С., Нугуманов Н.К.

ALT Университет имени Мухамеджана Тынышпаева, Алматы, Республика Казахстан

*Автор-корреспондент e-mail: ivan.sergeevich.08@mail.ru

Аннотация

В данной статье были рассмотрены теоретические и практические аспекты применения толчкомеров ТХК-2ЭД (конструкция АО Дортехника), ТХК-2, ТЭД, ТЭД-2, ТЭД-2М, ИВП-1 (конструкции КаздорНИИ), для оценки ровности автомобильных дорог, а также проанализированы их технические возможности и преимущества перед традиционными методами измерений. Приведены подробные схемы для ознакомления с конструкцией толчкомера ТХК-2ЭД, измерителя ровности ВРР и механической части толчкомера ИВП-1М. Подробно описаны этапы проведения экспериментальных работ и требования, предъявляемые к участкам дорог при их выборе. На выбранных четырех участках дорог были проведены сравнительные испытания толчкомеров по параметрам интенсивности рассеивания показаний, относительной погрешности и достоверности результатов. На основании результатов измерений выполнен расчет нормы времени на 1 км дороги при одинаковых значениях и числе измерений. По полученным данным определялась производительность прибора с учетом использования времени в течение смены. Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки и внедрения современных методик диагностики дорожной инфраструктуры, способных не только фиксировать текущее состояние дорожного покрытия, но и прогнозировать его изменения в процессе эксплуатации.

Ключевые слова: ровность, дорожная одежда, толчокмер, диагностика дорожной инфраструктуры.

Информация об авторах:

Бондарь И.С. Кандидат технических наук ВАК РФ, Ph. D МОН РК, ассоциированный профессор (доцент) МНиВО РК, ассоциированный профессор, кафедра «Архитектурно-строительная инженерия», ALT Университет имени Мухамеджана Тынышпаева, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7376-5643>. E-mail: ivan.sergeevich.08@mail.ru.

Нугуманов Н.К. магистрант образовательной программы 7М07159 – «Транспортные сооружения», кафедра «Архитектурно-строительная инженерия», ALT Университет имени Мухамеджана Тынышпаева, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-7882-2800>. E-mail: nurzhan.nugumanov85@mail.ru

Техникалық ғылымдар. Сәулет және құрылыш

DOI: [10.63377/3005-4966.1-2025-01](https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2025-01)

ӘОЖ: 625.5

FTAMP: 67.17.23

Жол жабындарының тегістігін нормалау жүйесіндегі сандық байланыстарды эксперименттік зерттеу

*Бондарь И.С., Нұғыманов Н.Қ.

Мұхамеджан Тынышпаев атындағы АЛТ университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы

*Автор-корреспондент e-mail: ivan_sergeevich_08@mail.ru

Түйіндеме

Бұл мақалада автомобиль жолдарының тегістігін бағалау үшін ТХК-2 ЭД (Дортехника ақ конструкциясы), ТХК-2, ТЭД, ТЭД-2, ТЭД-2, ТЭД-2м, ИВП-1 (ҚазжолГЗИ конструкциялары) итергіш өлшегіштерді қолданудың теориялық және практикалық аспектілері қарастырылды, сондай-ақ олардың техникалық мүмкіндіктері мен дәстүрлі өлшеу әдістеріне қарағанда артықшылықтары талданды. ТХК-2 бірлік итергіштің, BPR тегістігін өлшегіштің және ИВП-1м итергішінің механикалық бөлігінің дизайны мен танысу үшін егжей-тегжейлі схемалар келтірлген. Эксперименттік жұмыстарды жүргізу кезеңдері және оларды таңдау кезінде жол участкеріне қойылатын талаптар егжей-тегжейлі сипатталған. Таңдалған төрт жол участкесінде көрсеткіштердің таралу қарқындылығы, салыстырмалы қателік және нәтижелердің сенімділігі параметрлері бойынша итергіш өлшегіштерге салыстырмалысын ақтап жүргізілді. Өлшеу нәтижелерінің негізінде бірдей мән дермен өлшеулер саны бар жолдың 1км уақыт нормасын есептеу орындалды. Алынған мәліметтер бойынша ауысым кезінде уақытты пайдалануды ескере отырып, құрылғының өнімділігі анықталды. Зерттеудің өзектілігі жол инфрақұрылымын диагностикалаудың қазіргі заманғы әдістерін әзірлеу және енгізу қажеттілігіне байланысты, олар жол жабындының қазіргі жағдайын жазыпқана қоймай, оның жұмыс процесінде өзгеруін болжай алады.

Түйін сөздер: тегістік, жол киімі, итергіш өлшегіш, жол инфрақұрылымын диагностикалау.

Макала келді:
12 желтоқсан 2024
Сараптамадан өтті:
25 желтоқсан 2024
Қабылданды:
05 наурыз 2025

Бондарь И.С.

Авторлар туралы ақпарат:

Техника ғылымдарының кандидаты, Ресей Федерациясының Жогары аттестаттау комиссиясы, ф.г.к. Д Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі, доцент (доцент) Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі, Мұхамеджан Тынышпаев атындағы АЛТ университетінің «Сәулет-құрылыш инженериясы» кафедрасының доценті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7376-5643>. E-mail: ivan_sergeevich_08@mail.ru.

Нұғыманов Н.Қ.

Мұхамеджан Тынышпаев атындағы АЛТ университеті «Сәулет-құрылыш инженериясы» кафедрасы 7М07159 – «Көлік құрылымдары» білім беру бағдарламасының магистранты, Алматы қ., Қазақстан Республикасы. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-7882-2800>. E-mail: nurzhan.nugumanov85@mail.ru

DOI: [10.63377/3005-4966.1-2025-01](https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2025-01)**UDC:** 625.5**IRSTI:** 67.17.23

Experimental studies of quantitative relationships in the system of rationing the evenness of road surfaces

***Bondar I.S., Nugumananov N.K.**

ALT University named after Mukhamedzhan Tynyshpayev, Almaty, Republic of Kazakhstan

*Corresponding author e-mail: ivan_sergeevich_08@mail.ru

Abstract

This article discusses the theoretical and practical aspects of the use of pushmeters THK-2 ED (designed by JSC Dortechnika), THK-2, TED, TED-2, TED-2M, IVP-1 (designed by KazdorNIA), to assess the evenness of highways, and analyzes their technical capabilities and advantages over traditional measurement methods. Detailed diagrams are provided for familiarization with the design of the THK-2ED pushmeter, the BPR flatness meter and the mechanical part of the IVP-1M push meter. The stages of experimental work and the requirements for road sections when choosing them are described in detail. Comparative tests of shock meters were carried out on the selected four road sections in terms of the intensity of scattering of readings, relative error and reliability of the results. Based on the measurement results, the calculation of the time limit per 1 km of road was performed with the same values and number of measurements. Based on the data obtained, the performance of the device was determined, taking into account the use of time during the shift. The relevance of the research is due to the need to develop and implement modern diagnostic techniques for road infrastructure that cannot only record the current condition of the road surface, but also predict its changes during operation.

Keywords: evenness, road clothes, push meter, diagnostics of road infrastructure.

Received:
12 December 2024
Peer-reviewed:
25 December 2024
Accepted:
05 March 2025

Bondar I.S.**Information about authors:**

Candidate of Technical Sciences, Higher Attestation Commission of the Russian Federation, Ph. D Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Associate Professor (Associate Professor) of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Associate Professor, Department of Architectural and structural engineering, ALT University named after Mukhamedzhan Tynyshpayev, Almaty, Republic of Kazakhstan, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7376-5643>. E-mail: ivan_sergeevich_08@mail.ru

Nugumanov N.K.

Master's student of the educational program 7M07159 – "Transport Structures", Department of "Architectural and structural engineering", ALT Mukhamedzhan Tynyshpayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-7882-2800>. E-mail: nurzhan.nugumanov85@mail.ru

Введение

Качество дорожного покрытия является критическим фактором безопасности и комфорта транспортных перевозок. Одним из ключевых параметров оценки состояния автомобильных дорог служит их ровность – важнейшая характеристика, напрямую влияющая на условия движения транспортных средств, их техническое состояние и безопасность пассажиров.

Ровность асфальтобетонных дорог напрямую связана со свойствами асфальтобетонной смеси. Основные факторы: Гранулометрический состав - оптимальный подбор размеров щебня, песка и минерального порошка; Вязкость битума - определяет связность компонентов смеси, влияет на способность материала равномерно распределяться; Температура укладки - должна обеспечивать качественное уплотнение, влияет на однородность поверхности; Содержание битума - избыток или недостаток битума ухудшает ровность, оптимальное количество обеспечивает гладкость покрытия; Качество минеральных материалов – чистота, форма зерен, прочность. Эти характеристики определяют конечное качество дорожного покрытия [1-4].

В современной диагностике дорожного полотна всё большую популярность приобретают инновационные методы измерения ровности с использованием толчкомеров – высокоточных измерительных устройств, позволяющих объективно и оперативно оценивать геометрические параметры дорожного покрытия [5-9]. Эти приборы обеспечивают детальную регистрацию микропрофиля дороги, выявляя мельчайшие неровности, которые могут быть незаметны при визуальном осмотре [10-12].

Структура и методика экспериментальных работ определяется спецификой количественных связей, которые требовалось установить: 1. Обоснование базового толчкомера с выполнением экспериментальных исследований по: - влиянию нагрузки в кузове базового автомобиля на показание толчкомера; - влиянию скорости движения базового автомобиля на показание толчкомера. 2. Установление связи между показаниями базового толчкомера и бампингинтегратора Farnell. 3. Установление зависимости перехода показаний базового толчкомера к международному индексу ровности IRI. 4. Экспериментальные исследования ровности дорожных покрытий с визуальной оценкой их состояния по наличию деформаций.

Методы

Полевые экспериментальные работы

Первым этапом полевых работ являлись сопоставительные испытания существующих толчкомеров с целью выбора базовой конструкции. С этой целью были выбраны 9 участков дорог, на которых выполнялись измерения ровности толчкомерами, установленными на базовом автомобиле УАЗ3-22069.

Вторым этапом полевых работ являлось исследование влияния нагрузки в кузове автомобиля на показание толчкомера. Были выбраны 6 участков дорог, на которых выполнялись измерения ровности при различном нагружении базового автомобиля - от 1,5 до 8 кН.

На третьем этапе исследовался вопрос влияния скорости движения автомобиля на показание толчкомера. На 9-ти участках дорог с диапазоном неровностей от 50 до 320 см/км при различной скорости от 10 до 80 км/час выполняли измерения ровности толчкомером. Участки выбирались вне населенных пунктов с продольным уклоном не более 20 %.

На четвертом этапе были проведены параллельные замеры ровности толчкомером ТЭД-2М, бампингинтегратором Farnell и измерительным устройством МЕВММ. Для этого были выбраны экспериментальные участки с различной ровностью покрытия, на автомобиле УАЗ-

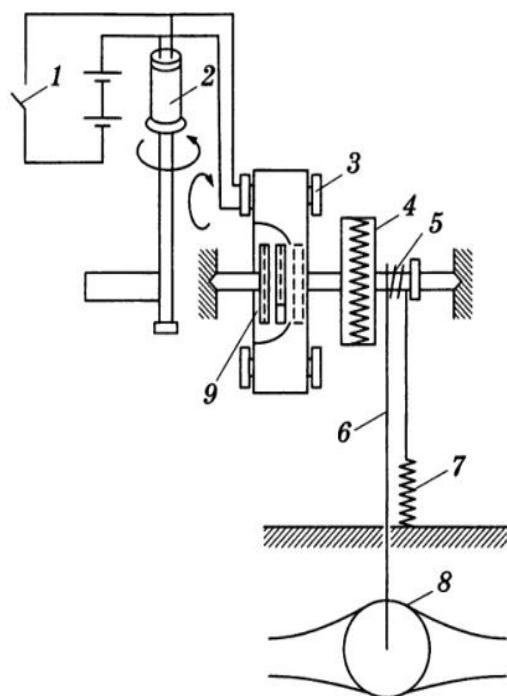
22069 с нагрузкой в кузове, не превышающей нормативную, были произведены замеры ровности дорожного покрытия при нормированной скорости движения автомобиля.

При выборе участков дорог для выполнения экспериментальных работ к ним предъявлялись следующие требования: 1. Участки выбирались вне населенных пунктов с целью исключения помех движению, нередко возникающих в этих условиях (автобусные остановки, пешеходные переходы и т.д.). 2. Продольный уклон не более 20 %. 3. Геометрические параметры в соответствии со СНиП. 4. Участки однородные по типу покрытия и его состоянию.

Обоснование базового толчкомера

В Казахстане широко применяются толчкомеры ТХК-2ЭД (конструкция АО Дорттехника) [13], ТХК-2 [14], ЭТ, ТЭД, ТЭД-2, ТЭД-2М, ИВП-1 (конструкции КаздорНИИ) [15].

В конструкции ТХК-2ЭД, так же, как и в ТХК-2 в качестве суммирующего механизма использована храповая муфта со стабилизированной чувствительностью к минимальной амплитуде вертикальных перемещений кузова автомобиля под воздействием неровностей покрытия дороги, позволяющая суммировать неровности амплитудой от 0,2 см и выше. В качестве датчика оборотов суммирующего механизма использован бесконтактный датчик генераторного типа с рабочим диапазоном от 0 до 100 об/сек. Натяжение троса осуществляется встроенной плоской спиральной пружиной, что уменьшает габариты механической части прибора (105×105×140 мм). Габариты счетного электронного устройства 180×180×45 мм (рисунки 1 и 2).

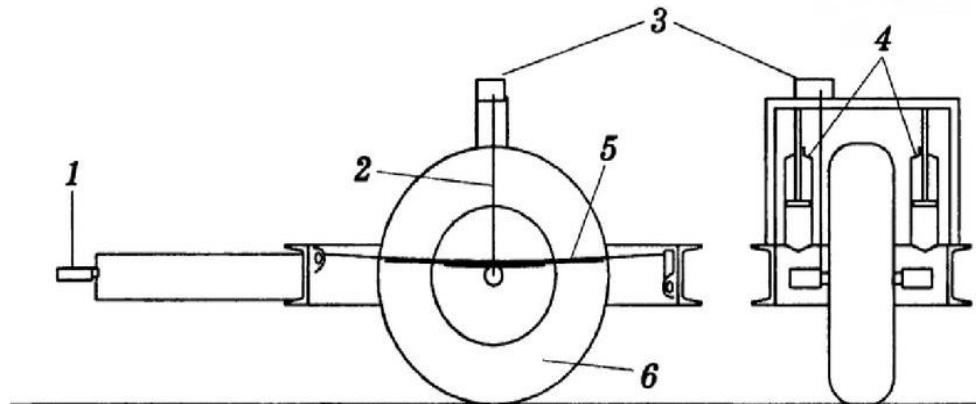


1 – кнопка включения электродвигателей; 2, 3 – электродвигатели; 4 – храповая муфта; 5 – барабан; 6 – гибкий трос; 7 – натянутая пружина; 8 – задний мост автомобиля; 9 – счетный механизм

Рисунок 1. Схема толчкомера ТХК-2ЭД конструкции Казахского филиала СоюздорНИИ [13]

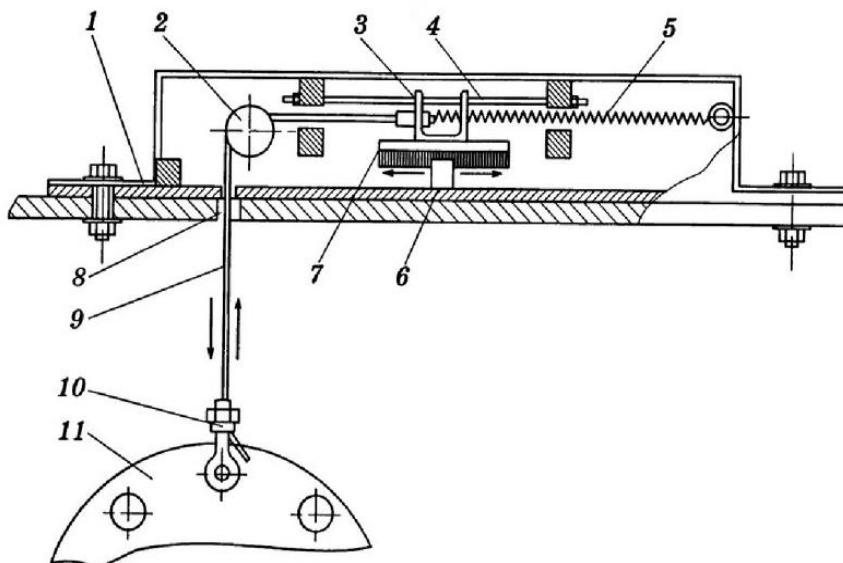
Конструкция толчкомера ЭТ (электронный толчкомер) создана в КаздорНИИ. Эта конструкция является первым толчкомером с электронным счетом импульсов в Казахстане.

Кроме того, в отличие от базовой конструкции Е.И. Попова (ТХК-2), в толчкомере ЭТ использована пружинная муфта.



1 – прицепное устройство; 2 – Трос; 3 – дорожный счетчик;
4 – амортизатор; 5 – рессора; 6 – колесо

Рисунок 2. Схема измерителя ровности BPR [14]



1 – корпус; 2 – направляющий ролик; 3 – положковый механизм; 4 – направляющие штанги; 5 – пружина; 6 – электронная оптопара; 7 – ходовая пластина; 8 – отверстие в полу кузова автомобиля; 9 – трос; 10 – зажимное устройство для закрепления троса; 11 – задний мост автомобиля

Рисунок 3. Схема механической части толчкомера ИВП-1М [21]

В качестве датчика импульсов использован геркон (герметический контакт). Совместные испытания толчкомера ТХК-2 и ЭТ показали преимущества последнего в устойчивости показаний при повторных измерениях [16, 17]. Вместе с тем, повторные испытания трех лет показали отдельные конструктивные недоработки электронного толчкомера ЭТ.

Совершенствуя конструкцию электронного толчкомера ЭТ П.К. Малининым (КаздорНИИ) было предложено заменить пружинную муфту на муфту обгонную прямого и

обратного хода (толчкомер ТЭД - электронный с дистанционным управлением), известную в практике изготовления велосипедов, кинокамер и другой бытовой техники. За счет высокой чувствительности данная муфта позволяет реагировать на малейшие вертикальные перемещения кузова автомобиля относительно заднего моста под воздействием неровностей, что соответствует реальной работе рессор автомобиля и исключает ошибку в измерениях. Дальнейшее совершенствование электронных толчкомеров под руководством Красикова О.А. (КаздорНИИ) в сотрудничестве со специалистами КазГУ привело к изменению конструкции обгонной муфты, направленному на повышение ее надежности и исключение инерционности, замене датчика импульсов на оптронный датчик, источником излучения которого служит инфракрасный светодиод, позволяющий осуществлять счет до 1000 имп./сек., изменению электросхемы с включением синхронно работающего секундомера, изменению расположения пружины, которая, работая в горизонтальном положении, позволила придать прибору компактный вид.

Кроме того, была проведена работа, позволяющая повысить эстетичность исполнения прибора, названного сначала ТЭД-2 и позднее ТЭД-2М и ИВП-1 (измеритель вертикальных перемещений). Габаритные размеры прибора ТЭД-2М (ИВП-1): механической части 610x85x50 мм; электронной 165x105x35 мм (рисунок 3).

