

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

Л.Б. ГОНЧАРОВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ АВТОМОБИЛЬ-ЖОЛ ИНСТИТУТІ

KAZAKH AUTOMOBILE AND ROAD INSTITUTE NAMED L.B. GONCHAROV

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

ХАБАРШЫ



№2(10)
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. Bekturganova, 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

Алқа мүшелері / Members of Team / Члены редколлегии

Ә.Қ.Қиялбаев, т.ғ.д.профессор (Қазақстан) / Abdy Kiyalbayev, Dr. Tech. Sciences /
Ә.Қ.Қиялбаев, 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, электромеханикалық 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 (Қырғызстан) / 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: turdaliyevae@mail.ru.

Р.Ж.Калгулова, э.ғ.к. (Қазақстан) / R.Zh. Kalgulova, Cand. Econ. Sciences (Kazakhstan) /
Калгулова Р.Ж., к.э.н. (Қазақстан)
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3650-1000>. 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. (Қазақстан)
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, 415В
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, 415В
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

М А З М Ы Н Ы - С О Н Т Е Н Т - С О Д Е Р Ж А Н И Е

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР. СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС /

TECHNICAL SCIENCES. ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION /

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

Kabzhan Z., Shakhnovich A., Shogelova N. Effective Implementation of BIM in Kazakhstan's Construction Industry: Analysis of Challenges and Prospects	6
Bondar I.S., Khardikov P.G., Nurakhmetova K.K., Digarbaeva T.D., Mamedova Zh.E. Expansion joints and the interface zone of road pavement on bridges and overpasses	15
Nietbay S. Comparative Analysis of the Damping Properties of Soil-Rubber Geomaterials for Seismic Isolation of Road Structures	27

КӨЛІК ҚЫЗМЕТІ. ИНЖЕНЕРИЯ ЖӘНЕ ИНЖЕНЕРЛІК ІС /

TRANSPORTATION SERVICES. ENGINEERING /

ТРАНСПОРТНЫЕ УСЛУГИ. ИНЖЕНЕРИЯ И ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО

Елемес Д.Е., Есентай Д.Е. Сифонная малая гидроэнергетика как элемент автономной инженерной инфраструктуры в высокогорных районах Казахстана	38
--	----

БИЗНЕС ЖӘНЕ БАСҚАРУ / BUSINESS AND MANAGEMENT /

БИЗНЕС И УПРАВЛЕНИЕ

Verbytska V.I., Horoshilova I.O., Kalgulova R.Zh. Investigation of the theoretical foundations of the accounting system and its main features	49
Омарова А.Б. Транспорт и экономический рост в Республике Казахстан	59

Technical sciences. Architecture and construction

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-01>

UDC: 69

IRSTI: 67.01.01

Effective Implementation of BIM in Kazakhstan’s Construction Industry: Analysis of Challenges and Prospects

¹Kabzhan Z., ¹Shakhnovich A., ^{*1}Shogelova N.

¹JSC «Kazakh Research and Design Institute of Construction and Architecture» Almaty, Republic of Kazakhstan

*Corresponding author email: nazymshogelova@gmail.com

Received:
17 May 2024
Peer-reviewed:
14 June 2024
Accepted:
12 July 2024

Abstract

Global digital transformation of the construction industry has turned Building Information Modeling (BIM) into a key instrument for enhancing the efficiency of design, construction, and facility operation. In Kazakhstan, BIM adoption is gathering pace, yet encounters substantial challenges—from the need to refine the regulatory framework and train qualified personnel to technological adaptation and stronger government support. This article analyses the main international strategies for BIM implementation and explores their adaptability to Kazakhstan’s context. Evidence from countries with advanced digital infrastructure (e.g., the United Kingdom, Singapore, Finland) shows that BIM can be successfully integrated at the governmental level, whereas nations with a more conservative construction sector (e.g., Italy) pursue a more gradual, adaptive pathway. Particular attention is given to Kazakhstan’s digitalisation strategy for the construction industry, which encompasses drafting a modern legal framework, creating a unified construction information platform, integrating BIM technologies into public procurement processes, and modernising educational programmes. Establishing a specialist certification system and open-data standards to ensure software interoperability are also crucial. The analysis demonstrates that effective BIM implementation requires a comprehensive approach covering governmental regulation, financial incentives, educational initiatives, and technological modernisation. Introducing digital methods for design and construction management will enhance process transparency, improve construction quality, reduce costs, and accelerate project delivery. The findings underscore the necessity of a systematic rollout of BIM, which, in the long term, will boost the competitiveness of Kazakhstan’s construction sector and facilitate its integration into the global digital community.

Keywords: BIM, digital construction, regulatory framework, construction sector, digital community

Kabzhan Z.	Information about authors: Master in Construction Management, JSC «Kazakh Research and Design Institute of Construction and Architecture». Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-9957-0034 E-mail: zkabzhan@kazniisa.kz
Shakhnovich A.	Candidate of technical sciences, JSC «Kazakh Research and Design Institute of Construction and Architecture». Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-5128-6970 E-mail: a.sh@kazniisa.kz
Shogelova N.	PhD, JSC «Kazakh Research and Design Institute of Construction and Architecture». Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5220-1459 E-mail: nazymshogelova@gmail.com

Техникалық ғылымдар. Сәулет және құрылыс

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-01>

ӘОЖ: 69

GTAMP: 67.01.01

Қазақстанның құрылыс саласына ҚОАМТ тиімді енгізу: мәселелер мен
перспективаларды талдау¹Кабжан З., ¹Шахнович А., *¹Шогелова Н.¹АҚ «Қазақ құрылыс және сәулет ғылыми-зерттеу және жобалау институты», Алматы қ, Қазақстан*Автор-корреспондент email: nazymshogelova@gmail.com

Мақала келді:
17 мамыр 2024
Сараптамадан өтті:
14 маусым 2024
Қабылданды:
12 шілде 2024

Түйіндеме

Мақалада жол құрылыстарының геотехникалық сейсмикалық оқшаулауына арналған демпферлік қабат ретінде қолданылатын топырақ-резеңке композиттерінің тиімділігі зерттеледі. Негізгі назар сейсмикалық толқындардың құрылыстарға әсерін азайту мақсатында іргетас пен топырақ негізінің арасына аралық қабат енгізуге аударылған. Лабораториялық эксперименттер барысында акселерометриялық талдау әдісімен кәдімгі топырақ пен резеңке үгіндісі қосылған топырақ арқылы берілетін тербеліс амплитудасы бойынша сандық мәліметтер алынды. Нәтижелер көрсеткендей, топырақ-резеңке қабаты пиковы үдеуді табиғи топырақпен салыстырғанда 33%-ға төмендетеді. Бұл зерттелген материалдың айқын демпферлік әсерін дәлелдейді. Қайта өңделген пиналардан алынған резеңке үгіндісін қолдану тек инженерлік жағынан тиімді шешім ғана емес, сонымен қатар қалдықтарды кәдеге жаратуға мүмкіндік беретін экологиялық тұрғыдан тұрақты тәсіл екені анықталды. Өзірленген әдістеме сейсмикалық қауіпті аймақтардағы сейсмотөзімді жол конструкцияларын жобалауда қолдануға жарамды. Алынған нәтижелер топырақ-резеңке қабатын инженерлік тәжірибеде қолдануға ұсынуға негіз болады және көлік инфрақұрылымының сенімділігін арттырудың экономикалық тұрғыдан тиімді жолы болып саналады.

Түйін сөздер: BIM, цифрлық құрылыс, нормативтік-құқықтық реттеу, құрылыс секторы, цифрлық қоғамдастық

Кабжан З.	Авторлар туралы ақпарат: Құрылыс саласындағы басқару магистрі, «Қазақ құрылыс және сәулет ғылыми-зерттеу және жобалау институты» АҚ, Алматы қ., Қазақстан ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-9957-0034 E-mail: zkabzhan@kazniisa.kz
Шахнович А.	Техника ғылымдарының кандидаты, «Қазақ құрылыс және сәулет ғылыми-зерттеу және жобалау институты» АҚ, Алматы қ., Қазақстан ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-5128-6970 E-mail: a.sh@kazniisa.kz
Шогелова Н.	PhD, , «Қазақ құрылыс және сәулет ғылыми-зерттеу және жобалау институты» АҚ, Алматы қ., Қазақстан ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5220-1459 E-mail: nazymshogelova@gmail.com

Технические науки. Архитектура и строительство

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-01>

UDC: 69

IRSTI: 67.01.01

Эффективное внедрение ТИМСО в строительную отрасль Казахстана: анализ проблем и перспектив**¹Кабжан З., ¹Шахнович А., *¹Шогелова Н.**¹ АО «Казахский научно-исследовательский и проектный институт строительства и архитектуры», г. Алматы, Казахстан*Автор-корреспондент email: nazymshogelova@gmail.com