Таким образом, для сравнительных испытаний были выбраны два толчкомера: ТЭД-2М (ИВП-1) и ТХК-2ЭД, которые прошли опытную проверку и выполнялись сотрудниками КаздорНИИ под руководством д.т.н. Красикова О.А.

Результаты

Для проведения исследований поставлены следующие задачи испытаний:

- определение основных метрологических характеристик приборов;
- выявление прибора с наиболее стабильными показателями измерений;
- определение погрешностей приборов в зависимости от фактической ровности покрытий и колебаний системы «задний мост - кузов автомобиля»;
- определение производительности приборов.

При испытаниях приборов к числу основных метрологических характеристик отнесено: единство измерений, точность и достоверность.

Единство измерений требует, чтобы результаты измерений были выражены в узаконенных единицах, а погрешности измерений были известны с заданной вероятностью. Единство измерений гарантирует их сопоставимость, т.е. правильность и сходимость.

Точность измерений определяет близость их результатов к истинному значению измеряемой величины или близость погрешностей приборов к нулю, следовательно, возможность применения приборов для контроля данной характеристики [19].

Сравнительные испытания приборов выполнялись на участках дорог, обеспечивающих реально встречающиеся минимальные, средние и максимальные значения ровности с различными видами покрытий капитального и облегченного типа.

Измерения производили на одном автомобиле УАЗ-22069, в котором были установлены сразу два прибора, работающих параллельно. При каждом проезде по контролируемому участку в полевом журнале фиксировались показания двух приборов.

Для каждого испытываемого прибора устанавливалось минимальное количество измерений N , характеризующее требуемую воспроизводимость прибора при заданной вероятности:

$$N = \frac{\sigma^2 \cdot t^2}{\Delta^2}$$

где σ - среднеквадратичное отклонение выборки в N измерений;

t - коэффициент, принимаемый в зависимости от доверительной вероятности, $t = 1,65$ при $P = 0,9$;

Δ - величина, принимаемая не выше точности измерений прибора.

Материалы измерений предварительно обрабатывались в соответствии с «Инструкцией по оценке ровности дорожных покрытий толчкометром» ПР РК 218-03-02 [20-22]. По материалам предварительной обработки для каждого участка дороги вычислялись:

- среднее арифметическое значение ровности 5 ;
- среднеквадратичное отклонение s ;
- коэффициент вариации $C = \frac{\sigma}{\bar{x}}$.

Затем определяли воспроизводимость приборов N .

Точность измерений, которую можно оценить близостью погрешностей измерений к нулю (или среднеарифметическому значению), определяли по вычисленному доверительному интервалу μ при доверительной вероятности P :

$$\mu = \pm t \cdot \sigma$$

Затем определяли относительную ошибку $\delta = \pm \frac{\mu}{\bar{x}}$.

Очевидно, что прибор с меньшей относительной ошибкой имеет более высокую точность измерений.

Оценка качества каждого прибора проводилась по показателям:

- минимальное количество измерений, обеспечивающее заданную достоверность;
- интенсивность рассеивания по коэффициенту вариации;
- суммарная относительная погрешность (точность измерений).

Принято считать, что чем меньше значения величин N , σ , δ , C_s – тем выше качество прибора.

На основе результатов измерений рассчитывали для каждого прибора норму времени в часах на 1 км дороги при одинаковых значениях и числе измерений. По этим данным вычисляли производительность прибора (км/смену) с учетом использования времени в течение смены.

Перечень выбранных участков дорог для сравнительных испытаний приборов и общие сведения о них представлены в таблице 1.

Таблица 1. Участки дорог, на которых проводились сравнительные испытания

№ участка	Наименование дороги, км-км	Протяженность, км	Тип покрытия	Состояние покрытия визуально
1.	Алматы-Челикимир, км 9-10	1	УО	Отл.
2.	Алматы-Челикимир, км 11-12	1	УО	Удовл.
3.	Алматы-Челикимир, км 14-15	1	УО, ШПО	Хор.
4.	Северное полукольцо (км 16) – пос. Ужет, км 0-1	1	УО	Неудовл.

Условные обозначения: УО - усовершенствованный облегченный тип покрытия; ШПО - шероховатая поверхность обработка.

На выбранных участках выполнено по 8 ... 13 измерений как в прямом, так и в обратном направлениях при постоянной скорости движения 50+5 км/час базового автомобиля УАЗ-22069.

Полученные вариационные ряды измерений обрабатывались с использованием методов математической статистики.

Для определения дисперсии показаний толчкометров использована известная формула:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{S} - S_i)^2}{n-1} \quad (1)$$

где \bar{S} - среднее значение показаний толчкомера, см/км; S_i - показания толчкомеров из вариационного ряда для каждого направления по участкам, см/км; n - количество показаний (измерений).

В результате статистической обработки были определены значения величин: среднеквадратическое отклонение, см/км; коэффициент вариации; относительная ошибка (при $t = 1,65$); необходимое минимальное количество измерений (требуемая воспроизводимость) с допустимым отклонением среднего значения, принимаемым в технических расчетах равным 5%, т.е.

$$\Delta = 0,05 \times \bar{S} \quad (2)$$

Значения вышеперечисленных характеристик представлены в таблице 2.

Таблица 2. Расчетные характеристики сравнительных испытаний толчкомеров ТХК-2ЭД и ТЭД-2М

№ участка	Полоса движения	Тип толчкомера	Расчетные характеристики				
			n	\bar{S} , см/км	σ , см/км	C	Ошибка δ , %
1.	Прямое	ТЭД -2М	8	68,5	1,07	0,016	2,6
	Прямое	ТХК-2ЭД	8	28,5	0,93	0,032	5,3
	Обратное	ТЭД -2М	8	68,5	2,33	0,034	5,6
	Обратное	ТХК-2ЭД	8	31,0	1,51	0,049	8,1
2.	Прямое	ТЭД -2М	8	166,4	2,67	0,016	2,6
	Прямое	ТХК-2ЭД	8	139,9	2,64	0,019	3,1
	Обратное	ТЭД -2М	8	155,4	5,63	0,037	6,1
	Обратное	ТХК-2ЭД	8	127,5	6,48	0,050	8,3
3.	Прямое	ТЭД -2М	8	155,8	4,71	0,030	5,0
	Прямое	ТХК-2ЭД	8	125,3	4,59	0,037	6,1
	Обратное	ТЭД -2М	8	96,8	3,45	0,036	5,9
	Обратное	ТХК-2ЭД	8	67,5	3,34	0,049	8,1
4.	Прямое	ТЭД -2М	13	231,5	5,67	0,024	4,0
	Прямое	ТХК-2ЭД	13	158,5	8,22	0,052	8,6
	Обратное	ТЭД -2М	13	175,4	5,72	0,033	5,4
	Обратное	ТХК-2ЭД	13	117,9	5,47	0,046	7,6

Условные обозначения: n – количество измерений; \bar{S} – среднее значение, см/км; σ – среднеквадратическое отклонение, см/км; C – коэффициент вариации; δ – ошибка, %; N – необходимое количество измерений.

По данным таблицы 2 определены средние значения основных характеристик, которые сведены в таблицу 3.

Таблица 3. Средние значения характеристик сравнительных испытаний

Толчкомеры	Средние значения характеристик			
	C	δ , %	N	Π , км/смену
ТЭД -2М	0,028	4,7	1	340
ТХК-2ЭД	0,042	6,9	2	170

Обсуждение

Из полученных данных таблиц 2 и 3 следует, что толчкомер ТЭД-2М имеет преимущества по всем принятым для сравнения параметрам: интенсивности рассеивания показаний (меньшее значение коэффициента вариации С); относительной погрешности (меньшее значение величины δ); достоверности результатов (меньшее значение N).

На основе значений величины N определена производительность (Π) приборов (см. таблицу 3) по формуле:

$$\Pi = T \cdot K_m \cdot \frac{V}{N}, \text{ км/смену} \quad (3)$$

где Т – время рабочей смены (Т = 8 часов); К_м – коэффициент использования рабочего времени (К_м = 0,85); V – скорость движения передвижной дорожной лаборатории (V = 50 км/час).

Выводы

Согласно расчетам, производительность толчкомера ТЭД-2М в 2 раза выше толчкомера ТХК-2ЭД. Таким образом, по результатам испытаний установлено, что толчкомер ТЭД-2М имеет преимущества по сравнению с толчкомером ТХК-2ЭД. Тем не менее, толчкомер ТХК-2ЭД может быть пригодным для оценки ровности дорожных покрытий, о чем свидетельствуют данные испытаний. Очевидно, что по результатам сопоставимых испытаний толчкомеров базовым является толчкомер ТЭД-2М, который успешно прошел метрологическую аттестацию. Вместе с тем, это не исключает возможность применения других конструкций толчкомеров, имеющих устойчивую корреляционную связь с толчкомером ТЭД-2М.

Конфликт интересов. Корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

Ссылка на данную статью: Бондарь И.С., Нуғуманов Н.К. Экспериментальные исследования количественных связей в системе нормирования ровности дорожных покрытий // Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyn Khabarshysy. 2025; №1(9):6-19. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2025-01>

Cite this article as: Bondar I.S., Nugumanov N.K. Eksperimental'nye issledovaniya kolichestvennyh svyazej v sisteme normirovaniya rovnosti dorozhnyh pokrytij [Experimental studies of quantitative relationship sin the system of rationing the evenness of road surfaces]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogo institute = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyn Khabarshysy. 2025;1(9):6-19. (In Russ.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2025-01>

Литература

- [1] ОДН 218.046. Проектирование нежестких дорожных одежд. М.Информавтодор. 2001, 82 с.
- [2] Бондарь И.С., Квашнин М.Я., Жаксыгалиев А.А. Эксплуатационная надежность автомобильных дорог. Материалы IV Международной конференции «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, производство», посвященная 145-летию первого казахского инженера-путейца М. Тынышпаева и 120-летию Казахстанской железной дороги. Алматы. 2024, 381-385.
- [3] Бондарь И.С., Мамедова Э.Ж. Технология производства асфальтобетона с учетом инновационных химических добавок. Материалы IV Международной конференции «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, производство», посвященная 145-летию первого казахского инженера-путейца М. Тынышпаева и 120-летию Казахстанской железной дороги. Алматы. 2024, 390-394.
- [4] Бондарь И.С., Квашнин М.Я., Айтенов М.А. Общие сведения по подбору асфальтобетонной смеси. Материалы IV Международной конференции «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, производство», посвященная 145-летию

- первого казахского инженера-путейца М. Тынышпаева и 120-летию Казахстанской железной дороги. Алматы, 2024, 377-381.
- [5] Смолин Ю. П., Ланис А. Л., Разуваев Д. А. Исследование динамических воздействий автотранспортом на дорожную одежду, закрепленную синтетическим полимером. Вестник ТГАСУ.2012, 2 (35), 230-234.
- [6] Косенко С.А., Бондарь И. С., Квашнин Н.М., Квашнин М.Я. Экспериментальные исследования вибродинамического воздействия подвижной нагрузки на основную площадку земляного полотна в холодных регионах. Материалы второго Международного симпозиума по проблемам земляного полотна в холодных регионах. СГУПС, Новосибирск. 2015, 147-151.
- [7] Замуховский А.В., Шмаков А.П., Буромбаев С.А., Бондарь И. С., Квашнин М.Я. Вибрации грунта земляного полотна на подходах к мостам. Труды XIV Международной научно-технической конференции «Современные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации железнодорожного пути». Чтения, посвященные памяти профессора Г.М. Шахунянца. МГУПС (МИИТ). 2017, 104-106.
- [8] Бондарь И.С., Мадиев Ж.Д. Оценка состояния дорожных одежд при динамическом воздействии. Сборник материалов XIX ежегодной Республиканской научной студенческой конференции. Часть I КазГАСА. 2019, 417-421.
- [9] Бондарь И.С., Хардиков П.Г., Ахметова П.Т., Кыстаубаев С.Б., Пернебеков С.С. Исследование конструкций дорожной одежды при статическом воздействии нагрузки. Вестник КазАТК. 2024, 4 (133), 66-76. <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2024-133-4-66-76>
- [10] Мамедова Ж.Э., Бондарь И.С. Geodetic measuring instruments and bim-technologies in road design. «Глобальная наука и инновация 2024: Центральная Азия» серия «Технические науки». 2024, 22, 36-40.
- [11] Бондарь И.С., Алпыспаева Ж.А., Алдекеева Д.Т., Оспанова З.К., Хардиков П.Г. Геодезическое обеспечение при реконструкции автомобильных дорог. Вестник КазАТК. 2024, 1 (130), 48-60. <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2024-130-1-48-60>
- [12] Бондарь И.С., Алпыспаева Ж.А., Ахметова П.Т., Кыстаубаев С.Б., Хардиков П.Г.. Контроль качества уплотнения асфальтобетонных слоёв дорожной одежды. Вестник КазАТК. 2024, 132, 52-60. <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2024-132-3-52-60>
- [13] Корешков Е.Н., Васильева И.П. и др. Толчкомер ТХК-2ЭД. Конструкторская документация. НПО Дорттехника. Алма-Ата, 1983.
- [14] Красиков О.А. Технический паспорт на толчкомер ТХК-2 с электронным счетчиком. Казфилиал Союздорнии. Алма-Ата.
- [15] Красиков О.А., Андриади Ф.К., Батурина А.И. Способ контроля и оценки ровности дорожных и аэродромных оснований и покрытий и устройство для его осуществления. Описание изобретения к предварительному патенту. Предварительный патент №4713. Национальное патентное ведомство Республики Казахстан. Алматы. 1997.
- [16] Отчет о НИР. Исследование ровности дорожных покрытий с корректировкой норм и инструкции ВСН 21-76 (промежуточный). Авт. Красиков О.А., Котвицкий А.Ф. Алма-Ата. 1983, 60 с.
- [17] Отчет о НИР. Исследование ровности дорожных покрытий с корректировкой норм и инструкции ВСН 21-76. Пояснительная записка к инструкции (заключительный). Авт. Красиков О.А., Котвицкий А.Ф., Грецова Г.В. Алма-Ата, 1984, 78 с.
- [18] Инструкция по оценке ровности дорожных покрытий толчкомером ТХК-2. ВСН 21-84. Алма-Ата, 1984.
- [19] Пахомов А.А., Шпак А.М., Шепелев В.Н., Устименко Н.М., Рвачев А.Н. Повышение достоверности контроля ровности автомобильных дорог с помощью толчкомера. Сборник научных трудов ФГУП «Союздорнии». Научные исследования и разработки Создорнии. Юбилейный выпуск. 2001, 232-239.

- [20] Красиков О.А., Пашкин В.К., Бутин О.В. и др. Инструкция по оценке ровности дорожных покрытий толчком. ПР РК 218- 03-97 Министерство транспорта и коммуникаций Республики Казахстан. Департамент автомобильных дорог. 1997.
- [21] Красиков О.А., Медведева Т.В., Андриади Ф.К., Немченко Ю.В. и др. Инструкция по оценке ровности дорожных покрытий толчком. ПР РК 218-03-02 Министерство транспорта и коммуникаций Республики Казахстан. 2003.
- [22] Красиков О.А., Медведева Т.В. и др. Разработка дополнения к Инструкции по оценке ровности дорожных покрытий толчком. Том II. Пояснительная записка к Инструкции Отчет о НИР. Министерство транспорта и коммуникаций РК. Комитет автомобильных дорог. КаздорНИИ. 2001.

References

- [1] ODN 218.046. Proyektirovaniye nezhestkikh dorozhnykh odezhd [Design off lexible road surfaces] Informavtodor = Informautoroad. 2001, 82. (in Russ.)
- [2] Bondar I.S., Kvashnin M.Ya., Zhaksygaliyev A.A. Ekspluatatsionnaya nadezhnost avtomobilnykh dorog [Operational reliability of highways]. Materialy IV Mezhdunarodnoy konferentsii «Innovatsionnyye tekhnologii na transporte: obrazovaniye, nauka, proizvodstvo», posvyashchennaya 145-letiyu pervogo Kazakhskogo inzhenera-puteytsa M. Tynyshpayeva i 120-letiyu Kazakhstanskoy zheleznoy dorogi = Proceedings of the IV International Conference "Innovative Technologies in Transport: Education, Science, Production", dedicated to the 145th anniversary of the first Kazakh railway engineer M. Tynyshpayev and the 120th anniversary of the Kazakhstan Railway. 2024, 381-385. (in Russ.)
- [3] Bondar I.S., Mamedova E.Zh. Tekhnologiya proizvodstva asfaltobetona s uchetom innovatsionnykh khimicheskikh dobavok [Technology of asphalt concrete production with innovative chemical additives]. Materialy IV Mezhdunarodnoy konferentsii «Innovatsionnyye tekhnologii na transporte: obrazovaniye, nauka, proizvodstvo», posvyashchennaya 145-letiyu pervogo kazakhskogo inzhenera-puteytsa M. Tynyshpayeva i 120-letiyu Kazakhstanskoy zheleznoy dorogi = Proceedings of the IV International Conference "Innovative Technologies in Transport: Education, Science, Production", dedicated to the 145th anniversary of the first Kazakh railway engineer M. Tynyshpayev and the 120th anniversary of the Kazakhstan Railway. 2024, 390-394. (in Russ.)
- [4] Bondar I.S., Kvashnin M.Ya., Aytenov M.A. Obshchiye svedeniya po podboru asfaltobetonnoy smesi [General information on the selection of asphalt concrete mixture]. Materialy IV Mezhdunarodnoy konferentsii «Innovatsionnyy etekhnologii na transporte: obrazovaniye, nauka, proizvodstvo», posvyashchennaya 145-letiyu pervogo kazakhskogo inzhenera-puteytsa M. Tynyshpayeva i 120-letiyu Kazakhstanskoy zheleznoy dorogi= Proceedings of the IV International Conference "Innovative Technologies in Transport: Education, Science, Production", dedicated to the 145th anniversary of the first Kazakh railway engineer M. Tynyshpayev and the 120th anniversary of the Kazakhstan Railway. 2024, 377-381. (in Russ.)
- [5] Smolin Yu. P., Lanis A. L., Razuvayev D. A. Issledovaniye dinamicheskikh vozdeystviy avtotransportom na dorozhnyu odezhdu, zakreplennyyu sinteticheskim polimerom [Study of dynamic impacts of motor vehicles on road surfaces reinforced with synthetic polymer]. Vestnik TGASU. 2012; 2 (35): 230-234. (in Russ.)
- [6] Kosenko S.A., Bondar I. S., Kvashnin N.M., Kvashnin M.Ya. Eksperimentalnyye issledovaniya vibrodinamicheskogo vozdeystviya podvizhnoy nagruzki na osnovnyu ploshchadku zemlyanogo polotna v kholodnykh regionakh [Experimental studies of the vibrodynamic impact of a moving load on the main platform of the roadbed in cold regions]. Materialy vtorogo Mezhdunarodnogo simpoziuma po problemam zemlyanogo polotna v kholodnykh regionakh = International Symposium on Problems of Roadbeds in Cold Regions. 2015, 147-151. (in Russ.)