Поступила:
17 мая 2024
Рецензирование:
14 июня 2024
Принята в печать:
12 июля 2024

Аннотация

В статье рассматривается эффективность применения грунторезиновых композитов в качестве демпфирующего слоя для геотехнической сейсмоизоляции дорожных сооружений. Основное внимание уделено устройству промежуточного слоя между фундаментом и грунтовым основанием с целью снижения воздействия сейсмических волн на конструкции. В ходе лабораторных экспериментов методом акселерометрического анализа получены количественные данные об амплитуде колебаний, передаваемых через обычный грунт и грунт с добавлением резиновой крошки. Результаты показали, что слой грунта с резиной снижает пиковое ускорение на 33% по сравнению с естественным грунтом. Это подтверждает очевидный демпфирующий эффект исследуемого материала. Установлено, что использование резиновой крошки из переработанных шин является не только эффективным инженерным решением, но и экологически устойчивым подходом, позволяющим эффективно утилизировать отходы. Разработанная методика пригодна для использования при проектировании сейсмостойких дорожных конструкций в сейсмоопасных районах. Полученные результаты дают основание рекомендовать применение грунторезиновых прослоек в инженерной практике и считаются экономически эффективным способом повышения надежности транспортной инфраструктуры.

Ключевые слова: BIM, цифровое строительство, нормативно-правовое регулирование, строительный сектор, цифровое сообщество

Кабжан З.	Информация об авторах: магистр по управлению в строительстве, АО «Казахский научно-исследовательский и проектный институт строительства и архитектуры», г.Алматы, Казахстан ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-9957-0034 E-mail: zkabzhan@kazniisa.kz
Шахнович А.	Кандидат технических наук, АО «Казахский научно-исследовательский и проектный институт строительства и архитектуры», г.Алматы, Казахстан ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-5128-6970 E-mail: a.sh@kazniisa.kz
Шогелова Н.	PhD, АО «Казахский научно-исследовательский и проектный институт строительства и архитектуры», г.Алматы, Казахстан ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5220-1459 E-mail: nazymshogelova@gmail.com

Introduction

Contemporary trends in the digitalization of the construction industry highlight the growing importance of Building Information Modeling (BIM) technologies in enhancing the efficiency of design, construction, and operation processes for buildings and infrastructure assets. In the context of global digital transformation, rapid urbanization, and increasing complexity of architectural and engineering solutions, traditional construction management methods are becoming less effective—necessitating a transition to integrated digital tools.

BIM-based technologies, grounded in the concept of Building Information Modeling, significantly reduce errors during the design and construction stages, improve the accuracy of cost estimation, minimize risks, and optimize operational expenditures. The use of a digital information model ensures transparency of design decisions, enhances coordination among all stakeholders in the investment and construction process, and increases the level of automation in asset management throughout the entire life cycle [1].

For Kazakhstan, the implementation of BIM represents a strategically important direction for the development of the construction industry, as it contributes to increasing competitiveness, reducing costs, and improving the quality of built assets. However, the digitalization process requires a comprehensive approach that includes the enhancement of regulatory frameworks, technological modernization, workforce training, and active government support [2].

Global experience confirms that the application of Building Information Modeling technologies plays a pivotal role in modernizing the construction sector, enhancing efficiency at the stages of design, construction, and operation. At the same time, each country develops its own BIM implementation strategy, taking into account national regulatory frameworks, the industry's technological readiness, and the level of government support. There is no universal recipe for digital transformation: the pace and methods of BIM adoption vary depending on numerous factors, priorities, and strategic objectives. Countries adapt their approach to BIM based on their specific needs and capabilities, resulting in diverse models and rates of implementation.

For example, in the United Kingdom, construction digitalization has been declared a key instrument for increasing productivity and reducing costs. The Government Construction Strategy, adopted in 2011, set targets for transitioning to digital technologies, and since 2016, the use of Level 2 BIM has been mandatory for all public sector projects. National standards (the PAS 1192 series) formed the foundation for the international ISO 19650 standard, while the establishment of a Common Data Environment (CDE) enabled effective project information management. The outcomes were significant: in 2014–2015, the total budget savings attributed to BIM implementation amounted to approximately £0.85 billion, and the share of companies using BIM grew from 13% in 2011 to over 70% by 2020. This experience highlights the critical role of active government policy and standardization in driving the digital transformation of the construction sector [3].