- [7] Zamukhovskiy A.V., Shmakov A.P., Burombayev S.A., Bondar I. S., Kvashnin M.Ya. Vibratsii grunta zemlyanogo polotna na podkhodakh k mostam [Vibrations of the subgrade soil on approaches to bridges]. Trudy XIV Mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii «Sovremennyye problem proyektirovaniya, stroytelstva i ekspluatatsii zheleznodorozhного puti». Chteniya, posvyashchennyye pamyati professora G.M. Shakhunyantsa = Proceedings of the XIV International Scientific and Technical Conference "Modern Problems of Design, Construction and Operation of Railway Tracks". Readings dedicated to the memory of Professor G.M. Shakhunyants. 2017, 104-106. (in Russ.)
- [8] Bondar I. S., Madiyev Zh.D. Otsenka sostoyaniya dorozhnykh odezhd pri dinamicheskem vozdeystvii [Assessment of the condition of road surfaces under dynamic impact]. Sbornik materialov XIX ezhegodnoy Respublikanskoy nauchnoy studencheskoy konferentsii = Collection of materials of the XIX annual Republican scientific student conference. 2019, 417-421. (in Russ.)
- [9] Bondar I.S., Khardikov P.G., Akhmetova P.T., Kystaubayev S.B., Pernebekov S.S. Issledovaniye konstruktsiy dorozhnoy odezhdy pri staticheskom vozdeystvii nagruzki [Research of road pavement structures under static load impact]. Vestnik KazATK. 2024; 4 (133); 66-76. <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2024-133-4-66-76> (in Russ.)
- [10] Mamedova Zh.E., Bondar I.S. Geodetic measuring instruments and bim-technologies in road design. «Globalnayanauka i innovatsiya 2024: Tsentralnaya Aziya» seriya «Tekhnicheskiye nauki» = "Global Science and Innovation 2024: Central Asia" series "Engineering Sciences". 2024; 22: 36-40. (in Russ.)
- [11] Bondar I.S., Alpyspayeva Zh.A., Aldekeyeva D.T., Ospanova Z.K., Khardikov P.G. Geodezicheskoye obespecheniye pri rekonstruktsii avtomobilnykh dorog [Geodetic support for the reconstruction of highways]. Vestnik KazATK. 2024; 1 (130): 48-60. <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2024-130-1-48-60> (in Russ.)
- [12] Bondar I.S., Alpyspayeva Zh.A., Akhmetova P.T., Kystaubayev S.B. Khardikov P.G. Kontrol kachestva uplotneniya asfaltbetonnykh sloyev dorozhnoy odezhdy [Quality control of compaction of asphalt concrete layers of road surfaces]. Vestnik KazATK. 2024; 3 (132): 52-60. <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2024-132-3-52-60> (in Russ.)
- [13] Koreshkov E.N., Vasilyeva I.P. i dr. Tolchkomer TKhK-2ED [Thrust meter THK-2ED]. Konstruktorskaya dokumentatsiya. NPO Dortechnika. Alma-Ata. 1983. (in Russ.)
- [14] Krasikov O.A. Tekhnicheskiy passport na tolchkomer TKhK-2 s elektronnym schetchikom [Technical data sheet for the THK-2 push meter with an electronic counter]. Kazfilial Soyuzdornii. Alma-Ata. (in Russ.)
- [15] Krasikov O.A., Andriadi F.K., Baturin A.I. Sposob kontrolya i otsenki rovnosti dorozhnykh i aerodromnykh osnovaniy i pokrytiy i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya [A method for monitoring and evaluating the evenness of road and airfield foundations and coverings and a device for its implementation]. Opisaniye izobreteniya k predvaritelnomu patentu. Predvaritelnyy patent №4713. Natsionalnoye patentnoye vedomstvo Respubliki Kazakhstan. Almaty. 1997. (in Russ.)
- [16] Otchet o NIR. Issledovaniye rovnosti dorozhnykh pokrytiy s korrektirovkoj norm I instruktsii BCH 21-76 (pomezhutochnyy) [Investigation of the evenness of road surfaces with adjustments to standards and regulations BCH 21-76 (interim)]. Avt. Krasikov O.A., Kotvitskiy A.F. Alma-Ata. 1983, 60. (in Russ.)
- [17] Otchet o NIR. Issledovaniye rovnosti dorozhnykh pokrytiy s korrektirovkoj norm i instruktsii VSN 21-76. Poyasnitelnaya zapiska k instruktsii (zaklyuchitelnyy). Avt. Krasikov O.A., Kotvitskiy A.F., Gretsova G.V. Alma-Ata. 1984, 78.
- [18] Instruktsiya po otsenke rovnosti dorozhnykh pokrytiy tolchkomerom TKhK-2. VSN 21-84 [Instructions for assessing the evenness of road surfaces with the THK-2 push meter. BCH 21-84]. Alma-Ata. 1984. (in Russ.)

- [19] Pakhomov A.A., Shpak A.M., Shepelev V.N., Ustimenko N.M., Rvachev A.N. Povysheniye dostovernosti kontrolya rovnosti avtomobilnykh dorog s pomoshchyu tolchkomera [Improving the reliability of monitoring the evenness of highways using a push meter]. Sbornik nauchnykh trudov FGUP «Soyuzdornii». Nauchnyye issledovaniya i razrabotki Sozdornii. Yubileynyy vypusk = [Collection of scientific papers of FSUE «Soyuzdornii». Scientific research and development of the Institute. Anniversary edition]. 2001, 232-239. (in Russ.)
- [20] Krasikov O.A., Pashkin V.K., Butin O.V. i dr. Instruktsiya po otsenke rovnosti dorozhnykh pokrytiy tolchkomerom. PR RK 218- 03-97 Ministerstvo transporta i kommunikatsiy Respubliki Kazakhstan. Departament avtomobilnykh dorog [Instructions for assessing the evenness of road surfaces with a push meter. PR RK 218- 03-97 Ministry of Transport and Communications of the Republic of Kazakhstan. Department of Highways]. 1997. (in Russ.)
- [21] Krasikov O.A., Medvedeva T.V., Andriadi F.K., Nemchenko Yu.V. i dr. Instruktsiya po otsenke rovnosti dorozhnykh pokrytiy tolchkomerom. PR RK 218-03-02 Ministerstvo transporta i kommunikatsiy Respubliki Kazakhstan [Instructions for assessing the evenness of road surfaces with a push meter. PR RK 218-03-02 Ministry of Transport and Communications of the Republic of Kazakhstan]. 2003. (in Russ.)
- [22] Krasikov O.A., Medvedeva T.V. i dr. Razrabotka dopolneniya k Instruktsii po otsenke rovnosti dorozhnykh pokrytiy tolchkomerom v chaste ucheta mezhdunarodnykh trebovaniy [Development of an addendum to the Instructions for assessing the evenness of road surfaces with a push meter in terms of taking into account international requirements]. Tom P. Poyasnitelnaya zapiska k Instruktsii Otchet o NIR. Ministerstvo transporta i kommunikatsiy RK. Komitet avtomobilnykh dorog. KazdorNII. Almaty. 2001. (in Russ.)

Инновационные решения капитального ремонта, прямоугольных водопропускных труб и малых мостов, на автомобильных дорогах

*¹Ким А.И., ¹Пак С.С., ²Фролов А.А., ²Тулегенов М.Е., ²Хаирнасов А.С.

¹ТОО «AsiaGeoCentre», г. Астана, Казахстан

² Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан

*Автор-корреспондент e-mail: kimarthur98@gmail.com

Аннотация

Любое искусственное сооружение на автомобильной дороге, со временем теряет свои первоначальные свойства, заложенные на момент строительства объекта. Искусственные сооружения, в случаях отсутствия работ по содержанию и текущему ремонту, через 30-40 лет эксплуатации приходят в аварийное состояние, в такой ситуации требуется ремонт сооружения. Вид ремонта определяется на основании обследования сооружения специалистами, работающими в транспортном строительстве, и имеющими достаточный опыт работы строительства малых искусственных сооружений и знания о современных технологиях. В результате обследования необходимо дать заключение о состоянии сооружения, и дальнейшем техническом решении – полная замена сооружения или ремонт.

В данной статье предложено малобюджетное решение по усилению существующих водопропускных труб и малых мостов на автомобильных дорогах, с применением современных материалов и технологий. Известные всему миру стальные гофрированные конструкции труб, применены в новом виде. Выявленная экономия стоимости строительно-монтажных работ, это самый простой способ определения выгоды строительства, также в статье определена экономия по материалам, человеко- и машиночасам, и соответственно по снижению продолжительности строительства.

Ключевые слова: искусственные сооружения (ИС), конструкции металлические гофрированные сборные (КМГС), водопропускные трубы, скотопрогон, малый мост, гильзование.

Поступила:
17 января 2025
Рецензирование:
14 февраля 2025
Принята в
печать:
03 марта 2025

Ким А.И	Информация об авторах: Магистр технических наук, ТОО «AsiaGeoCentre», г. Астана, Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-3619-6903 , E-mail: kimarthur98@gmail.com
Пак С.С	ТОО «AsiaGeoCentre», г. Астана, Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-2364-5678 . E-mail: svetlanapark13@gmail.com
Фролов А.А	магистрант образовательной программы 7М07314-«Строительство автомобильных дорог и аэродромов», кафедра «Транспортное строительство и производство строительных материалов», Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-5377-0641 . E-mail: kaz_85@mail.ru
Тулегенов М.Е	магистрант образовательной программы 7М07314-«Строительство автомобильных дорог и аэродромов», кафедра «Транспортное строительство и производство строительных материалов», Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан. E-mail: tolegen_mahmud@mail.ru
Хаирнасов А.С	магистрант образовательной программы 7М07314-«Строительство автомобильных дорог и аэродромов», кафедра «Транспортное строительство и производство строительных материалов», Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-0807-7437 . E-mail: aslan.khairnassov@qaj.kz

Техникалық ғылымдар. Сәулет және құрылым

DOI: 10.63377/3005-4966.1-2025-02

ӘОЖ: 624.01

FTAMP: 73.31.13

Автомобиль жолдарындағы тікбұрышты су өткізгіш құбырлар мен шағын көпірлерді құрделі жөндеудің инновациялық шешімдері

***¹Ким А.И., ¹Пак С.С., ²Фролов А.А., ²Тулегенов М.Е., ²Хаирнассов А.С.**

¹ЖШС «AsiaGeoCentre», Астана қ, Қазақстан

²Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан

*Автор-корреспондент e-mail: kimarthur98@gmail.com

Түйіндеме

Мақала келді:
17 қантар 2025
Саралтамадан өтті:
14 ақпан 2025
Қабылданды:
03 наурыз 2025

Магистральдағы кез келген жасанды құрылым уақыт өте келе нысанды салу кезінде қалыптасқан бастапқы қасиеттерін жоғалтады. Жасанды құрылымдар техникалық қызмет көрсету және ағымдағы жөндеу жұмыстары жүргізілмеген жағдайда 30-40 жыл жұмыс істегеннен кейін жарамсыз болып қалады, мұндай жағдайда құрылымды жөндеу қажет. Жөндеу түрі көлік құрылымында жұмыс істейтін және шағын жасанды құрылыштарды салуда жеткілікті тәжірибесі және қазіргі заманғы технологияларды білуі бар мамандардың конструкцияны тексеруі негізінде анықталады. Тексеру нәтижелері бойынша конструкцияның жай-күйі туралы қорытынды, ал одан әрі техникалық шешім – конструкцияны толық ауыстыру немесе жөндеу қажет.

Қазіргі заманғы материалдар мен технологияларды қолдана отырып, автомобиль жолдарындағы қолданыстағы су өткізгіш құбырлар мен шағын көпірлерді қүшету бойынша аз бюджеттік шешім ұсынылды. Элемге әйгілі болат гофриренген құбыр конструкциялары жаңа формада қолданылады. Құрылым-монтаж жұмыстары құнының анықталған үнемделуі құрылымын пайдалын анықтаудың ең қарапайым тәсілі болып табылады және мақалада материалдарда, адам және машина сағаттарында үнемдеу, соған сәйкес құрылым ұзақтығының қысқаруы анықталады.

Түйін сөздер:жасанды құрылыштар (АЖ), металл гофриренген құрама конструкциялар (МГҚК), су өткізгіш құбырлар, мал айдау, шағын көпір, гильзалау.

Авторлар туралы ақпарат:

Ким А.И
ЖШС «AsiaGeoCentre», Астана қ, Қазақстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-3619-6903>, E-mail: kimarthur98@gmail.com

Пак С.С
ЖШС «AsiaGeoCentre», Астана қ, Қазақстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-2364-5678>, E-mail: svetlanapark13@gmail.com

Фролов А.А
Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, «Көлік құрылымы және құрылым материалдарының өндірісі» кафедрасының 7М07314-«Автомобиль жолдары мен аэродромдар құрылымы» білім беру бағдарламасының магистранты, Алматы, Қазақстан. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-5377-0641>, E-mail: kaz_85@mail.ru

Тулегенов М.Е
Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, «Көлік құрылымы және құрылым материалдарының өндірісі» кафедрасының 7М07314-«Автомобиль жолдары мен аэродромдар құрылымы» білім беру бағдарламасының магистранты, Алматы, Қазақстан. E-mail: tolegen_mahmud@mail.ru

Хаирнассов А.С
Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, «Көлік құрылымы және құрылым материалдарының өндірісі» кафедрасының 7М07314-«Автомобиль жолдары мен аэродромдар құрылымы» білім беру бағдарламасының магистранты, Алматы, Қазақстан. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-0807-7437>, E-mail: aslan.khairnassov@qaj.kz

Innovative solutions for major repairs of rectangular culverts and small bridges on highways***¹Kim A.I., ¹Park S.S., ²Frolov A.A., ²Tulegenov M.E., ²Khairnasov A.S.**¹LLP «AsiaGeoCentre», Astana, Kazakhstan² Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan*Corresponding author e-mail: kimarthur98@gmail.com**Abstract**

Received:
17 January 2025
Peer-reviewed:
14 February 2025
Accepted:
03 March 2025

Any artificial structure on a road, over time, loses its original properties, laid down at the time of construction of the object. Artificial structures, in cases of lack of maintenance and current repairs, after 30-40 years of operation come into an emergency condition, in such a situation, the structure needs to be repaired. The type of repair is determined on the basis of the inspection of the structure by specialists working in transport construction, and who have sufficient experience in the construction of small artificial structures and knowledge of modern technologies. As a result of the inspection, it is necessary to give a conclusion on the condition of the structure, and a further technical solution - a complete replacement of the structure or repair.

A low-budget solution has been proposed to strengthen existing culverts and small bridges on highways using modern materials and technologies. The world-famous steel corrugated pipe structures are used in a new form. The revealed savings in the cost of construction and installation works are the simplest way to determine the benefits of construction, and the article also defines savings in materials, man- and machine hours, and, accordingly, a reduction in the duration of construction.

Keywords: artificial structures (IS), metal corrugated prefabricated structure (MCPS), culverts, cattle track, small bridge, «sleeve».

Kim A.I.	Information about authors: LLP «AsiaGeoCentre», Astana, Kazakhstan, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-3619-6903 , E-mail: kimarthur98@gmail.com
Park S.S.	LLP «AsiaGeoCentre», Astana, Kazakhstan, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-2364-5678 , E-mail: svetlanapark13@gmail.com
Frolov A.A.	Master's student of the educational program 7M07314-«Construction of highways and airfields», Department of "Transport construction and production of building materials", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-5377-0641 , E-mail: kaz.85@mail.ru
Tulegenov M.E.	Master's student of the educational program 7M07314-«Construction of highways and airfields», Department of "Transport construction and production of building materials", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. E-mail: tolegen_mahmud@mail.ru
Khairnasov A.S.	Master's student of the educational program 7M07314-«Construction of highways and airfields», Department of "Transport construction and production of building materials", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-0807-7437 , E-mail: aslan.khairnasov@gaj.kz

Введение

Любое искусственное сооружение на автомобильной дороге, со временем теряет свои первоначальные свойства, заложенные на момент строительства объекта. Искусственные сооружения, в случаях отсутствия работ по содержанию и текущему ремонту, через 30-40 лет эксплуатации приходят в аварийное состояние. В статье приводится опыт проведения капитального ремонта водопропускных труб и малых мостов, при помощи «безоперационного» вмешательства, за короткое время с малобюджетными расходами и минимальным воздействием на окружающую среду.

По данным [1], в 2023г, всего на территории Республики Казахстан эксплуатируется около 94 781 км автомобильных дорог общественного пользования, к ним относятся автомобильные дороги: международного, республиканского, областного и районного значения. Начиная с 2003г, в Республике Казахстан, реконструированы практически все автомобильные дороги международного значения и половина дорог республиканского значения. В настоящее время у Министерства Транспорта, и управляющей компании НК «КазАвтоЖол», в планах окончательно соединить Астану с регионами, на направлениях Центр – Юг, Центр – Запад, Центр – Восток и закончить реконструкцию дорог международного и республиканского значения.

Методы

Автомобильные дороги реконструируют основательно, с увеличением полос движения и изменением планового положения относительно существующих дорог, что ведёт к большим финансовым, техническим и экологическим потерям.

На остальных автомобильных дорогах (областного и районного значения), протяженностью 69 861,1 км, выполняется в основном капитальный и средний ремонт. В настоящее время у эксплуатационных организаций ограниченные бюджетные средства, которые расходуют на замену покрытия автомобильных дорог, и при острой необходимости на капитальный ремонт искусственных сооружений - водопропускных труб и мостов (ИС). По данным результатов обследования различных организаций, основная масса ИС, на дорогах областного и районного значения, построенных в период с 60 по 90-е годы прошлого века имеют разное техническое состояние: 10% находятся в хорошем техническом состоянии, 20% в удовлетворительном, 30% в неудовлетворительном и 40% в аварийном состоянии.

Для восстановления существующих аварийных ИС предлагается бюджетное решение по капитальному ремонту, без демонтажа существующих конструкций, без остановки движения автотранспорта и без устройства объездной автомобильной дороги, описанное в Приложении К[2]. Если следовать медицинской терминологии это способ «безоперационного» вмешательства.

Результаты

Одним из реальных примеров является применение метода «гильзования» при капитальном ремонте скотопрогона, на 143км автомобильной дороги «Семей-Кайнар», III технической категории. Существующее сооружение – сборная прямоугольная железобетонная труба отверстием - 4x2,5м, длиной – 16,66м. Проведенное обследование сооружения выявило аварийное состояние скотопрогона: трещины раскрытием 1-2мм на стыках ригелей и стенок; сильное выщелачивание бетона конструкций, просадки звеньев трубы.

Разработка проектной документации и строительно-монтажные работы выполнены ТОО «AsiaGeoCentre», в октябре 2020г, предложением для выполнения работ послужили результаты Технического Совета по инновациям АО НК «КазАвтоЖол», от 28.02.2020г. Для восстановления транспортно-эксплуатационного состояния скотопрогона, предложено

установить конструкцию металлическую гофрированную сборную (КМГС) внутрь существующего скотопрогона, способом «гильзования». Материал КМГС состоит из сборных конструкций «MultiPlate MP200» - VM7 типа волна, с защитным покрытием выполненным методом горячего цинкования, и являются интеллектуальной собственностью концерна «ViaCon», мирового лидера по внедрению инновационных технологий в транспортном строительстве. Работы по «гильзованию» выполнены из 5-ти этапов, реализованных за 6 рабочих дней, бригадой в составе 8 человек. Этапы производства работ приведены в Таблице 1. При выполнении строительно-монтажных работ (СМР) использованы грузовик с краном грузоподъемностью 3,5тонн (манипулятор) – 1шт, и электровиброуплотнитель – 1шт.

Таблица 1. Этапы производства работ

№ этапа	Наименование работ	Кол-во дней на СМР
1	Демонтаж открылоков на входе и выходе трубы. Демонтаж железобетонных плит укрепления дна на входе и углубление на 0,5м (для установки стапеля).	1
2	Уплотнение основания под стапель. Монтаж стапеля, из деревянного бруса, для сборки и передвижки КМГС. Устройство основания из песчано-гравийной смеси под основание КМГС. Рисунок 1.	1
3	Сборка КМГС и передвижка в проектное положение. Рисунок 2 и 3.	2
4	Укрепление откосов георешеткой на входе и выходе трубы. Устройство основания из ГПС и укладка ранее демонтированных железобетонных плит для укрепления дна русла на входе	1
5	Бетонирование полостей между КМГС и существующей прямоугольной трубой. Бетонирование откосов на входе и выходе трубы.	1



Рисунок 1. Разборка укрепления дна, устройство основания и монтаж стапеля, из деревянного бруса, для сборки и передвижки КМГС [материал автора]



Рисунок 2. Монтаж КМГС [материал автора]



Рисунок 3. КМГС установлена в проектное положение [материал автора]



Рисунок 4. КМГС после 2-х лет эксплуатации [материал автора]

После двух лет эксплуатации КМГС, 19.10.2022г, выполнено экспертное обследование специалистами ТОО «AsiaGeoCentre», АО «КаздорНИИ» и эксплуатационной организации ДЭУ-25. По результатам проведенного осмотра выявлено, что:

- геометрические параметры гофрированной трубы соответствуют первоначальным проектным данным;
- во время снегоуборочных работ от удара погрузчика получено небольшое повреждение на входной части трубы, следы коррозии стали и отславивания цинкования отсутствуют;
- в целом состояние трубы - хорошее, несущая способность конструкции КМГС достаточна для пропуска транспортных средств без ограничения скорости движения.

На рисунке 5, приведён проектный чертёж КМГС, стальные гофрированные листы объединяют между собой высокопрочными болтами. В таблице 2 приведены основные характеристики металла и геометрические размеры примененной КМГС.

a) Вход ИС



Выход ИС

б)

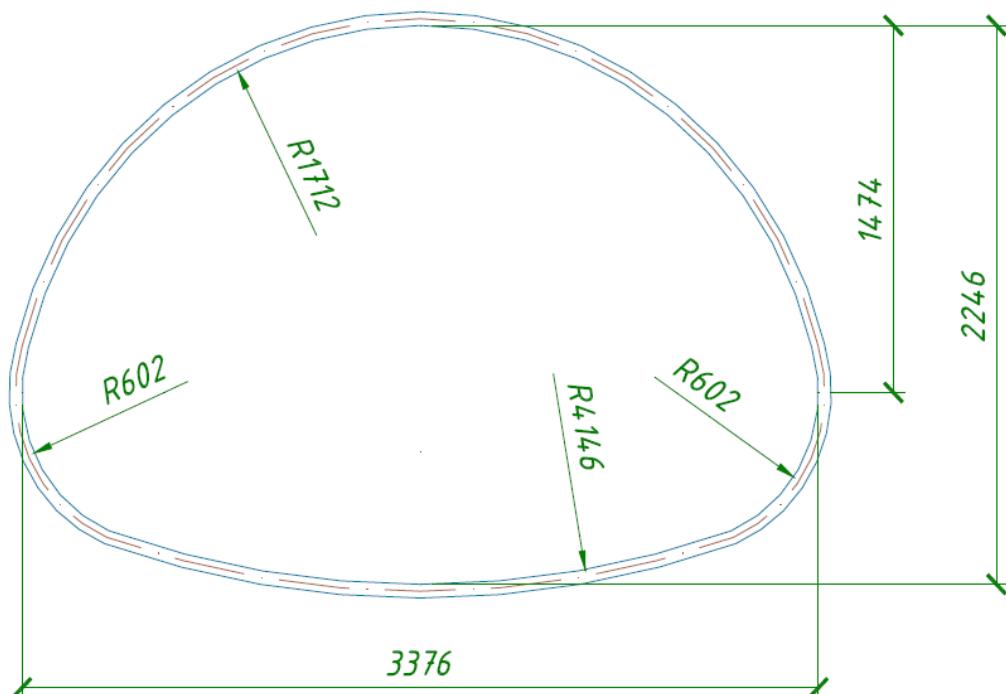


Рисунок 5. Монтажная схема КМГМ. а) Вид изнутри конструкции; б) Разрез конструкции 1-1 [материал автора]

Таблица 2. Основные показатели примененной КМГС

Очертание	Замкнутое сечение арочного очертания, по внутренним граням ($R1 = 602$ мм, $R2 = 1712$ мм, $R3 = 602$ мм, $R4 = 4146$ мм)
Марка стали	S235JR по EN 10025-2-2004 [3]
Предел текучести стали	Не менее 235 Мпа
Длина по низу, мм	23 430
Длина по верху, мм	16 660
Угол пересечения, град	90
Антикоррозионная защита основной конструкции, тип (толщина, мкм)	Двустороннее антикоррозионное покрытие-слой цинка, нанесенный методом горячего цинкования (55 мкм)
Метизы для сборки конструкции	Специальные высокопрочные болты и гайки M20 (класс прочности 8.8) с увеличенной конической головкой и коническим фланцем (покрыты горячим цинком толщиной 45 мкм)
Внешняя защита конструкций от механических повреждений	Нетканым геотекстилем поверхностной плотностью 200 г/м ²
Вес всей конструкции, кг	6 739

Сравнение объёмов работ по устройству КМГС способом «гильзования» и традиционного способа полной замены трубы по типовому проекту [4], приведены в таблице 3. В соответствии со сметным расчётом стоимость работ по «гильзованию» составила 22 722 тыс.тенге, в ценах 2024г, объёмы работ приведены в таблице 3 столбец 4. Для сравнения определена стоимость замены существующего скотопрогона на идентичную новую конструкцию из сборного железобетона, объёмы работ приведены в таблице 3 столбец 3.

Полная замена прямоугольных железобетонных конструкций скотопрогона, на традиционные идентичные железобетонные конструкции сечением 4,0x2,5м, по [4], составила

– 38 752 тыс.тенге, в ценах 2024г. Нормативная продолжительность строительства скотопрогона составляет – 17 рабочих дней. Таким образом, выгода применения метода «гильзования» с КМГС обоснована реальными цифрами, технико-экономическое сравнение показателей приведены в таблице 4.

Возможности проведения ремонта не ограничиваются только методом «гильзования», возможно строительство КМГС в составе реконструкции, нового строительства или капитального ремонта малых и средних мостов, с длиной пролета от 4,0м до 32,0м, из гофрированной стали концерна «ViaCon». Примером может служить капитальный ремонт моста через р.Карачик, на км 8+850 автомобильной дороги Р-31 "Кентау – Туркестан – Шаульдер – Тортколь", приведенное на рисунке 6. В этом случае предложенагрунтозасыпная арочная КМГС, запроектированная по схеме 3х14,45 м, общей длиной 43,1 м, на фундаментах мелкого заложения, на естественном основании. ИС сооружение построено на месте существующего моста со схемой 1х24,06м.

Таблица 3. Сравнительная таблица объёмов работ по устройству КМГС способом «гильзования» и традиционного способа полной замены трубы

№ п.п.	Наименование работ	Ж.б. труба отв. 4,0x2,5м	КМГС
1	Демонтаж сборных ж.б.плит укрепления дна на входе и выходе	8,0м ³	3,5 м ³
2	Демонтаж открылоков на входе и выходе трубы	10,36м ³	10,36м ³
3	Демонтаж тела трубы	30,0м ³	-
4	Разработка котлована под фундамент	450,0м ³	-
5	Песчано-щебеночная подготовка под тело трубы	6,0м ³	2,0м ³
6	Устройство фундамента	29,6м ³	-
7	Установка тела трубы	83,5м ³	6,74т
8	Установка открылоков	10,36м ³	-
9	Бетонирование пазух	-	70,1
10	Устройство укрепления откосов на входе и выходе трубы	3,5 м ³	3,5 м ³
11	Устройство укрепления дна на входе и выходе трубы	8,0м ³	3,5 м ³
12	Устройство объездной дороги	200,0пм	-
13	Обратная засыпка котлована, и устройство насыпи земляного полотна	450,0м ³	-
14	Восстановление двухслойной дорожной одежды автомобильной дороги	20,0пм	-

Таблица 4. Технико-экономические показатели СМР

Показатели	Ж.б. труба отв. 4,0x2,5м	КМГС	Экономия, %
Срок службы, лет	50	50	-
Стоимость строительства, в ценах 2024г, тыс.тенге	38 752	22 722	70,5
Количество человек на объекте	8	8	-
Продолжительность строительства, дней	17*	6	183,0
Человек-часов	981,0*	384,0	156,0
Машино-часов	223,7*	24,0	888,0

*Примечание – с учётом разборки существующей насыпи автомобильной дороги.



Рисунок 6. Решение по капитальному ремонту малого моста, по схеме 3x14,45м, общей длиной 43,1м [материал автора]

На проектирование КМГС распространяются все технические требования по проектированию ИС, действующие на территории Республики Казахстан. Единственным недостатком является требование п.5.2.6 [5], в котором сказано, что «Применять трубы не допускается при наличии ледохода и карчехода, а также, как правило, в местах возможного возникновения селей и образования наледи. В местах возможного образования наледи в виде исключения может быть допущено применение прямоугольных железобетонных труб (ширина не менее 3 м и высотой не менее 2 м) в комплексе с постоянными противоналедными сооружениями».

Обсуждение

В статье хотелось показать, что КМГС методом «гильзования» обладают рядом преимуществ перед традиционными конструкциями, такими как: возможность оперативно запроектировать МГКС под любые современные нормативные подвижные нагрузки действующие на ИС, на промышленных дорогах и дорогах общественного пользования (АБ-151, А-14, НК-120/ НК-180, Еврокоды LM 1-4), и даже сверхнормативные, простота монтажа, короткие сроки проведения работ, экономическая эффективность, удобство транспортировки, возможность применения в сложных условиях, и соответственно низкая вовлеченность машин и механизмов, что снижает углеродный след.

Так же отметим, что преимущества, имеющиеся у металлических гофрированных конструкций, и опыт их применения в других странах позволяют говорить о том, что метод «гильзования» с использованием КМГС является перспективным направлением в транспортном строительстве.

Конфликт интересов. Корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

Ссылка на данную статью: Ким А.И., Пак С.С., Фролов А.А., Тулегенов М.Е., Хайрнасов А.С. Инновационные решения капитального ремонта, прямоугольных водопропускных труб и малых мостов, на автомобильных дорогах // Вестник

Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyn Khabarshysy. 2025;1 (9):20-30. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2025-02>

Cite this article as: Kim A.I., Pak S.S., Frolov A.A., Tulegenov M.E., Khairnasov A.S. Innovacionnye resheniya kapital'nogo remonta, pryamougol'nyh vodopropusknih trub i malyh mostov na avtomobil'nyh dorogah [Innovative solutions for major repairs of rectangular culverts and small bridges on highways]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogo instituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyn Khabarshysy. 2025;1(9): 20-30. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2025-02>

Литература

- [1] Отчёт агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. Бюро национальной статистики. Серия 9. Статистика транспорта. 2023. <https://stat.gov.kz/api/iblock/element/6056/file/ru/>
- [2] Р РК 218-179-2021 «Рекомендации по проектированию и строительству искусственных сооружений из металлических гофрированных конструкций на автомобильных дорогах общего пользования»
- [3] EN 10025-2-2004 «Изделия горячекатаные из конструкционных сталей. Часть 2. Технические условия поставки»
- [4] Типовой проект ТП 3.501-104. Разработки «Главтранспроект». 1975.
- [5] СП РК 3.03-112-2013 «Мосты и трубы. Правила проектирования».

References

- [1] Otchet agentstva po strategicheskomu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazakhstan [Report of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan]. Byuro natsionalnoy statistiki. Seriya 9. Statistika transporta = Bureau of National Statistics. Series 9. Transport statistics. 2023, <https://stat.gov.kz/api/iblock/element/6056/file/ru/> (in Russ.)
- [2] R RK 218-179-2021 «Rekomendatsii po proyektirovaniyu i stroitelstvu iskusstvennykh sooruzheniy iz metallicheskikh gofrirovannykh konstruktsiy na avtomobilnykh dorogakh obshchego polzovaniya» [R RK 218-179-2021 «Recommendations for the design and construction of artificial structures made of corrugated metal structures on public roads»]. (in Russ.)
- [3] EN 10025-2-2004 «Izdeliya goryachekatanyye iz konstruktsionnykh staley. Chast 2. Tekhnicheskiye usloviya postavki» [EN 10025-2-2004 "Hot-rolled products from structural steels. Part 2. Technical terms of delivery"]. (in Russ.)
- [4] Tipovoy proyekt TP 3.501-104. Razrabotki «Glavtransproyekt» [Standard draft TP 3.501-104. «Glavtransproekt» developments]. 1975. (in Russ.)
- [5] SP RK 3.03-112-2013 «Mosty i truby. Pravila proyektirovaniya» [SP RK 3.03-112-2013 "Bridges and pipes. Design rules"]. (in Russ.)

Транспортные услуги. Инженерия и инженерное дело

DOI: 10.63377/3005-4966.1-2025-03

УДК: 629.33

МРНТИ: 73.31.17

Исследование отказов элементов автомобилей и использования запасных частей

***Мурзахметова У.А., Ткачук М.Г., Никоненко А.Н.**

Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г.Алматы, Казахстан

*Автор-корреспондент e-mail: u_murzakhmetova@mail.ru

Аннотация

Эффективность использования автомобильного транспорта в значительной степени зависит от эксплуатационной надежности его подвижного состава. Надежность автотранспортных средств зависит от их надлежащего конструктивного исполнения, обоснованной стратегией поддержания их работоспособности при эксплуатации. Реализация этой стратегии во многом определяется использованием современных информационных технологий, к которым можно отнести методы и средства диагностического прогнозирования характеристик надежности (отказов) автомобилей. Использование современных технологий в области поддержания работоспособности автомобилей позволяет обеспечивать условия их безопасности, повысить степень использования долговечности составных элементов, сократить простоя в ремонте, уменьшить расход запасных частей и материалов и т.д.

В работе также представлен статистический анализ исследования отказов элементов автомобилей-тягачей 2-х марок. Исследованные отказы деталей, узлов и агрегатов автомобилей-тягачей позволили определить законы распределения случайных величин появления потребности в запасных частях. Рассмотренные причины появления отказов элементов и использования запасных частей автомобилей-тягачей позволили установить, что большая часть причин появления нарушений работоспособности, имеющих несимметричные законы распределения, отражают несовершенство конструкции, нарушения технологических процессов сборки, неприспособленность подвижного состава к условиям эксплуатации.

Ключевые слова: автомобиль, запасные части, подвижной состав, надежность, работоспособность.

Поступила:
25 декабря 2024
Рецензирование:
17 января 2025
Принята в печать:
06 марта 2025

Мурзахметова У.А.

Информация об авторах:

Кандидат технических наук профессор кафедры «Транспортная техника и организация перевозок», Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5429-023X>. E-mail: u_murzakhmetova@mail.ru.

Ткачук М.Г.

магистрант 2 года обучения ОП 7М07104 «Транспорт, транспортная техника и технологии», Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3944-4437>. E-mail: m.tkachuk@gmail.com

Никоненко А.Н.

магистрант по образовательной программе 7М07104 «Транспорт, транспортная техника и технологии», Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0937-1329>. E-mail: a.nikonenko@mail.ru.

Көлік қызметі. Инженерлік іс және инженерия

DOI: 10.63377/3005-4966.1-2025-03

ӘОЖ: 629.33

FTAMP: 73.31.17

**Көлік құралдарының бөлшектерінің істен шығуын зерттеу және қосымша
өлшектерді пайдалану**

***Мурзахметова У.А., Ткачук М.Г., Никоненко А.Н.**

Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан
*Автор-корреспондент e-mail: u_murzakhmetova@mail.ru

Түйіндеме

Мақала келді:
25 желтоқсан 2024
Саралтамадан өтті:
17 кантар 2025
Қабылданды:

06 наурыз 2025

Автомобиль көлігін пайдалану тиімділігі көбінесе оның жылжымалы құрамының пайдалану сенімділігіне байланысты. Көлік құралдарының сенімділігі олардың дұрыс дизайнына және жұмыс кезінде олардың жұмыс қабілеттілігін сақтаудың дұрыс стратегиясына байланысты. Бұл стратегияны іске асыру көбінесе көлік құралдарының сенімділік сипаттамаларын (ақауларын) диагностикалық болжай әдістері мен құралдарын қамтитын заманауи ақпараттық технологияларды қолданумен анықталады. Автокөліктердің жұмыс қабілеттілігін сақтау саласында қазіргі заманғы технологияларды қолдану олардың қауіпсіздік жағдайларын қамтамасыз етуге, құрамдас бөліктердің ұзақ мерзімділігін пайдалану дәрежесін арттыруға, жөндеу кезінде тоқтап қалуды азайтуға, қосалқы бөлшектер мен материалдардың шығынын азайтуға және т.б.

Жұмыста тіркемесімен автокөліктің екі түрлі маркасының элементтерінің істен шығуын зерттеудің статистикалық талдауы берілген. Автомобильдердің бөлшектерінің, тораптары мен зерттелген ақаулары анықталған қосалқы бөлшектерге қажеттіліктің пайда болуының кездейсоқ шамаларының таралу заңдылықтарын анықтауға мүмкіндік берді. Элементтердің істен шығуының және автомобильдердің қосалқы бөлшектерінің пайдаланулылының қарастырылған себептері асимметриялық бөлу заңдылықтары бар ақаулардың пайда болу себептерінің көпшілігі конструкцияның жетілмегендігін, технологиялық қарастыру үдерістерінің бұзылуын және жылжымалы құрамның жұмыс жағдайларына жарамсыздығын көрсететінін анықтауға мүмкіндік берді.

Түйін сөздер: автомобиль, қосалқы бөлшектер, жылжымалы құрам, сенімділік, өнімділік

Авторлар туралы ақпарат:

Мурзахметова У.А

Техника ғылымдарының кандидаты, «Көлік технологиясы және тасымалдауды үйлемдастыру» кафедрасының профессоры, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5429-023X>. E-mail: u_murzakhmetova@mail.ru.

Ткачук М.Г

7M07104 «Көлік, көлік техникасы және технологиясы» білім беру бағдарламасы бойынша магистрант, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3944-4437>. E-mail: m.tkachuk@gmail.com

Никоненко А.Н.

7M07104 «Көлік, көлік техникасы және технологиясы» білім беру бағдарламасы бойынша магистрант, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0937-1329>. E-mail: a.nikonenko@mail.ru.