Finland was one of the first countries to implement BIM at the national level. As early as the early 2000s, a nationwide construction digitalization program was launched, and in 2007, the state agency Senate Properties mandated the use of BIM in all its projects, emphasizing full life cycle management of built assets. This approach improved design accuracy and reduced subsequent operational costs. In 2016, the “BIM Roadmap 2035” was adopted, aiming for full digitalization of the construction sector by 2035. By 2022, an estimated 93% of architectural firms and 60% of engineering companies in Finland were using BIM, positioning the country among global leaders in the level of BIM adoption [4].

In contrast, Italy—where the construction sector focuses heavily on large-scale infrastructure projects and the restoration of historical buildings—has adopted digital technologies more gradually. Decree No. 560/2017 established a phased transition to BIM for public sector projects, adapting new tools to local conditions. BIM implementation is expected to reduce

construction timelines for infrastructure by improving the accuracy of design decisions and enhancing stakeholder coordination. Moreover, information models are already being used in the restoration of architectural heritage sites, increasing transparency in condition monitoring and facilitating maintenance planning [5].

Singapore stands out as one of the global leaders in construction digitalization, driven by strong government support and clearly defined regulations. The national Singapore BIM Guide and the CORENET X platform for electronic submission of project documentation have ensured standardized BIM implementation across the industry. Particular emphasis in Singapore is placed on integrating BIM with urban management systems, which enhances project transparency and automates oversight of construction execution. The adoption of BIM technologies has led to approximately a twofold increase in on-site labor productivity, a 10–20% reduction in design costs, and a significant decrease in construction errors [6].

The United States does not have a unified national BIM policy; however, major construction corporations and federal agencies—such as the General Services Administration (GSA) and the U.S. Army Corps of Engineers (USACE)—widely implement digital technologies. The National BIM Standard (NBIMS), developed by the National Institute of Building Sciences (NIBS), serves as a reference framework for BIM use across different industry segments. In the private sector, Building Information Modeling is primarily aimed at improving productivity, reducing errors, and enhancing project team coordination. Significant attention is also given to integrating BIM with advanced technologies—such as virtual and augmented reality, artificial intelligence, and Internet of Things (IoT) sensors—to automate design, construction, and asset management processes. By 2021, an estimated 74% of architectural firms in the U.S. were using BIM, and adoption among large firms reached approximately 90%, indicating widespread uptake across the market [7].

Australia, similar to the United States, has not introduced a federal mandate for mandatory BIM adoption; however, its implementation is actively promoted at the level of individual regions and organizations. In several states—such as New South Wales and Queensland—BIM use is already mandatory for public infrastructure projects, which is accelerating the digital transformation of the construction sector. Professional associations and government clients are encouraging the transition to BIM by integrating digital requirements into project standards and contractual frameworks [8].

Global experience demonstrates a variety of approaches to BIM implementation, yet all emphasize the importance of strategic government support for digitalization. In line with these trends, Kazakhstan is developing its own strategy for the digital transformation of the construction sector. This strategy includes the development of a modern regulatory framework, the creation of a unified information platform for construction data management, the integration of BIM technologies into public procurement processes, and the modernization of educational programs to train a new generation of professionals. Other key components include the establishment of a national BIM certification system and the adoption of open data formats to ensure interoperability between software solutions [9].

The aim of this study is to analyze the challenges and prospects of effective BIM implementation in Kazakhstan's construction industry by examining international experience and national specificities, and to propose strategic approaches for a successful digital transformation of the sector.

Methods

A comprehensive approach was applied in this study to examine Kazakhstan's BIM implementation strategy in the construction sector, taking into account the regulatory, economic, technological, and organizational aspects of digitalization.

An analysis of the regulatory framework of the Republic of Kazakhstan was conducted, covering current legislative and technical documents related to the implementation of information modeling. In particular, the Concept for the Implementation of BIM Technologies in Industrial and Civil Construction (approved in 2017) was reviewed, along with the potential for adapting international standards for information management—such as the ISO 19650 series—to national practices. In addition, the study examined existing domestic technical regulations governing digital construction and reflecting emerging technological requirements.

To identify effective mechanisms for BIM implementation, international experience in the digitalization of the construction sector was analyzed across several countries, including the United Kingdom, the United States, Finland, Singapore, China, South Korea, Australia, and others. The analysis focused on national BIM development strategies, legislative initiatives, and the economic efficiency of digital technology adoption in the construction industries of these countries.