Transportation Services. Engineering

DOI: 10.63377/3005-4966.1-2025-03

UDC: 629.33

IRSTI: 73.31.17

Study of vehicle component failures and the use of spare parts

***Murzakhmetova U.A., Tkachuk M.G., Nikonenko A.N.**

Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan

*Corresponding author e-mail: u_murzakhmetova@mail.ru

Abstract

Received:
25 December 2024
Peer-reviewed:
17 January 2025
Accepted:
06 March 2025

The efficiency of using motor transport largely depends on the operational reliability of its rolling stock. The reliability of motor vehicles depends on their proper design, a justified strategy for maintaining their operability during operation. The implementation of this strategy is largely determined by the use of modern information technologies, which include methods and means of diagnostic forecasting of reliability characteristics (failures) of vehicles. The use of modern technologies in the field of maintaining the operability of vehicles allows us to ensure their safety conditions, increase the degree of use of the durability of components, reduce downtime during repairs, reduce the consumption of spare parts and materials, etc. The paper presents a statistical analysis of the study of failures of elements of tractor vehicles of 2 brands. The studied failures of parts, units and assemblies of tractor vehicles made it possible to determine the laws of distribution of random variables of the emergence of a need for spare parts. The considered reasons for the occurrence of failures of elements and the use of spare parts of tractor vehicles made it possible to establish that the majority of reasons for the occurrence of malfunctions with asymmetric distribution laws reflect the imperfection of the design, violations of technological assembly processes, and the unsuitability of the rolling stock for operating conditions.

Keywords: automobile, spare parts, rolling stock, reliability, performance

Murzakhmetova U.A.	<p>Information about authors: Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport Engineering and Organization of Transportation, Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5429-023X. E-mail: u_murzakhmetova@mail.ru.</p>
Tkachuk M.G.	<p>2-nd year master's student of the OP 7M07104 - "Transport, transport equipment and technologies", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3944-4437. E-mail: m.tkachuk@gmail.com</p>
Nikonenko A.N.	<p>2-nd year master's student of the OP 7M07104 - "Transport, transport equipment and technologies", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-0937-1329. E-mail: a.nikonenko@mail.ru.</p>

Введение

Одной из основных задач для автотранспортных предприятий является поддержание подвижного состава в работоспособном состоянии при минимальном времени нахождения автомобиля в ремонте. Для этого необходимо обеспечить на складе автопредприятия необходимое количество требуемых запасных частей для узлов и агрегатов автомобилей. Это особенно важно для автомобилей, осуществляющих дальние и международные перевозки, так как ремонт таких автомобилей необходимо планировать заранее, к моменту их возвращения из рейса. Однако в условиях ограниченности оборотных средств и при дорогоизнене запасных частей предприятиям приходится формировать складской фонд запасных частей и закупать запасные части, опираясь на опыт предыдущей эксплуатации и интуицию[1].

Основные задачи исследования: выявить тип и количество деталей узлов и агрегатов автомобилей, заменяемых в процессе эксплуатации и установить закономерности их отказов и определить в эксплуатационных условиях наименее надежные агрегаты, узлы и детали.

Для исследования были выбраны автотранспортные средства автомобильного гаража фирмы «Ялта» - автомобили-тягачи Mercedes-Benz 1844 Actros LS и автомобили Volvo FH 1242 2009 и 2014 гг. выпуска в составе автопоездов с полуприцепами Schmitz и Krone. Данные о заменах деталей собирались с начала эксплуатации. За период с 2020 по 2024 гг. средний пробег автопоездов составил около 700 тыс. км. Эксплуатировались автопоезда на дорогах I-й и II-й категории условий эксплуатации. Были собраны данные по заменам контрольных групп автомобилей по агрегатам, узлам, механизмам и системам. На основании этих данных построены диаграммы распределения отказов по пробегу.

Методы

Для построения статистических характеристик отказов информация по наработкам (пробегам) разбивалась на интервалы с определением наибольшего и наименьшего значения показателя, опытной вероятности, опытной частоты, среднеквадратичного отклонения и значения коэффициента вариации.

Данные по наработкам на отказ разбивались на интервалы по формуле:

$$n = 1 + 1,44 \cdot \ln(N)(1)$$

Интенсивность потока отказов определялась по формуле:

$$\lambda = \frac{n(l)}{N(l) \cdot \Delta l} \quad (2)$$

где: $n(l)$ - количество отказов за пробег Δl ед.;

$N(l)$ - общее количество отказов, ед.

Поскольку на практике не хватает априорной информации для однозначного выбора базового закона распределения, прибегают к критериям согласия. При этом уровень значимости превышающий 0,05 говорит о верности первоначально выбранной гипотезы.

Оценка выбранных гипотез осуществлялась на основе критерия Акаике (Akaike's information criterion, AIC) [2]:

$$AIC = -2 \ln L(\hat{\theta}) + 2k + \frac{2k(k+1)}{(n-k-1)} \quad (3)$$

где: k - количество характеристик гипотезы;

$(\hat{\theta})$ - вектор оценок характеристик выбранной гипотезы;

$\ln L(\hat{\theta})$ – логарифм функции максимального правдоподобия

Последнее слагаемое зачастую игнорируют и не используют, так как эта часть формулы необходима для выравнивания критерия при анализе малых выборок.

Логарифм функции максимального правдоподобия можно представить в следующем виде:

$$\ln L(\hat{\theta}) = \sum_{i=1}^n \delta_i \ln f(t_i, \hat{\theta}) + \sum_{i=1}^n (1 - \delta_i) \ln S(t_i, \hat{\theta}) \quad (4)$$

где: $t_i, i=1, 2, \dots, n$ - эмпирический массив длительностей, ч.;

n - численность массива длительностей,

$\delta_i, i = 1, 2, \dots, n$ – соответствующий массив индикаторов цензурирования,

$f(t_i, \hat{\theta})$ – функция плотности нулевой гипотезы,

$S(t_i, \hat{\theta})$ – оценка выбранной функции выживания

Из нескольких статистических моделей наиболее адекватной считают модель с наименьшим значением критерия AIC.

Оценка отказов и замен запасных частей узлов и агрегатов автомобилей- тягачей позволяет определить наименее надёжные узлы и элементы, требующие внимания в процессе разработки и изготовления.

Получены общие характеристики исследуемых автомобилей (таблица 1).

Таблица 1. Общие характеристики исследуемых автомобилей

Показатель	Volvo FH 1242	Mercedes-BenzActros LS
Количество автомобилей, ед.	15	16
Среднее число отказов на один автомобиль, ед.	13,29	33,11
Средний пробег, км	455010	703450
Средний пробег до первого отказа, км	141750	171881

При исследовании эксплуатационных отказов автомобиля-тягачей Mercedes-Benz 1844 Actros LS были заменены рулевые тяги, замена сальника ведущей шестерни главной передачи, замена или ремонт турбокомпрессора, замена топливного бака, замена торсиона кабины, ремонт или замена автономного отопителя, замена тахографа, ремонт или замена форсунок, электронных блоков управления агрегатов и узлов, дисплея, воздушных и масляных трубопроводов, датчиков, кабеля ABS, генератора, амортизаторов, тормозных механизмов, аккумуляторной батареи (таблица 2).

Также имели место замены коробки передач, блока управления двигателем [3].

Таблица 2. Распределение замен деталей, узлов, агрегатов

№	Наименование детали, узла, агрегата	К общему количеству, %
1	ДВС	10,2
2	Трансмиссия	11,4
3	Рулевое управление	5,2
4	Ходовая часть	16,7
5	Электрооборудование	17,3
6	Тормозная система	14,4
7	Другое (подвеска и освещение кабины, система комфорта водителя)	24,8

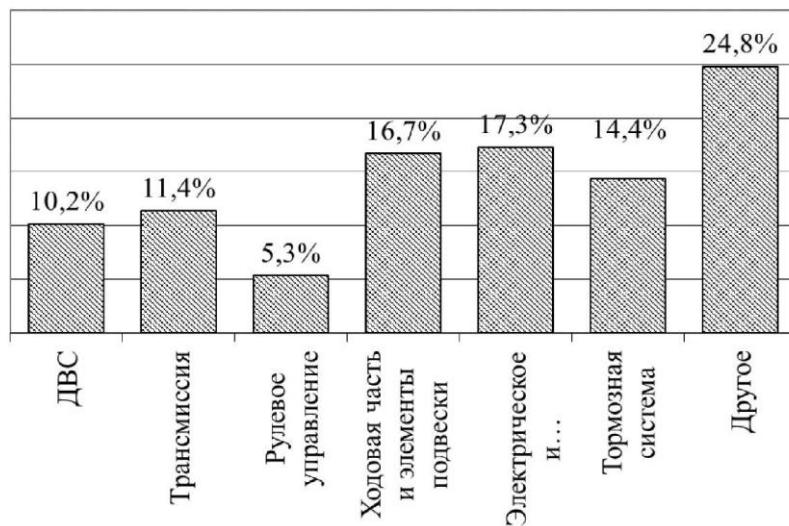


Рисунок 1. Распределение отказов механизмов и систем по системам автомобилей Mercedes-Benz Actros 1844 LS [материал автора]

Обсуждения

Выявленные нарушения технического состояния автомобилей по своему виду, характеру, причинам возникновения и времени устранения значительно разнятся между собой [4, 5]. Их анализ, изучение физической сущности и частоты повторяемости позволили квалифицированно влиять на эффективность эксплуатации автомобилей.

Классифицируя причины отказов элементов автомобилей в начальный период, следует отметить, что большая их часть относится к поломке, ослаблению затяжки крепления, перетиранию, преждевременному износу. Удельный вес износовых отказов составляет около 20%, а ослабление затяжки крепления - более 60%. Характерно, что число последних с пробегом уменьшается и после первых 60 тыс. км уже не превышает 15%.

Знание закономерностей возникновения отказов позволяет решать практические задачи в сферах конструкции автомобилей и планирования количества запасных частей в их эксплуатации.

В системе электрического и особенно электронного оборудования также были выполнены замены. Неудачное место расположения аккумуляторных батарей приводит к постоянному их загрязнению и засорению вентиляционных отверстий пробок. Отсутствие необходимой тепловой изоляции кабин привело к появлению при низких температурах конденсата, который, попадая на приборную панель, вызывает самопроизвольное срабатывание электроприборов. В результате заменялись аккумуляторные батареи, датчики, тахографы, кабель ABS, производилось перепрограммирование бортовых компьютеров.

17% отказов относится к электрооборудованию, большинство (178 замен) приходится на замену ролика натяжителя ремня генератора, 124 - на замену подшипника генератора, 119 - на замену ремня генератора. За все время эксплуатации автомобилей было заменено 58 генераторов - это фактически на каждом 3-м автомобиле. Также было зафиксировано 105 ремонтов тахографов, из них 10 - замена тахографов в сборе. Отказы подчинены нормальному закону распределения (рисунок 2).

Также аналогично проведена исследования эксплуатационных отказов для автомобилей-тягачей Volvo FH 1242

При эксплуатации автомобилей-тягачей Volvo в течение первого года были выявлены: недостаточная мощность тягачей при движении на подъемах, неудовлетворительная работа подвески при движении по дорогам в условиях стран СНГ, замены аккумуляторных батарей,

амортизаторов, крепежных соединений, повышенный износ шин ведущих колес, отсутствие надежного отопления кабины.

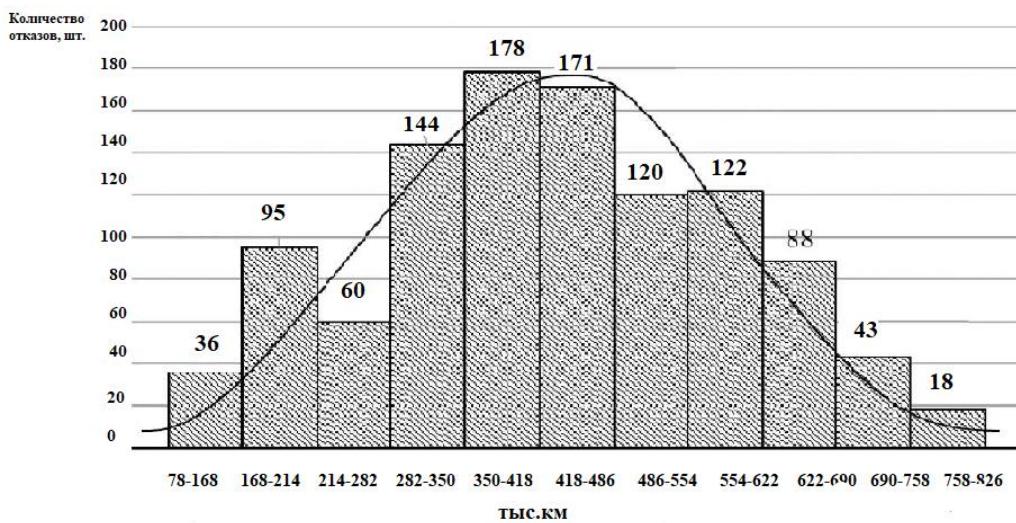


Рисунок 2. Распределения отказов электрооборудования [материал автора]

С увеличением пробега до 80 тыс. км увеличилось количество заявок на устранение неисправностей и отказов в агрегатах автомобилей. Использование автономного отопителя при изменении погодных условий резко увеличило количество заявок на его ремонт. Фиксировались отказы в электрооборудовании [6]. Анализ потока отказов автомобилей-тягачей Volvo FH 1242 показал, что характерными отказами были: неисправности двигателя (36,4%), электрооборудования (21,8%), трансмиссии (8,6%), отказы ходовой части, и подъема кабины, также часто встречаются поломки системы отопления.

Среди неисправностей систем двигателя (рисунок 4), являющихся фактически каждой третьей неисправностью, было определено, что 34,6% из них составляют неисправности системы подачи и подготовки топливной смеси (замены форсунок, их стаканов и уплотнений). Большую часть неисправностей системы отработавших газов составляют замены гофры глушителя, замены прокладок выпускного коллектора. В двигателях внутреннего сгорания за период эксплуатации менялись коренные и шатунные вкладыши, слабым местом оказались задние сальники коренного подшипника; в системе охлаждения – термостат. Замены в системе смазки характеризуются отказом датчика давления масла. Видно, что большая часть замен была выполнена на первых 300 тыс. км пробега. Отказы агрегатов подчинены логнормальному закону распределения. К заменам трансмиссии отнесены замены дисков сцепления, подшипников выжимных, также требовались ремонтные комплекты пневмо-гидроусилителя сцепления. Воздействия на тормозную систему в половине случаев – это замены пружин тормозных колодок; также выполнялись замены датчиков износа колодок и клапана ограничения давления, менялись модуляторы управления тормозами полуприцепов, модуляторы EBS. К заменам ходовой части, относятся пневморессоры и другие элементы пневмоподвески – клапана и датчики. Также выполнялись ремонты лучевой тяги и замены колесных гаек. Отказы электрооборудования характерны заменами ремня и ролика натяжителя, подшипников и якоря генератора. Также для автомобилей данной марки характерны замены элементов автономного отопителя салона в течение всего периода эксплуатации.

Отказы элементов тормозной системы приведены в таблице 3. Статистический анализ показал наличие равномерного распределения отказов датчика износа тормозных колодок Volvo FH 1242, в тоже время для деталей тормозной системы Mercedes-Benz Actros 1844 LS характерно логарифмически-нормальное распределение.

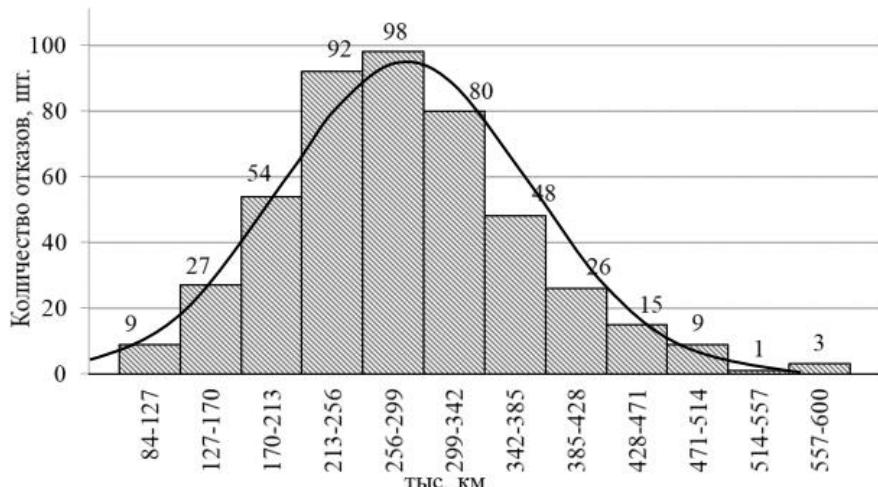


Рисунок 3. Распределение отказов по интервалам пробега [материал автора]

Таблица 3. Отказы электронного оборудования элементов тормозной системы

Марка	Деталь	Отказов, ед.	%	Средняя наработка до отказа, км
Mercedes-Benz Actros 1844 LS	Блок EBS	30	23,8	359400
	Датчик ABS	46	36,5	514717
	Модулятор тормоза	50	39,7	533460
Volvo FH 1242	Датчик износа тормозных колодок	26	56,5	312923
	Модулятор тормоза	12	26,1	256583
	Датчик ABS	4	8,7	270750
	Блок EBS	4	8,7	286750

Выводы

Исследованные отказы деталей, узлов и агрегатов автомобилей-тягачей позволили определить законы распределения случайных величин появления потребности в запасных частях.

Рассмотренные причины появления отказов и использования запасных частей автомобилей-тягачей позволили установить, что большая часть причин появления нарушений работоспособности, имеющих несимметричные законы распределения, отражают несовершенство конструкции, нарушения технологических процессов сборки, неприспособленность подвижного состава к условиям эксплуатации. Нормальный закон распределения показывает, что на появление отказа влияет сравнительно большое число независимых (или слабозависимых) элементарных факторов, каждый из которых в отдельности вносит лишь незначительный вклад по сравнению с суммарным влиянием всех остальных.

Для повышения уровня эксплуатационных свойств транспортных средств, в конструкцию современного автомобиля все шире внедряются электронные и микропроцессорные системы. Однако, как показывает опыт эксплуатации, до 35% отказов других систем может быть вызвано отказом элемента электрооборудования.

Анализ времени доставки запасных частей показывает, что в таких условиях минимизация склада запасных частей приводит к увеличению простоя автомобилей в ожидании требуемой запасной части и понижению эффективности работы предприятия. Несмотря на то, что большая часть запасных частей автомобилей доставляется на предприятие в течение суток, время, требуемое на выполнение ремонта, как правило, гораздо меньше времени доставки запасной части. Существуют такие запасные части, замена которых производится быстро, но время доставки, которых может достигать 71 двух недель. Это обуславливает необходимость оптимизации склада для уменьшения простоя в ремонте и ожидании требуемой запасной части.

Систематизированные данные по отказам, позволяют прогнозировать и планировать число ремонтных воздействий, потребности в рабочей силе, площадях, материалах и запасных частях. Собранные статистические данные использованы для определения вероятности отказов деталей за периоды эксплуатации, которые необходимы для оптимизации склада запасных частей автотранспортного предприятия.

Конфликт интересов. Корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

Ссылка на данную статью: Мурзахметова У.А., Ткачук М.Г., Никоненко А.Н. Исследование отказов элементов автомобилей и использования запасных частей // Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyn Khabarshysy. 2025;1(9):31-40. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2025-03>

Cite this article as: Murzakhmetova U.A., Tkachuk M.G., Nikonenko A.N. Issledovanie otkazov elementov avtomobilej i ispol'zovaniya zapasnyh chastej [Study of vehicle component failures and the use of spare parts]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogo institute = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyn Khabarshysy. 2025;1(9):31-40. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2025-03>

Литература

- [1] Гамазин И.В. Управление сетью автомобильных дилерских предприятий. Автореф. дис. канд. экон. наук: 08.00.05. Гамазин Илья Валерьевич. 2007, 16 с.
- [2] Akaike H.A. Bayesian analysis of the minimum AIC procedure. Annals of the Institute of Statistical Mathematics. 2007, vol. 30, 9–14p.
- [3] Кравченко А.П. Статистический анализ надежности автомобилей тягачей Mercedes-Benz 1844 Actros LS. А.П.Кравченко, Е.А.Верительник. Материалы VII международной научно-технической конференции «Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств». 2012, 188 – 192.
- [4] Кравченко А.П. Исследования нарушений работоспособности автомобилей-тягачей Volvo FH 1242 в гарантийный и послегарантийный периоды эксплуатации. Вестник СевНТУ. Машиностроение на транспорте. 2013, 142, 100–103.
- [5] Хасанов Р.Х. Основы технической эксплуатации автомобилей. Учебное пособие. ГОУ ОГУ. 2003, 193 с.
- [6] Иванов В.П. Ремонт автомобилей. Учебное пособие. В.П.Иванов, В.К.Ярошевич, А.С.Савич. Высш. шк. 2009, 383 с.

References

- [1] Gamazin I.V. Upravleniye setyu avtomobilnykh dilerskikh predpriyatiy [Management of a network of automobile dealerships]. Avtoreferat kandidatskoj dissertacii = abstract of a candidate's dissertation. 2007, 16. (in Russ.).
- [2] Akaike H.A. Bayesian analysis of the minimum AIC procedure. Annals of the Institute of Statistical Mathematics. 2007, vol. 30, 9–14. (in Eng.).

- [3] Kravchenko A.P. Statisticheskiy analiz nadezhnosti avtomobiley tyagachey Mersedes-Benz 1844 Actros LS [Statistical analysis of reliability of trucks Mersedes-Benz 1844 Actros LS]. A.P.Kravchenko. E.A.Veritelnik. Materiały VII mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferencii «Problemy kachestva i ekspluatatsii avtotransportnykh sredstv» = Proceedings of the VII International Scientific and Technical Conference "Problems of Quality and Operation of Motor Vehicles". 2012, 188 – 192. (in Russ.).
- [4] Kravchenko A.P. Issledovaniya narusheniy rabotosposobnosti avtomobiley-tyagachey Volvo FH 1242 v garantiynykh i poslegarantiynykh periodakh ekspluatatsii [Research of malfunctions of Volvo FH 1242 tractors during warranty and post-warranty periods of operation]. Vestnik SevNTU. Mashinostroyeniye na transporte = SevNTU Bulletin. Mechanical Engineering in Transport. 2013, 142, 100–103. (in Russ.).
- [5] Khasanov R.Kh. Osnovy tekhnicheskoy ekspluatatsii avtomobiley [Basics of technical operation of cars]. Uchebnoye posobiye = Tutorial. GOU OGU. 2003, 193. (in Russ.).
- [6] Ivanov V.P. Remont avtomobiley [Car repair]. Uchebnoye posobiye = Tutorial. V.P.Ivanov., V.K.Yaroshevich., A.S.Savich. Vyssh.shk. 2009, 383. (in Russ.).

Информационно-коммуникационные технологии

DOI: 10.63377/3005-4966.1-2025-04

УДК: 378.147:004

МРНТИ: 20.53.01

Междисциплинарные связи при обучении информационно-коммуникационным технологиям на иностранном языке

***Мажит З.С., Бекмуханбетова Ш.А., Канибекова М.Ә., Карлинская М.А.**

Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б.Гончарова, Алматы, Казахстан

*Автор-корреспондент e-mail: z.work@list.ru

Аннотация

Поступила:
15 января 2025
Рецензирование:
10 февраля 2025
Принята в печать:
10 марта 2025

В настоящее время необходимость изменить традиционные подходы к образованию от приобретения краткосрочных навыков к проактивным программам, которые внедряют технологии в обучение, имеет первостепенное значение. В статье рассматриваются междисциплинарные связи курса «Информационно-коммуникационные технологии» с преподаванием на иностранном языке при проведении лабораторных занятий. Показано, что применение междисциплинарных связей является неотъемлемой составной частью курса. Актуализация междисциплинарных связей усиливает системность знаний обучаемых, обеспечивает единство учебного процесса.

Известно, что иностранные языки являются подходящей платформой для развития не только специальных знаний, но и востребованных современностью «softskills». При выполнении заданий развиваются и закрепляются когнитивные навыки: логическое мышление, математические навыки, интеллектуальное мышление (умение производить поиск и анализ информации), владение английским языком (умение отстаивать свою точку зрения), память; технические навыки: навыки составления плана, умение грамотно формулировать свои мысли устно и письменно. Устные ответы студентов выявляют наличие у них важных социальных и поведенческих навыков: стремление получить новый опыт в иной языковой среде, стремление к развитию, т.е. к свободному владению английским языком, умение владеть собой.

Преподавание дисциплины «Информационно-коммуникационные технологии» на английском языке способствует расширению кругозора, актуализации знаний иностранного языка, усилиению интереса обучаемых к изучению английского и других языков, позволяет эффективно развивать гибкие навыки.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, междисциплинарная связь, лабораторные работы, мобильное обучение, гибкие навыки.

Информация об авторах:

Мажит З.С.	Магистр, КазАДИ им. Л. Б. Гончарова, 050061, просп. Райымбека 415B, г. Алматы, Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-9097-1828 . Email: z.work@list.ru
Бекмуханбетова Ш.А.	ассоц.профессор, PhD. КазАДИ им. Л. Б. Гончарова, 050061, просп. Райымбека 415B, г. Алматы, Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8663-3842 . Email: sulubek@mail.ru
Канибекова М.Ә.	Магистр, КазАДИ им. Л. Б. Гончарова, 050061, просп. Райымбека 415B, г. Алматы, Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2384-0398 . Email: m.kanibekova1@gmail.com
Карлинская М.А.	Магистр, Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л. Б. Гончарова, 050061, просп. Райымбека 415B, г. Алматы, Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-2725-0305 . Email: m_kar@mail.ru

Шет тілінде ақпараттық-коммуникациялық технологияларды оқытудағы пән аралық байланыс

***Мажит З.С., Бекмұханбетова Ш.А., Канибекова М.Ә., Карлинская М.А.**

Л.Б.Гончаров ат. Қазақ автомобиль-жол институті, Алматы, Қазақстан

*Автор-корреспондент: e-mail: z.work@list.ru

Түйіндеме

Макала келді:
15 қантар 2025
Сараптамадан өтті:
10 ақпан 2025
Қабылданды:
10 наурыз 2025

Мақалада шет тілінде оқытудағы «Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар» курсының пәнаралық байланыстары зертханалық сабактар үшін қарастырылған. Пәнаралық байланыстарды пайдалану курсын құрамдас бөлігі екені көрсетілген. Пәнаралық байланысты өзектендіру студенттердің жүйелі білімдерін арттырады, оку үрдісінің бірлігін қамтамасыз етеді.

Шет тілдері тек арнайы білімді ғана емес, сонымен қатар заманауи сұранысқа ие “жұмсақ дағдыларды” дамыту үшін қолайлы алаң екені белгілі. Тапсырмаларды орындау кезінде танымдық қабілеттер дамып бекітіледі: логикалық ойлау, математикалық дағдылар, интеллектуалды ойлау (ақпаратты іздеу және талдау қабілеті), ағылшын тілін білу (өз көзқарасын қорғау қабілеті), есте сақтау; техникалық дағдылар: жоспар құру дағдысы, өз ойын ауызша және жазбаша түрде дұрыс тұжырымдай білу дағдысы. Студенттердің ауызша жауаптары олардың маңызды әлеуметтік және мінез-құлық дағдыларына ие екендігін көрсетеді: басқа тілдік ортада жаңа тәжірибе алуға ұмтылы болу, дамуға ұмтылыс жасау, яғни ағылшын тілін еркін менгеруге, өзін-өзі басқара білуге қадам жасау.

«Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар» пәнін ағылшын тілінде оқыту студенттердің ой-өрісін кеңейтуге, шет тілі білімін тереңдетуге, ағылшын және басқа тілдерді үйренуге деген қызығушылығын арттыруға ықпал етіп, икемді дағдыларды тиімді дамытуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: ақпараттық-коммуникациялық технологиялар, пәнаралық байланыс, лабораториялық жұмыстар, оқыту, жұмсақ дағдылар.

Мажит З.С.	Авторлар туралы ақпарат: «Информатика» бағ. жарнаптылыстану ғ. магистрі, ага оқытушы, Л.Б. Гончаров ат. Қазақ автомобиль-жол институты, 050061, Райымбек даңғ. 415B, Алматы қ., Қазахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-9097-1828 . Email: z.work@list.ru;
Бекмұханбетова Ш.А.	Ассоц. профессор, PhD, Л.Б. Гончаров ат. Қазақ автомобиль-жол институты, 050061, Райымбек даңғ. 415B, Алматы қ., Қазахстан. Email: sulubek@mail.ru; ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8663-3842
Канибекова М.Ә.	тех.ғ. магистрі, оқытушы, Л.Б. Гончаров ат. Қазақ автомобиль-жол институты, 050061, Райымбек даңғ. 415B, Алматы қ., Қазахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2384-0398 . Email: m.kanibekova1@gmail.com;
Карлинская М.А.	тех.ғ. магистрі, ага оқытушы, Л.Б. Гончаров ат. Қазақ автомобиль-жол институты, 050061, Райымбек даңғ. 415B, Алматы қ., Қазахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-2725-0305 . Email: m.kar@mail.ru

Information and Communication Technologies

DOI: 10.63377/3005-4966.1-2025-04

UDC: 378.147:004

IRSTI: 20.53.01

**Interdisciplinary relations for teaching Information and Communication Technologies
in a foreign language**

***Mazhit Z.S., Bekmuhanbetova Sh.A., Kanibekova M.A.,
Karlinskaja M.A.**

Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B.Goncharov, Almaty, Kazakhstan

*Corresponding author e-mail: z.work@list.ru

Abstract

Received:

15 January 2025

Peer-reviewed:

10 February 2025

Accepted:

10 March 2025

Nowadays the need for changing traditional approaches to education from the acquisition of short-term skills to proactive programs that infuses technology into the learning is of utmost importance. Interdisciplinary links of the course "Information and Communication Technologies" with teaching in a foreign language for laboratory classes are considered. It is exhibited, that the interdisciplinary links' use is an integral part of the course. Actualization of the interdisciplinary connections enhances the consistency of students' knowledge, ensures the unity of the educational process.

It is known, that foreign languages are a suitable platform for the development of not only special knowledge, but also "soft skills", which are modern days requirement. Completing tasks, cognitive skills are developed and consolidated: logical thinking, mathematical skills and intellectual thinking (an ability to search and analyze information), English proficiency (an ability to defend one's point of view), memory; technical skills: skills of drawing up a plan, an ability to correctly formulate one's thoughts orally and in writing. Students' oral answers reveal their important social and behavioral skills, such as a desire to gain new experience in a different language environment, desire for development, i.e. to English fluency, an ability to control themselves.

Teaching "Information and Communication Technologies" in English promotes to widening of world vision of students, foreign language knowledge actualization and increasing students interest to study English and other languages, permits to efficiently develop their soft skills.

Keywords: information and communication technologies, interdisciplinary communication, laboratory work, training, soft skills.

Information about authors:	
Mazhit Z.S.	Magister of Natural Sciences, Automobile and Road Institute. 050061, 415B Raiymbek Avenue, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-9097-1828 . Email: z.work@list.ru ;
Bekmuhanbetova Sh. A.	PhD, Associate Professor, Automobile and Road Institute, Almaty, Kazakhstan, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8663-3842 . Email: sulubek@mail.ru
Kanibekova M.A.	Magister of Technical Sciences, Automobile and Road Institute. 050061, 415B Raiymbek Avenue, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2384-0398 . Email: m.kanibekova1@gmail.com
Karlinskaja M.A.	Magister of Technical Sciences, Automobile and Road Institute. 050061, 415B Raiymbek Avenue, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-2725-0305 . Email: m_kar@mail.ru

Введение

Современный этап развития науки и технологий характеризуется междисциплинарными связями, взаимодействием наук, из чего и следует актуальность межпредметных связей в учебном процессе [1-3]. Актуализация междисциплинарных (межпредметных) связей и развитие умений разносторонне применять полученные знания способствуют обобщению и углублению компетенций студентов по развитию навыков самостоятельной познавательной деятельности, межпредметные связи являются важнейшим условием и результатом комплексного подхода в обучении [1].

Одна из главных задач курса «Информационно-коммуникационные технологии» (ИКТ) в системе высшего образования – научить студента применять современные информационные средства и технологии работы в профессиональной предметной области, подготовить к быстрому восприятию и обработке больших объемов информации, сформировать информационную культуру [4, 5]. ИКТ являются важным элементом процесса обучения и преподавания [6].

Преподавание этого предмета на иностранном (английском) языке позволяет углубить знания, расширить кругозор обучаемых, применять знания иностранного языка практически, т.е. по возможности превратить его из пассивного в активный, актуализировать знания английского языка, способствовать усилению интереса студентов к изучению английского и других языков. Курс ИКТ с преподаванием на иностранном языке относится к общеобразовательным дисциплинам и является обязательным для подготовки студентов 1 и 2 курсов технических и экономических специальностей вузов РК [7]. Преподавание ИКТ включает лекции, лабораторные занятия, самостоятельную работу студентов.

Лабораторные занятия по ИКТ на английском языке позволяют показать связь различных дисциплин, прежде всего ИКТ и профессионального иностранного языка, учат применять на практике знания языка обучения, на них отрабатываются навыки работы на компьютере. Занятия активизируют умственную деятельность студентов, стимулируют их к самостоятельному приобретению знаний.

Выделяют следующие виды междисциплинарных связей: предшествующие, сопутствующие и перспективные [8]. Предшествующие междисциплинарные связи – это связи, когда при изучении материалов одной дисциплины опираются на ранее полученные знания по другим курсам (предметам). Сопутствующие междисциплинарные связи – это связи, учитывающие то, что ряд вопросов и понятий одновременно изучаются по разным дисциплинам. Перспективные предметные связи – это связи, которые используются, когда изучение материала по одному предмету опережает его применение в других курсах.

Известно, что иностранные языки являются платформой для развития не только специальных знаний, но и востребованных современностью “softskills” [9, 10]. “Softskills” – (англ. "мягкие" навыки) универсальные компетенции, которые сложно измерить количественными показателями [11]. Эти навыки приобретаются с личным опытом. Выделяют когнитивные, социальные и поведенческие, а также технические "мягкие" навыки [12, 13].

Методы

Выполнение лабораторных работ по ИКТ предполагает написание отчета по работе и устные ответы до и после выполнения конкретной лабораторной работы. Отчет по лабораторной работе оформляется следующим образом: указываются номер, тема лабораторной работы, цели, упражнения, задания, необходимые вычисления. Большинство лабораторных работ выполняются на компьютере, файлы должны храниться в собственной папке студента. Индивидуальные папки хранятся (находятся) в папках групп. Несмотря на то, что лабораторные задания сохраняются в электронном виде, необходимы записи. Таким

образом, студенты учатся планировать, делать записи, на лабораторных занятиях закрепляются навыки составления плана и письма.

В ходе лабораторных занятий по ИКТ используются в основном предшествующие и сопутствующие междисциплинарные связи. Данный курс имеет предшествующие межпредметные связи со школьными курсами математики, информатики, ИКТ и физики, сопутствующие междисциплинарные связи – с дисциплиной «Профессионально-ориентированный иностранный язык», вузовскими курсами математики и физики. Тем не менее, следует отметить, что этот курс имеет широкие перспективы. Поэтому не следует исключать перспективные междисциплинарные связи, например, с курсами «Проектирование ИС», «Интеллектуальные информационные системы», а также с другими курсами по специальности обучаемых.

Междисциплинарные связи курса ИКТ с преподаванием на иностранном языке для лабораторных работ (2021б: 5), (2021б: 4) [4, 5] представлены ниже в таблице 1.

Таблица 1 – Междисциплинарные связи курса ИКТ с преподаванием на иностранном языке при проведении лабораторных занятий

Элементы контента курса (компетенции)	Тема занятия	Междисциплинарная связь
Умение подсчитывать информационный объем сообщения	Laboratory work 1. Introduction to ICT	Физика. Термины: «кило», «мега», «гига». Математика. Таблица значений целых степеней двойки от 2^2 до 2^{10} .
Владение терминологией	Laboratory work 1. Introduction to ICT	Английский язык. Термины: information, coding, computer, processor, software, symbol table, character.
Умение определить длительность машинного цикла по тактовой частоте процессора, определить показатели эффективности компьютера.	Laboratory work 2. Computation of metrics of productivity of computer system	Математика. Связь процентного выражения с долями от целого. Решение задач в общем виде, где учащиеся должны, применяя несколько формул, вывести одну – конечную. Физика. Оформление задач Физика. Радиотехника. Определение длительности машинного цикла по тактовой частоте процессора
Владение терминологией	Laboratory work 2. Computation of metrics of productivity of computer system	Английский язык. Термины: memory, cycle, cycle time, instruction, CPI, MIPS, efficiency, CPU.
Знание терминов	Laboratory work 3. Operation with files and directories	Английский язык. Термины: file, folder, attribute, file system, file extension, filename
Умение определить путь к файлу, найти необходимую информацию в системе	Laboratory work 3. Operation with files and directories	Математика. Понятия абсолютной и относительной величин
Навыки работы с клавиатурой при	Laboratory work 4. Non-text objects in text editor	Математика. Формулы. Геометрические фигуры.

введение формула и навыки при построении геометрических фигур и диаграмм в MSWord		Физика. Декартова система координат.
Умение выделять главное, записывать данные в табличном виде	Laboratory work 5. Creation of database in MS Access Laboratory work 6. Creation of queries in MS Access Laboratory works 7-8.	Проектирование ИС для автодорожной отрасли. Составление списков, таблиц.
Умения осуществлять перевод чисел из двоичной и шестнадцатеричной систем счисления в десятичную и обратно	Laboratory work 9. IP addressing. Monitoring of a network	Математика. Системы счисления.
Навыки по построению графиков	Laboratory work 10. Formulas and functions in MS Excel	Математика. Построение графика функции
Знание терминологии	Laboratory work 11. Design of graphic interface Web applications	Английский язык. Термины: web-page, website, link, browser window, toolbar, background, frame
Владение терминологией	Laboratory works 12-14. Laboratory work 15. Trends of ICT development.	Английский язык. Термины, словесные выражения: video file, presentation, e-service, slide, slideshow, navigation bar, effect, WordArt, layout, movie, to launch program, setting slide timings, pattern, visual effects, tools, video tools, to adjust sound level, clip, trimming clips, to edit clip, uploading clips.

Рассмотрим междисциплинарные связи при рассмотрении примера из лабораторной работы № 2 по теме «Computation of metric of productivity of computer system» [4].