Based on the analysis conducted, the key barriers to BIM implementation in Kazakhstan have been identified—namely, technical, organizational, human resource, and regulatory challenges. A set of systemic recommendations has been proposed to support a sustainable transition to digital methods in the construction sector. Furthermore, drawing on international experience, a preliminary digitalization roadmap for Kazakhstan's construction industry for the period 2025–2030 has been developed. It outlines the stages of BIM implementation and assesses the impact of regulatory changes, educational programs, government incentives, and technological innovations on the digital transformation process.

Results

The process of BIM implementation in Kazakhstan is actively progressing; however, its widespread adoption is hindered by several factors. In recent years, interest in digitalization has increased: the Concept for BIM Implementation was adopted in 2017, and efforts have begun to adapt international ISO 19650 standards to national practice. Nevertheless, the use of BIM remains fragmented—there are no mandatory requirements for BIM in public sector projects, and digital design is applied selectively, mainly in large-scale infrastructure developments. Companies' readiness to transition varies significantly due to disparities in equipment, workforce qualifications, and financial resources.

Key Barriers to BIM Implementation:

- The absence of mandatory regulations slows down digitalization, as organizations postpone the transition due to concerns over additional costs. Legislative amendments are needed to grant legal status to information models and to establish clear deadlines for mandatory BIM adoption in public sector projects.
- High costs for software, training, and process restructuring, especially for small and medium-sized enterprises (SMEs). There is a need for subsidies, concessional loans, and grant support. The current cost adjustment coefficient in project estimates only partially offsets expenses, so the financing system should be expanded.
- Shortage of qualified personnel. Updating university curricula, expanding professional development courses, and promoting international certification will help build a professional community of BIM specialists.
- Weak market incentives. Effective measures include tax benefits, tender preferences, advisory support, and co-financing programs.

A successful digital transformation requires a comprehensive ecosystem that includes unified regulations, financial mechanisms, technological solutions, and a skilled workforce. A key condition is the introduction of mandatory BIM requirements in public procurement, along with the adaptation of international standards such as ISO 19650 and IFC. The development of domestic

BIM platforms will reduce dependence on foreign software, while support for startups will accelerate innovation.

Financial instruments will yield returns through increased productivity and reduced costs. Government support for digital construction—such as tax incentives, software subsidies, and project co-financing—will accelerate the transition to BIM among companies. A phased implementation through pilot projects on significant facilities will help identify barriers and refine methodologies, after which solutions can be scaled up. The use of digital models during design and operation stages will enhance transparency, reduce expenses, and facilitate the prediction of asset conditions.

Thus, regulatory reforms, economic incentives, the development of national IT solutions, and systematic workforce training will create the necessary conditions for widespread BIM adoption and enhance the competitiveness of Kazakhstan's construction industry.

Discussion

BIM implementation in Kazakhstan is only achievable through a comprehensive program that encompasses the entire cycle of digital transformation, including sequential phases, clear distribution of responsibilities, and a transparent system for monitoring outcomes. International practice shows that a sustainable transition to BIM technologies is achieved when regulatory frameworks, technical solutions, and educational initiatives are aligned and mutually reinforcing. The national roadmap is structured in two phases (2025–2030): first, a pilot stage to test technologies and identify bottlenecks; second, the scaling up of digital tools across the entire construction sector.

The central element of the program is a unified digital environment. Kazakhstan is already deploying the Unified Construction Platform (UCP), designed to consolidate data on all projects, automate information exchange, and increase transparency in construction processes. Similar ecosystems, which have proven effective internationally, help shorten design timelines, reduce errors, and save resources.

To accelerate the transition of companies to BIM, pilot projects have been launched. These serve as testing grounds for methodologies, help identify implementation barriers, and generate recommendations for the industry. The experience gained from these pilot projects is also being extended to the private sector.

A powerful driver of adoption is the mandatory use of information modeling in public procurement. Updated tender requirements that include BIM criteria improve project quality, reduce risks, and enhance the transparency and accountability of public spending. International experience shows that when governments enforce digital requirements, private companies are more likely to invest in new technologies.

The promotion of BIM is supported by industry conferences, seminars, exhibitions, and collaboration with international organizations. These activities help build a professional community and disseminate best practices.

The development of R&D and support for local BIM software developers will reduce dependence on imported solutions, enhance technological autonomy, and open up opportunities for export.

BIM enhances project transparency and manageability by providing a unified model accessible to clients, designers, contractors, and regulators, thereby minimizing uncoordinated changes and data duplication. Automated compliance checks, clash detection, and specification generation reduce errors and rework. The digital model facilitates accurate quantity take-offs, resource planning, and site logistics, helping to reduce waste and unplanned costs. For the government, BIM provides early risk detection and precise control over timelines and budgets.