Suppose a program (or a program task) takes 1 billion instructions to execute on a processor running at 2 GHz. Suppose also that 50% of the instructions execute in 3 clock cycles, 30% execute in 4 clock cycles, and 20% execute in 5 clock cycles. What is the execution time for the program or task?

Прежде всего необходимо определить, какие величины известны, обозначить их. Общее число инструкций (элементарных операций) в программе: $N=10^9$ instr. Задана тактовая частота процессора: $f = 2 \cdot 10^9 \text{ Hz}$. Значения числа инструкций в процентах необходимо записать в долях от 1, так 50% от общего числа инструкций (элементарных операций) соответствует $0,5N$, 30% - $0,3N$ и т.д. Необходимо найти время выполнения программы t_{ex} .

Таким образом, записаны заданные величины, указана неизвестная величина. Перевод числа инструкций в процентах в значения, соответствующие долям от 1 – это стандартная математическая процедура. Запись заданных и неизвестной величин выполняется подобно краткой записи данных задачи в курсе физики [14]. Решение следует начать с определения длительности машинного цикла по частоте процессора. Это вызывает некоторые трудности у обучаемых. Обозначим длительность такта \square .

$$\tau = \frac{1}{f} = \frac{1}{2 \cdot 10^9} = 0.5 \cdot 10^{-9} (s)$$

Определение длительности машинного цикла по тактовой частоте выполняется по формуле, известной из физики и/или радиотехники [14, 15].

Время выполнения (работы) программы определяется суммой времён всех её частей. Поскольку 50% инструкций выполняются за 3 машинных цикла, то время выполнения t_1 равно произведению $0.5 \cdot 3$. Времена выполнения других частей программы t_2 и t_3 равны соответственно $0.3 \cdot 4$ и $0.2 \cdot 5$.

$$t_1 = 0.5N3\tau; t_2 = 0.3N4\tau; t_3 = 0.2N5\tau.$$

Общее время равно: $t_{ex} = t_1 + t_2 + t_3$.

Вынесем за скобку общие множители:

$$t_{ex} = N\tau(0.5 \cdot 3 + 0.3 \cdot 4 + 0.2 \cdot 5)$$

Внутри скобок останется величина, равная CPI (циклы в секунду). CPI = 3.7. Время выполнения программы равно 1.85 с.

Приведенное решение является наглядным и корректным. Междисциплинарные связи в данном примере используются при определении долей от целого – математика, при определении длительности машинного цикла по тактовой частоте – формула из курса физики и радиотехники.

В лабораторной работе №3 «Operation with files and directories» рассматриваются понятия абсолютного (полного) и относительного пути к файлу. В данном случае можно провести параллель с математикой, где вводятся понятия абсолютной и относительной величин (значений).

Предположим, что абсолютное значение некоторой величины равно В. Тогда её относительное значение по отношению к другой величине равно В/А, где А – абсолютное значение второй величины. Следует отметить, что в курсе физики также широко используются эти понятия.

Путь показывает расположение файла и/или папки (каталога, директории) в файловой системе. Полный или абсолютный путь (an absolute path) – это путь, который указывает на расположение файла или каталога относительно корневого каталога. Относительный путь (a relative path) – это путь, который указывает на расположение файла по отношению к текущему рабочему каталогу.

В задании необходимо сравнить L_r длину относительного пути к файлу с L длиной абсолютного пути к нему. Длина пути в данном случае определяется по количеству вложенных папок или каталогов. Это не длина в общезвестном смысле. Из вышесказанного следует, что $L_r \leq L$.

С целью повышения доступности учебных ресурсов – прежде всего контента лабораторных работ на занятиях применялись мобильное обучение и eLearning. Эти технологии позволяют использовать учебные ресурсы не только в ходе занятий, но и для самостоятельной подготовки обучаемых к лабораторным занятиям.

Результаты

В приведенных примерах из лабораторных работ применение междисциплинарных связей является неотъемлемой составной частью курса ИКТ. Таким образом, можно сделать

следующий вывод: обучение ИКТ на английском языке невозможно само по себе, без учета и применения знаний из других дисциплин, в частности математики, физики, радиотехники и иностранного языка.

При выполнении заданий развиваются и закрепляются когнитивные навыки: логическое мышление, математические навыки, интеллектуальное мышление (умение производить поиск и анализ информации), владение английским языком (умение отстаивать свою точку зрения), память и креативность; социальные навыки: толерантность. При защите лабораторной работы студенты отвечают на контрольные вопросы. Устные ответы студентов выявляют наличие у них некоторых социальных и поведенческих навыков: стремление получить новый опыт в иной языковой среде, стремление к развитию, т.е. к свободному владению английским языком, умение владеть собой.

На занятиях развиваются как языковые навыки, так и “softskills”, поэтому в этой траектории развития студентов лабораторные занятия по ИКТ на английском языке достаточно эффективны.

Обсуждение

Актуализация междисциплинарных связей – это современный принцип обучения, который усиливает системность знаний обучаемых, обеспечивает единство учебного процесса. Курс «Информационно-коммуникационные технологии» является одним из базовых и необходим при подготовке специалистов с высшим техническим и экономическим образованием различного профиля. Преподавание ИКТ на английском языке способствует расширению кругозора, актуализации знаний иностранного языка, усилинию интереса обучаемых к изучению английского и других языков, позволяет эффективно развивать гибкие навыки.

Доклад по материалам статьи был заслушан на заседании научно-методического совета кафедры «История Казахстана, общеобразовательные дисциплины и информационные технологии» Казахского автомобильно-дорожного института им. Л.Б. Гончарова.

Это исследование не получило какого-либо конкретного гранта от финансирующих агентств в государственном, коммерческом или некоммерческом секторах.

Конфликт интересов. Корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

Ссылка на данную статью: Мажит З.С., Бекмуханбетова Ш.А., Канибекова М.Ә., Карлинская М.А. Междисциплинарные связи при обучении информационно-коммуникационным технологиям на иностранном языке // Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2025;1(9):41-50. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2025-04>

Cite this article as: Mazhit Z.S., Bekmuhanbetova Sh.A., Kanibekova M.A., Karlinskaja M.A. Mezhdisciplinarnye svyazi pri obuchenii informacionno-kommunikacionnym tekhnologiyam na inostrannom yazyke [Interdisciplinary relations for teaching Information and Communication Technologies in a foreign language]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogo institutu = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2025;1(9):41-50. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2025-04>

Литература

- [1] Sugurzhanova G., Kudaibergenova A. Methods of implementing interdisciplinary links between physics and computer science. ВестникКазНУ. Серия педагогическая, [S.1.]. 2021, v. 69, n. 4, 155-165. <https://doi.org/10.26577/JES.2021.v69.i4.14>
- [2] Lemoine P. A., Waller R. E., Garretson Ch. J. & Richardson M. D. Examining Technology for Teaching and Learning. J. Edu. 2020, Dev., 4, 80-89. <https://doi:10.20849/jed.v4i2.781>
- [3] Садыков Т.С., Бектемесов М.А., Исқаков К.Т. и др. Информационно-образовательное поле в системе непрерывного образования Республики Казахстан. Монография. Алматы. КазНПУ имени Абая. 2006, 176 с.

- [4] Methodical guide for laboratory work for the discipline «Information and communication technologies». Алматы. 2021.
- [5] УМКД «Information and communication technologies». Алматы. 2021.
- [6] Oralbekova A.K., Suleimen M.M. ICTs in inclusive education: international experience. ВестникКазНУ. Серия педагогическая, [S.I.]. 2019; 64(3):72-82.
<https://doi.org/10.26577/JES.2020.v64.i3.07>
- [7] Нурпесисова Т.Б., Кайдаш И.Н. ИКТ. Учебное пособие. Алматы. Бастау. 2017, 183 с.
- [8] Электронный ресурс <https://infourok.ru/mezhpredmetnie-svyazi-v-kurse-informatiki-i-ikt-pri-podgotovke-k-ekzamenu-3238589.html> (Дата обращения 03.02.2023)
- [9] Карпова А.В. Развитие softskills на занятиях по английскому языку как ключевой навык успешного выпускника ВУЗа. <https://scipress.ru/pedagogy/articles3.02.2023>.
- [10] Pak Y., Kulgildinova T. Method of solving problem situational-professional tasks as the basis for the formation of argumentative communicative competence. ВестникКазНУ. Серия педагогическая. 2020; 61(4): 38-46. <https://doi.org/10.26577/JES.2019.v61.i4.04>.
- [11] Костин А.В. Мастер-класс "Формирование навыков Hard-skills и soft-skills". Электронный ресурс <https://nsportal.ru/shkola/informatika-i-ikt/library/2020/10/06/master-klass-formirovaniye-navykov-hard-skills-i-soft> (Дата обращения 23.02.2023)
- [12] Пономарева О. Я. Выбор технологий развития softskills специалистами в условиях цифровизации. http://inper.academy/wpcontent/uploads/2019/05/DSEME-2018_Conference-Proceedings.pdf (Дата обращения 23.02.2023)
- [13] Scheel L., Vladova G. & Ullrich A. The influence of digital competences, self-organization, and independent learning abilities on students' acceptance of digital learning. Int. J. Educ. Technol. HighEdu. 2022; 19:44-76. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00350-w>
- [14] Трофимова Т. И. Курсфизики. Академия. 2020, 560 с.
- [15] Гершензон Е. М. и др. Радиотехника. Просвещение. 1986, 319 с.

References

- [1] Sugurzhanova, G., Kudaibergenova, A. Methods of implementing interdisciplinary links between physics and computer science. Journal of Educational Sciences. 2021; 69(4):155-165. <https://doi.org/10.26577/JES.2021.v69.i4.14> (in Eng.)
- [2] Lemoine, P. A., Waller, R. E., Garretson, Ch. J., & Richardson, M. D. Examining Technology for Teaching and Learning. Journal of Education and Development. 2020; 4: 80. <https://doi:10.20849/jed.v4i2.781> (in Eng.)
- [3] Sadykov T.S., Bektemesov M.A., Iskakov K.T. etc. Informatsionno-obrazovatel'noye pole v sistemenepreryvnogoobrazovaniyaRespubliki Kazakhstan [Information and educational field in the system of continuous education of the Republic of Kazakhstan: monograph] Almaty: KazNPU named after Abay. 2006, 176p. (in Russ.)
- [4] Methodical guide for laboratory work for the discipline «Information and communication technologies». Almaty, QazARI. 2021. (in Eng.)
- [5] EMCD «Information and communication technologies» [UMKD «Information and communication technologies»]. Almaty, QazARI. 2021. (in Eng.)
- [6] Oralbekova, A.K., Suleimen, M.M. ICTs in inclusive education: international experience. Journal of Educational Sciences. 2019; 64(3):72-82. <https://doi.org/10.26577/JES.2020.v64.i3.07> (in Eng.)
- [7] Nurpeisova T.B., Kaidash I.N. ICT. Uchebnoeposobie. [ICT. Tutorial]. Almaty: Bastaу, 2017, 183 p. (in Russ.)
- [8] Electron. resource <https://infourok.ru/mezhpredmetnie-svyazi-v-kurse-informatiki-i-ikt-pri-podgotovke-k-ekzamenu-3238589.html> (Accessed:3.02.2023). (in Eng.)
- [9] Karpova, A.V. Razvitiye soft skills na zanyatiyakh po angliyskomu yazyku kak klyuchevoy navyk uspeshnogo vypusknika VUЗа [Developing soft skills in English classes as a key skill for

- a successful university graduate]. <<https://scipress.ru/pedagogy/articles> (Accessed:3.02.2023). (in Russ.)
- [10] Pak, Y., Kulgildinova, T. Method of solving problem situational-professional tasks as the basis for the formation of argumentative communicative competence. *Journal of Educational Sciences*. 2020, 61 (4),38-46. <https://doi.org/10.26577/JES.2019.v61.i4.04>(in Eng.)
- [11] Kostin, A.V. Master-klass "Formirovaniyenavykov Hard-skills i soft-skills" [Master class "Formation of hard-skills and soft-skills"]. <https://nsportal.ru/shkola/informatika-i-ikt/library/2020/10/06/master-klass-formirovaniye-navykov-hard-skills-i-soft> (Accessed:3.02.2023). (in Russ.)
- [12] Ponomareva, O.Ya. Vybortekhnologiy razvitiya soft skills spetsialistami v usloviyakh sifrovizatsii [The choice of technologies for the development of soft skills by specialists in the context of digitalization]. http://inper.academy/wpcontent/uploads/2019/05/DSEME-2018_Conference-Proceedings.pdf (Accessed:3.02.2023). (in Russ.)
- [13] Scheel, L., Vladova, G., Ullrich, A. The influence of digital competences, self-organization, and independent learning abilities on students' acceptance of digital learning. *Int. J. Educ. Technol. High Edu.* 2022; 19:44. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00350-w> (in Eng.)
- [14] Trofimova, T.I. Kursfiziki [Physics course]. Academy. 2020, 560p. (in Russ.)
- [15] Gershenson, E.M. etc. Radiotekhnika [Radio engineering]. Prosveshcheniye=Education. 1986, 319p. (in Russ.)

Business and Management

DOI: 10.63377/3005-4966.1-2025-05

UDC: 331.108.4

IRSTI: 03.29

Historical development of multicultural management: from trade routes to modern strategies

***Bocharova N.A., Yarovyi I.O.**

Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine

*Corresponding author e-mail: bocharova.n.a.xnadu@gmail.com

Abstract

Received:
08 January 2025
Peer-reviewed:
21 February 2025
Accepted:
03 March 2025

This article explores the historical evolution of multicultural management, tracing its roots from the era of great geographical discoveries and trade routes to the modern-day strategies employed by global organizations. It highlights how intercultural interactions, initially driven by economic interests, gradually transformed into key elements of organizational management. The paper examines the influence of international trade, colonial expansion, and the rise of multinational corporations in the 19th and 20th centuries, which laid the foundation for modern multicultural management practices. Special attention is given to the role of globalization, digital technologies, and workforce mobility in shaping contemporary management strategies. The study also emphasizes the importance of intercultural competence and inclusive leadership in fostering innovation, productivity, and competitiveness in today's globalized business environment. Through a historical lens, the article illustrates how effective management of cultural diversity has become a critical factor in achieving organizational success.

Keywords: multicultural management, historical development, globalization, intercultural competence, workforce mobility, digital technologies, inclusive leadership, organizational success

Bocharova N.A.	<p><i>Information about authors:</i> <i>Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Management, Kharkiv National Automobile and Highway University, 61000, YaroslavaMudrogo St, 25, Kharkiv, Ukraine. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4371-0187 Email: bocharova.n.a.xnadu@gmail.com</i></p>
Yarovyi I.O.	<p><i>Student PhD, Department of Management, Kharkiv National Automobile and Highway University, 61000, YaroslavaMudrogo St, 25, Kharkiv, Ukraine. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-4044-2614 Email: yarovyii.o.xnadu@gmail.com</i></p>

Бизнес және басқару

DOI: 10.63377/3005-4966.1-2025-05

ӘОЖ: 331.108.4

FTAMP: 03.29

Мультикультуралық басқарудың тарихи дамуы: сауда жолдарынан қазіргі стратегияларға дейін

*Бочарова Н.А., Яровий И.О.

Харьков Үлттық автомобиль және автомобиль жолдары университеті, Харьков, Украина

*Автор-корреспондент e-mail: bocharova.n.a.xnadu@gmail.com

Түйіндеме

Мақала келді:
08 кантар 2025
Саралтамадан өтті:
21 ақпан 2025
Қабылданды:
03 наурыз 2025

Бұл мақала мультикультуралық басқарудың тарихи эволюциясын зерттейді, оның тамырларын ұлы географиялық ашуулар мен сауда жолдарынан бастап, қазіргі замандағы жаһандық ұйымдар қолданатын стратегияларға дейін қадағалайды. Мұнда экономикалық мұдделерден туындаған алғашқы мәдениетаралық өзара әрекеттесулердің ұйымдық басқарудың негізгі элементтеріне айналғаны көрсетіледі. Мақалада халықаралық сауданың, отарлық кеңео мен трансұлттық корпорациялардың XIX және XX ғасырларда өсүнің әсері қарастырылады, олар қазіргі заманғы мультикультуралық басқару практикаларының негізін қалады. Глобализацияның, цифрлық технологиялар мен жұмыс күшінің мобильділігінің заманауи басқару стратегияларын қалыптастырудың рөліне ерекше назар аударылады. Бұл зерттеу сонымен қатар мәдениетаралық құзыреттілік пен инклюзивті көшбасшылықтың инновацияларды, өнімділікті және бәсекеге қабілеттілікті арттыруды маңыздылығын көрсетеді. Тарихи көзқарас арқылы мақала мәдени әртүрлілікті тиімді басқарудың ұйымның жетістігін қамтамасыз етудегі шешуші факторға айналғанын көрсетеді.

Түйін сөздер: мультикультуралық басқару, тарихи даму, глобализация, мәдениетаралық құзыреттілік, жұмыс күшінің мобильділігі, цифрлық технологиялар, инклюзивті көшбасшылық, ұйымның жетістігі.

Авторлар туралы ақпарат:

Экономика ғылымдарының кандидаты, Харьков Үлттық автомобиль және автомобиль жолдары университетінің басқару кафедрасының доценті, 61000, Ярослава Мудрого көшесі, 25, Харьков, Украина. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4371-0187> Email: bocharova.n.a.xnadu@gmail.com

Студент PhD, менеджмент кафедрасы, Харьков Үлттық автомобиль және автомобиль жолдары университетінің басқару кафедрасының доценті, 61000, Ярослава Мудрого көшесі, 25, Харьков, Украина. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-4044-2614> Email: yarovyyi.o.xnadu@gmail.com

Бочарова Н.А.

Яровий И.О.

Историческое развитие мультикультурного управления: от торговых путей до современных стратегий

*Бочарова Н.А., Яровий И.О.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков, Украина

*Автор-корреспондент e-mail: bocharova.n.a.xnadu@gmail.com

Аннотация

Эта статья исследует историческую эволюцию мультикультурного управления, прослеживая истоки видеоэпохи Великих географических открытий и торговых путей к современным стратегиям, используемым глобальными организациями. В ней рассматриваются последствия международной торговли, колониальной экспансии и роста транснациональных корпораций в 19 и 20 веках, которые заложили основу для современных практик мультикультурного управления. Особое внимание уделено роли глобализации, цифровых технологий и мобильности рабочей силы в формировании современных стратегий управления. В исследовании также отмечается важность межкультурной компетентности и инклюзивного лидерства для стимулирования инноваций, производительности и конкурентоспособности в глобализированной бизнес-среде. Через историческую призму статья иллюстрирует, как эффективное управление культурным разнообразием явилось важным фактором успеха организаций.

Ключевые слова: мультикультурное управление, историческое развитие, глобализация, межкультурная компетентность, трудовая мобильность, цифровые технологии, инклюзивное лидерство, организационный успех.

Поступила:
08 января 2025
Рецензирование:
21 февраля 2025
Принята в печать:
03 марта 2025

Бочарова Н.А.

Информация об авторах:

Кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, 61000, ул. Ярослава Мудрого, д. 25. г. Харьков, Украина. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4371-0187>. Email: bocharova.n.a.xnadu@gmail.com

Яровий И.О.