During the operation phase, the digital asset passport simplifies maintenance and upgrades, reduces failure rates, and lowers operational costs.

Conclusions

The implementation of Building Information Modeling (BIM) technologies is a strategically important direction for the modernization of Kazakhstan's construction sector. The consistent execution of a comprehensive set of core and supporting measures will enable a full transition to digital technologies, enhance project management efficiency, reduce costs, and minimize errors during the design and construction stages.

Key measures—including the update of a unified industry-wide digital platform, improvement of the regulatory and technical framework, modernization of educational programs, and implementation of pilot projects—will provide a solid foundation for the mandatory and widespread adoption of BIM. Additional efforts, such as the promotion of digital technologies through conferences and awareness campaigns, support for scientific research and domestic software development, and collaboration with international organizations, will accelerate the implementation process and facilitate the adaptation of global best practices to Kazakhstan's specific context.

The expected outcomes of BIM implementation will be reflected in key indicators of successful digital transformation within the construction sector. These include the development of an appropriate regulatory framework, an increase in the share of projects delivered using BIM, improved transparency in stakeholder collaboration, and the upskilling of professionals through international certification systems.

The comprehensive implementation of the proposed strategy will lead to the creation of an efficient and competitive construction sector aligned with international standards. Large-scale adoption of BIM technologies will improve construction quality, reduce costs and project timelines, and enhance life cycle management of buildings and infrastructure. In the long term, this will contribute to the sustainable development of Kazakhstan's construction industry, strengthen its competitive position, and facilitate integration into the global digital economy.

Conflict of interests. Correspondent the author states that there is no conflict of interest.

Ссылка на данную статью: Кабжан З., Шахнович А., Шогелова Н., Эффективное внедрение ТИМСО в строительную отрасль Казахстана: анализ проблем и перспектив // Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 2 (9):6-14. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-01>

Cite this article as: Kabzhan Z., Shakhnovich A., Shogelova N., Effective Implementation of BIM in Kazakhstan's Construction Industry: Analysis of Challenges and Prospects // Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstitutu = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 2 (9):6-14. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-01>

References

- [1] Mi Z., & Li J. Maximizing project efficiency and collaboration in construction management through building information modeling (BIM). Applied and Computational Engineering. 2024. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/72/20240986>.
- [2] Zakon.kz.. Koncepciya vnedreniya tekhnologii informacionnogo modelirovaniya v promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo Respubliki Kazahstan [Zakon.kz The concept of introducing information modeling technology into industrial and civil construction in the Republic of Kazakhstan]. (Electronresource) 2025. (Accessdate: 04.03.2025) (in Russ.) URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39585910

- [3] Sakib S. Strategies, potentials and uses of BIM. 2021. <https://doi.org/10.31235/osf.io/mbcj4>.
- [4] Aksenova G., Kiviniemi A., Kocaturk T., Lejeune A. From Finnish AEC knowledge ecosystem to business ecosystem: lessons learned from the national deployment of BIM. *Construction Management and Economics* 2018; 37: 317-335. <https://doi.org/10.1080/01446193.2018.1481985>
- [5] Alfieri E., Seghezzi E., Sauchelli M., Di Giuda G., Masera G. A BIM-based approach for DfMA in building construction: framework and first results on an Italian case study. *Architectural Engineering and Design Management* 2020;16:247-269. <https://doi.org/10.1080/17452007.2020.1726725>
- [6] Liu Z., Lu Y., Nath T., Wang Q., Tiong R., Peh L. Critical success factors for BIM adoption during construction phase: a Singapore case study. *Engineering, Construction and Architectural Management*. 2021; 29(9):3267-3287. <https://doi.org/10.1108/ECAM-12-2020-1072>
- [7] Emmanuel I., Danquah E., Ukpoju E., Obasa J., Olola T., Enyejo J. Use of Building Information Modeling (BIM) to Improve Construction Management in the USA. *World Journal of Advanced Research and Reviews*. 2024;23(3):1799-1813. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.23.3.2794>.
- [8] Wang R., Patrick X., Zhang M., Ren F. Overview of Development and Application of BIM Implementation in Australia. 2020;12(1):22-29. <https://doi.org/10.16670/J.CNKI.CN11-5823/TU.2020.01.04>.
- [9] Aitbayeva D., Hossain A. Building Information Model (BIM) Implementation in Perspective of Kazakhstan: Opportunities and Barriers. *Journal of Engineering Research and Reports* 2020; 14 (1):13-24. <https://doi.org/10.9734/jerr/2020/v14i117113>.

Technical Sciences. Architecture and Construction

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-02>

UDC: 69.033.8

IRSTI: 67.09.05

Expansion joints and the interface zone of road pavement on bridges and overpasses***¹Bondar I.S., ¹Khardikov P.G., ¹Nurakhmetova K.K., ¹Digarbaeva T.D., ¹Mamedova Zh.E.**¹ALT University named after Mukhamedjan Tynyshpaev, Almaty, Republic of Kazakhstan*Corresponding author email: ivan_sergeevich_08@mail.ru

Received:
06 May 2025
Peer-reviewed:
19 May 2025
Accepted:
20 June 2025

Abstract

When actual intensity of transport traffic considerably exceeds the planned values, it leads to accelerated wear of road surface and formation of rutting. This problem is actual on high-speed main streets of Almaty city. Rutting in asphalt concrete pavement, especially in the areas of expansion joints, causes impacts of motor vehicles' wheels on the ends of joints (metal trims). Such loads lead to rapid failure of all expansion joints that are fixed in the roadway.

It is obvious that the increase in traffic volume contributes to the increase in damage, but it is worth noting that uniform loading with a certain frequency leads to the same result, whereas impact loads occurring after the appearance and progression of damage have a much more damaging effect. To date, most efforts to reduce potholes and rutting at joints with expansion joints have focused on reducing rutting, especially in the areas adjacent to expansion joints. To solve this problem, various constructive solutions of the junction of the bridge pavement with the expansion joint have been proposed, including: the use of transition zones, the introduction of concrete tributaries, the use of damping polymer concrete tributaries (edgings).

Keywords: defects of asphalt concrete pavement, expansion joint, edging, rubber compensator.

Bondar I.S.	Information about authors: Candidate of Technical Sciences VAK RF, Ph. D MES RK, Associate Professor (Associate Professor) MNI VO RK, Associate Professor, Department of "Architectural and Construction Engineering", ALT University named after Mukhamedjan Tynyshpaev, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7376-5643 , E-mail: ivan_sergeevich_08@mail.ru
Khardikov P.G.	Master of Technical Sciences in Transportation Engineering, Forensic Construction Expert, Head of Bridge Diagnostics Department, Bridges and Engineering Projects LLC, St. Petersburg, Russian Federation. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1033-5272 , E-mail: lgnktsm@mail.ru
Nurakhmetova K.K.	Ph.D. D, Assistant Professor, Department of General Engineering, Mukhamedzhan Tynyshpayev ALT University, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3399-2275 , E-mail: k.nurakhmetova@alt.edu.kz
Digarbaeva T. D.	Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Department of General Engineering, Mukhamedzhan Tynyshpayev ALT University, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-3310-220X , E-mail: Dig.tamara@mail.ru
Mamedova Zh.E.	student of gr. ADA-23-5r, educational program 6B07130 - "Automobile roads and aerodromes", Department of "Architectural and Construction Engineering", ALT University named after Mukhamedjan Tynyshpaev, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-4180-3968 , E-mail: Mamedova_Zh@gmail.ru

Техникалық ғылымдар. Сәулет және құрылыс

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-02>

ЭОЖ: 69.033.8

GTAMP: 67.09.05

Көпірлер мен эстакадалардағы жол жабынының компенсаторлары мен түйіспе аймағы***¹Бондарь И.С., ¹Хардигов П.Г., ¹Нурахметова К.К., ¹Дигарбаева Т.Д., ¹Мамедова Ж.Э.**¹Мұхамеджан Тынышпаев атындағы АЛТ университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы*Автор-корреспондент e-mail: ivan sergeevich 08@mail.ru

Мақала келді:
06 мамыр 2025
Сараптамадан өтті:
19 мамыр 2025
Қабылданды:
20 маусым 2025

Түйіндеме

Көлік қозғалысының нақты қарқындылығы жоспарланған мәндерден едәуір асып кетсе, бұл жол жамылғысының тез тозуына және ойықтардың пайда болуына әкеледі. Бұл мәселе Алматы қаласының жүрдек магистральды көшелерінде өзекті болып отыр. Асфальтбетон төсемдеріндегі, әсіресе компенсаторлық түйіспелердегі ойықтар автокөлік дөңгелектерінің түйіспелердің ұштарына (металл жиектерге) әсер етуіне әкеледі. Мұндай жүктемелер жүріс бөлігінде бекітілген барлық компенсаторлардың тез істен шығуына әкеледі.