Студент PhD, кафедра менеджмента. Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, 61000, ул. Ярослава Мудрого, д.25. г. Харьков, Украина. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-4044-2614> Email: yarovyyi.o.xnadu@gmail.com

Introduction

In the context of globalization and digital transformation, managing a multicultural environment is becoming increasingly important. The growing number of international companies, enhanced workforce mobility, and the widespread adoption of remote work create new challenges and opportunities for organizations. In the face of the constant development of international economic ties and integration processes, the ability to effectively manage diverse teams has become a critical success factor.

The relevance of this research is emphasized by the need for organizations to adapt to changes in the socio-economic environment. Effective human resource management in a culturally diverse setting contributes to increased innovation, productivity, and competitiveness. At the same time, a lack of understanding of intercultural differences can lead to conflicts, decreased team effectiveness, and missed market opportunities.

The research is also timely due to the need to develop new management approaches that take into account current trends, such as digital communication, the use of artificial intelligence in recruitment, and the implementation of inclusive policies in corporate governance. Analyzing best practices from multinational corporations like Google, Microsoft, and Procter & Gamble demonstrates that strategic use of multiculturalism is a significant driver of sustainable business growth.

Thus, studying the mechanisms of effective management in a multicultural environment is crucial for forming adaptive, innovative, and socially responsible organizations capable of succeeding in a globalized world.

Methods

The multicultural environment in human resource management has deep historical roots dating back to the period of great geographical discoveries when trade routes connected different civilizations. During this period, intercultural interaction was fragmented and often limited to economic interests. For example, during the active development of the Silk Road, the primary goal of intercultural interaction was trade in silk, spices, and other goods, shaping economic interdependence between regions. Additionally, trade alliances such as the Hanseatic League in medieval Europe created conditions for the exchange of not only goods but also ideas, although the main focus remained on economic benefits. In such conditions, cultural exchange was more of a byproduct rather than a consciously integrated component of cooperation.

Over time, with the rise of international corporations in the 20th century, the concept of multiculturalism became an integral part of management practices. This process was largely fueled by the growth of globalization, the introduction of digital technologies, and increased workforce mobility, which laid the foundation for deeper cultural integration within a unified organizational structure. For example, the development of platforms such as Slack and Microsoft Teams has significantly simplified communication among employees from different parts of the world, ensuring seamless information exchange [1]. Furthermore, the implementation of artificial intelligence technologies in recruitment—such as the use of algorithms to select candidates based on cultural compatibility—demonstrates how digital tools contribute to adapting a multicultural approach in management [2, 3].

It is worth noting that the modern understanding of a multicultural environment has become possible thanks to scientific research and practical observations, which demonstrate that effective management of diverse teams fosters the development of an innovative culture within organizations [4, 5, 6]. This highlights the necessity of adapting management strategies focused on cultural diversity [7, 6, 4].

Starting from the 19th century, when the first international trading companies emerged and European colonial possessions gradually expanded, the role of cultural factors became more

noticeable. During this period, the first managerial approaches to working with employees from different ethnic and national backgrounds began to appear. However, there was still no systematic scientific foundation outlining the rules and practices for interaction in multicultural teams [8, 9].

The 20th century became the true catalyst for the conscious implementation of multiculturalism in management practices. As large international corporations emerged—initially in Europe and the United States, and later in Asia—multicultural teams became a natural phenomenon. This transformation was significantly influenced by two world wars, which pushed different economies toward closer cooperation, as well as the rise of globalization, digital technology development, and increased workforce mobility. These factors laid the foundation for creating more cohesive yet culturally diverse organizational structures [10, 11].

Thus, the historical evolution of multicultural management has established the groundwork for theoretical approaches that explain the mechanisms of adaptation and collaboration in culturally diverse environments.

With the rise of international projects and the increasing role of transnational corporations in the 21st century, the relevance of multicultural management continues to grow [12]. Scientific research and practical case studies presented in various works demonstrate that effective management of diverse teams directly impacts business performance and stimulates innovation [12, 13]. For instance, the study [12] examines a global corporation that achieved a 25% reduction in conflicts and an 18% increase in team efficiency through the implementation of intercultural training programs. The work [13] analyzes the experience of Toyota, which actively integrates employees' cultural characteristics to optimize production processes and enhance creativity. Among the companies that have successfully leveraged multiculturalism, Google, Microsoft, and Toyota stand out for creating inclusive environments for employees from diverse cultural backgrounds [14, 15].

Multiculturalism is defined as the coexistence of different cultures within an organization or society [15]. It encompasses not only ethnic or national differences but also aspects such as language, customs, values, and work styles [15, 16]. While multiculturalism allows organizations to integrate a broad range of ideas and perspectives, it also necessitates the development of adaptive strategies to prevent conflicts.

Inclusivity is a crucial element of effective multicultural team management [16, 17]. It involves creating an environment where all employees, regardless of their background, have equal access to professional development opportunities.

The formation of an inclusive organizational environment is also linked to the implementation of ethical principles [17, 18]. These principles include:

1. Ensuring equal opportunities and access to resources.
2. Transparency in HR procedures (hiring, promotions).
3. Combating all forms of discrimination.
4. Promoting dialogue and cultural exchange within work teams.

Companies that adhere to these approaches not only increase employee job satisfaction but also enhance their reputation as socially responsible organizations, which in turn makes them more competitive in the global market. Additionally, adopting programs such as mentorship or intercultural competence training helps create a harmonious work environment [17, 19].

Cultural diversity encompasses all forms of differences among employees that influence their interactions. This may include gender, age, education, and professional experience. Organizations that actively implement diversity inclusion strategies demonstrate higher productivity and better decision-making outcomes due to a more multifaceted approach to problem-solving [19].

Communication is a key challenge in a multicultural environment, as different cultures may have fundamentally different approaches to interaction [16, 18]. For example, in the healthcare sector, professionals from different cultural backgrounds may have varying perceptions of professional ethics or methods of conveying medical information, impacting patient care quality [18]. In technology companies like Google, communication challenges include aligning teamwork styles between employees from the U.S. and Asia—American professionals often prefer open discussions,

whereas Asian employees may favor avoiding direct confrontation. These differences require careful planning and the implementation of intercultural communication training programs to prevent misunderstandings and improve collaboration.

For instance, in Eastern cultures such as Japan and China, a high-context communication style dominates, where nonverbal cues play a significant role. In contrast, Western Europe and the U.S. primarily follow a low-context communication style, which is more direct and structured. Such differences can create barriers to effective collaboration among employees [18, 19].

To overcome these challenges, organizations implement intercultural communication training programs that help employees develop skills to adapt to their colleagues' cultural characteristics [16, 19]. Specifically, Hofstede's model and other frameworks provide tools for assessing cultural differences, allowing managers to design strategies that enhance communication processes.

Theoretical contributions from Fons Trompenaars and Charles Hampden-Turner, along with research from the GLOBE (Global Leadership and Organizational Behavior Effectiveness) project, expand the understanding of cultural distinctions by introducing new dimensions such as hedonism, gender equality, and Confucian dynamics [20, 21]. For example, Hampden-Turner and Trompenaars' work thoroughly analyzes conflicting values within organizations and proposes mechanisms for their harmonious integration [24]. The GLOBE project, in turn, has established a solid foundation for evaluating leadership models across cultures, aiding in the development of adaptive management strategies [22, 25].

Intercultural competence is a key factor in successful management within a multicultural environment [26, 27]. It includes:

1. Cognitive component – knowledge about other cultures, their traditions, and values.
2. Emotional component – the ability to empathize and understand the emotions and needs of individuals from different cultures.
3. Behavioral component – the ability to adapt one's behavior based on the context.

Developing these competencies requires not only education but also practical experience. Organizations that invest in intercultural competence development programs achieve better results in conflict prevention and overall team efficiency [28].

The multicultural environment presents both challenges and unique opportunities for organizations. Key challenges include language barriers, stereotypes, and differences in values and work approaches. For example, conflicts often arise due to varying perceptions of leadership roles or teamwork significance. However, these challenges can become sources of opportunity when managed effectively. Multicultural teams enable diverse perspectives, fostering innovation and enhancing creativity.

Ethical aspects of managing a multicultural environment include ensuring equal opportunities, combating discrimination, and promoting cultural exchange [29, 25]. For example, Google implements the "Diversity and Inclusion" program, which aims to create equal conditions for all employees regardless of their cultural background [29]. Microsoft has introduced the "Global Diversity and Inclusion" policy, which includes intercultural communication training and support networks for employees based on shared interests [29]. Additionally, Procter & Gamble has developed the "Everyone Valued, Everyone Included, Everyone Performing at Their Peak" initiative, which focuses on addressing biases and fostering an inclusive work environment [25].

These approaches enhance employee satisfaction and contribute to building a positive global corporate image. Organizations that adhere to ethical principles not only create a supportive work environment but also strengthen their reputation as socially responsible entities. The implementation of such practices supports long-term organizational sustainability in a competitive market.

A multicultural environment is a complex yet highly promising system that provides organizations with significant opportunities [28]. The integration of innovative human resource management approaches, the development of intercultural competence, and the adoption of ethical principles allow companies to leverage cultural diversity as a strategic asset. As a result, organizations achieve higher levels of innovation, productivity, and competitiveness in the global market.

Discussion

Managing a multicultural environment presents both challenges and opportunities for modern organizations. While cultural differences can lead to misunderstandings and communication barriers, they also serve as a foundation for creativity, innovation, and improved decision-making. The successful integration of diversity into organizational structures requires a strategic approach that includes training programs, intercultural competence development, and ethical leadership.

Organizations that actively implement diversity and inclusion policies demonstrate higher levels of employee engagement, productivity, and adaptability to global market demands. Case studies of leading multinational corporations such as Google, Microsoft, and Procter & Gamble confirm that a well-managed multicultural workforce contributes to competitive advantage and long-term sustainability.

Moreover, the evolution of multicultural management is closely linked to technological advancements and globalization. Digital communication tools and AI-driven recruitment processes further facilitate cultural integration, making it possible to develop cohesive teams despite geographical and cultural differences.

In conclusion, multiculturalism is not merely an aspect of corporate social responsibility but a key driver of organizational success. Companies that embrace cultural diversity and foster inclusive workplace environments are better positioned to navigate the complexities of the global economy, ensuring sustainable growth and continuous innovation.

Conflict of interest. The corresponding author declares that there is no conflict of interest.

Ссылка на данную статью: Бочарова Н.А., Яровий И.О. Историческое развитие мультикультурного управления: от торговых путей до современных стратегий // Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyn Khabarshysy. 2025;1(9):51-59. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2025-05>

Cite this article as: Bocharova N.A., Yarovy I.O. Istoricheskoe razvitiemul'tikul'turnogo upravleniya: ot torgovyh putej do sovremenennyh strategij [Historical development of multicultural management: from trade routes to modern strategies]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogo instituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyn Khabarshysy. 2025;1 (9):51-59. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2025-05>

References

- [1] Lane, J. N., Leonardi, P. M., Contractor, N. S., & DeChurch, L. A. Teams in the Digital Workplace: Technology's Role for Communication, Collaboration, and Performance. *Small Group Research*. 2024;55(1):139-183.
- [2] Tay, C. E., Ying, C. Y., Yeo, S. F., & Cheah, C. S. Revolutionizing Recruitment: The Rise of Artificial Intelligence in Talent Acquisition. *PaperASIA*. 2024; 40(6b):191-199.
- [3] Raza, A. Globalization and Cross-Cultural Management Challenges: Navigating Complexity in a Connected World. *Journal of Business Management*. 2022;1(02): 106-115.
- [4] Toma C, Boro s S and Popa-Roch M. Editorial: Paradoxes of diversity, equity and inclusion: from the lab to the social field. *Front. Psychol.* 2024, 1511223
- [5] Ohiokha, S., & Omoluabi, E. Workplace diversity and inclusion on organizational productivity: a study of selected branches of united bank for Africa (uba) in Nigeria. *Abuja journal of business and management*. 2024; 2(3):23-34.
- [6] Banerjee, R., Zhang, T., & Amarshi, A. Between diversity and meritocracy: employer and skilled immigrant perspectives from the Canadian context. *Equality, Diversity and Inclusion: An International Journal*. 2025.
- [7] Bilashov K. Enhancing work cooperation and team spirit in multicultural and multilingual teams: the role of cultural intelligence. *Діалогкультуру Європейському освітньому просторі: матеріали IX Міжнародної конференції*, м. Київ, 10 травня 2024 р. / упор. С. Є. Дворянчикова. Київ: КНУТД. 2024, 313-317.

- [8] Balahurovska, I. The influence of leadership style on team psychological climate and employee productivity. *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization& Management/Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Organizacji i Zarządzanie*. 2024, 210.
- [9] Mergen, A., & Güven, Ç. Leadership and global diversity management: challenges and solutions through participatory theater framework. In *Research Handbook on Global Diversity Management*. Edward Elgar Publishing. 2025, 204-215.
- [10] Fohim, E., Kodabux, A., & Seeam, A. K. (2024). Sensegiving in multicultural contexts: the role of cultural chameleonzining in the implementation of Mauritiuss light rail transit system. In *Pathways to Positive Public Administration*. Edward Elgar Publishing. 2024, 361-378.
- [11] Minkov, M., & Hofstede, G. The evolution of Hofstede's doctrine. *Cross cultural management: An international journal*. 2011;18(1): 10-20.
- [12] Sevlever, G. E., Crivelli, L., Salinas, R. M., Charamelo, A., & Delgado, C. S4: The LatAm-FINGERS Initiative: The First Non-Pharmacological Randomized Controlled Trial to Prevent Cognitive Decline Across Latin America. *International Psychogeriatrics*. 2024;36(S1):10-13.
- [13] Convery, I., Carver, S., Beyers, R., Hawkins, S., Locquet, A., Hertel, S., ... & Kun, Z. The Crucial Role of meaning and case studies in Rewilding Initiatives. *Frontiers in Conservation Science*, 6, 1561801.
- [14] Baczyk-Lesiuk, K., Cybulska, A., & Guzek, M. Challenges in managing a Polish-Ukrainian team. *International Business and Culture: Challenges in Cross-Cultural Marketing and Management*. 2024.
- [15] Nowakowski, P. Remote work in culturally diverse business. *International Business and Culture: Challenges in Cross-Cultural Marketing and Management*. 2024.
- [16] Siritrakankij, S., Ribiereb, V., & Bartel-Radicc, A. Exploring the Influence of National Culture on the Intercultural Conflict Management Styles in Virtual Teams. *Journal of Multidisciplinary in Social Sciences*. 2024;20(1): 40-54.
- [17] Arnal, P., Cochet, C., Fergelot, A., Sébastien, L., Rivadeneyra, A., & Avalos, M. The Teamwork Art in Public Health: a Qualitative Study. In *The 4th ENLIGHT Teaching and Learning Conference-TARTU*. 2024.
- [18] Silva, J., Oliveira, D., & Ventura, A. External evaluation of schools and inclusive education: A systematic. *Research summit 2024-Book of abstracts*. 2024, 304.
- [19] Kunsta, J. R., & Lefringhausenb, K. Investigating the forgotten side of acculturation: Introduction to the special issue. *International Journal of Intercultural Relations*. 2024;100:101956.
- [20] Radu, C., & Radu, M. The Impact of Intercultural Competence on Organizational Behaviour. *The Case of an International Film Festival*. 2024.
- [21] Reiche, B. S., Stahl, G. K., Mendenhall, M. E., & Oddou, G. R. (Eds.). *Readings and cases in international human resource management*. Taylor&Francis. 2016.
- [22] Stalder, P. Intercultural Work Settings: Which Competences for Managers, Leaders, and Teams. In *International Leadership: Effecting Success Across Borders in a Boundaryless World*. 2022, 161-185. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- [23] Diedkov, M. V. The role of communicative competence for international business relationship development in the multicultural context. 2024.
- [24] Gross-Gołacka, E., & Martyniuk, A. Globalisation and the Challenges of Managing Cultural Diversity: From Multiculturalism to Interculturalism. *Journal of Intercultural Management*. 2024;16(3):37-57.
- [25] El Hassani, H., Tijani, O., El Allaoui, B., & Salmoun, K. An Assessment of Ethics in a Cross-Cultural Organizational Context: A Systematic Literature Review. *International Journal of Organizational Leadership*. 2023;12(4): 512-535.

- [26] Bhatia, A. B., & Whig, P. Building Cross-Cultural Competence for Sustainable Global Business Leadership. *International Journal of Sustainable Development Through AI, ML and IoT*. 2022;1(1): 1-10.
- [27] Rafailidou, C. MULTICULTURAL TEAMWORK AND INTERCULTURAL COMMUNICATION COMPETENCE-An exploratory case study of a Swedish workplace. 2024.
- [28] Mahmoud, R. S., Kamil, S. A., Mohammed, M., & Madhi, Z. J. Cross-Cultural Leadership Approaches for Managing Diverse Workforces Globally. *Journal of Ecohumanism*. 2024;3(5):682-699.
- [29] Shliakhovchuk, E. After cultural literacy: New models of intercultural competency for life and work in a VUCA world. *Educational Review*. 2021; 73(2): 229-250.

Л.Б. ГОНЧАРОВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ АВТОМОБИЛЬ-ЖОЛ ИНСТИТУТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

Ғылыми журнал

2023 жылдан шыға бастады.

Қазақстан Республикасы Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінде тіркеліп, 2022 ж. 5 сәуір
No KZ14VPY00047598 күелгі берілген.

ВЕСТНИК КАЗАХСКОГО АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНОГО ИНСТИТУТА ИМ. Л.Б.ГОНЧАРОВА

Научный журнал

Издается с 2023 г.

Зарегистрирован Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан. Свидетельство № KZ14VPY00047598 от 5 апреля 2022г.

BULLETIN OF KAZAKH AUTOMOBILE AND ROAD INSTITUTE NAMED AFTER L.B. GONCHAROV

Scientific journal

Published since 2023

Registered by the Ministry of Information and Social Development Republic of Kazakhstan. Certificate No.
KZ14VPY00047598 dated April 5, 2022.

Редакторлар – Редакторы

Өскенбаева Назгул

Корректорлар – Корректоры

Маралова Айту

Руководитель издательства Қасымжанов Төлеухан

Editor Oskenbayeva Nazgul

Copy editor Maralova Aity

Publishing director Kassymzhanov Toleukhan

Материалдарды компьютерде терген және беттеген О.А. Баймбетова

Набор, верстка, изготовление оригинал-макета О.А. Баймбетова

Text Layout, lead out production of the original layout O.A. Baimbetova

Басуға 10 наурыз 2025ж. қол қойылды.

Форматы 60×84/8. Офсетқағазы.

Шартты баспа табағы 20,62.

Баспаңұсқасы. Таралымы 20 дана. Тапсырыс №50.

Бағасы келісім бойынша.

Подписано в печать 10 марта 2025 г.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 20,62.

Печатнаяверсия. Тираж 20 экз. Заказ №50.

Цена договорная.

Signed to printon March 10, 2025.

Format 60×84/8. Offset paper.

Conventional printing plate 20,62.

Printed version.Circulation 20 copies.Order №50.

The price is negotiable.

Қазақ автомобиль-жол институті. 050061, Алматы қаласы, Райымбек даңғылы, 415B. Казахский автомобильно-
дорожный институт. 050061, г. Алматы, проспект Райымбека, 415B.

Kazakh Automobile and Road Institute.050061, Almaty, 415B Raiymbek Avenue.