Трафик көлемінің ұлғаюы залалдың ұлғаюына ықпал ететіні анық, бірақ белгілі бір жиіліктегі біркелкі жүктеме бірдей нәтижеге әкелетінін атап өткен жөн, ал зақымданудың пайда болуы мен өршуінен кейін пайда болатын соққы жүктемелері әлдеқайда жойқын әсер етеді. Бүгінгі күні компенсаторлармен түйіспелердегі шұңқырлар мен ойықтарды азайтуға бағытталған күш-жігердің көпшілігі, әсіресе компенсаторларға іргелес жерлерде, ойықтарды азайтуға бағытталған. Бұл мәселені шешу үшін көпір төсемінің компенсатормен түйісуінің әртүрлі конструктивті шешімдері ұсынылды, оның ішінде: өтпелі аймақтарды пайдалану, бетон салаларын енгізу, демпферлік полимерлі бетон салаларын (жиектерін) пайдалану.).

Түйін сөздер: асфальтбетон төсемінің, компенсатордың, жиектің, резеңке компенсатордың ақаулары.

Бондарь И.С.	Авторлар туралы ақпарат: техника ғылымдарының кандидаты, Ресей Федерациясының Жоғары аттестаттау комиссиясы, Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ph.D докторы, Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің ассоциированный профессор (доценті), Мұхамеджан Тынышпаев атындағы АЛТ Университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7376-5643 , E-mail: ivan sergeevich 08@mail.ru
Хардигов П.Г.	Көлік техникасы бойынша техника ғылымдарының магистрі, Сот-құрылыс сарапшысы, "Көпірлер және инженерлік жобалар" ЖШС көпір диагностикасы бөлімінің бастығы, Санкт-Петербург, Ресей Федерациясы. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1033-5272 , E-mail: lgnktsm@mail.ru
Нурахметова К.К.	Ph.D, профессордың көмекшісі, Жалпы Инженерия кафедрасы, Мұхамеджан Тынышпаев атындағы АЛТ Университеті, Алматы Қ., Қазақстан Республикасы. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3399-2275 , E-mail: k.nurahmetova@alt.edu.kz
Дигарбаева Т.Д.	Техника Ғылымдарының Кандидаты, профессордың көмекшісі, Жалпы Инженерия кафедрасы, Мұхамеджан Тынышпаев атындағы АЛТ Университеті, Алматы Қ., Қазақстан Республикасы. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-3310-220X , E-mail: Dig.tamara@mail.ru
Мамедова Ж.Э.	АДА-23-5р тобының студенті, 6B07130 - "Автомобиль жолдары және аэродромдар" білім беру бағдарламасы, "Сәулет-Құрылыс Инжинирингі" кафедрасы, Мұхамеджан Тынышпаев атындағы АЛТ Университеті, Алматы Қ., Қазақстан Республикасы. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-4180-3968 , E-mail: Mamedova_Zh@gmail.ru

Технические науки. Архитектура и строительство

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-02>

УДК: 69.033.8

МРНТИ: 67.09.05

Деформационные швы и зоны сопряжения дорожного покрытия на мостах и путепроводах

***¹Бондарь И.С., ¹Хардигов П.Г., ¹Нурахметова К.К., ¹Дигарбаева Т.Д., ¹Мамедова Ж.Э.**

¹ALT Университет имени Мухамеджана Тынышпаева, Алматы, Республика Казахстан

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

Поступила: 06 мая 2025 Рецензирование: 19 мая 2025 Принята в печать: 20 июня 2025	Аннотация Когда фактическая интенсивность движения транспорта значительно превышает запланированные значения, это приводит к ускоренному износу дорожного покрытия и образованию колеи. Данная проблема актуальна на скоростных магистральных улицах города Алматы. Образование колеи в асфальтобетонном покрытии, особенно в местах деформационных швов, приводит к ударам колес автотранспорта по торцам стыков (металлическим накладкам). Такие нагрузки приводят к быстрому разрушению всех деформационных швов, которые закреплены на проезжей части. Очевидно, что увеличение интенсивности движения способствует увеличению ущерба, но стоит отметить, что равномерная нагрузка с определенной периодичностью приводит к тому же результату, тогда как ударные нагрузки, возникающие после появления и прогрессирования повреждений, оказывают гораздо более разрушительное воздействие. На сегодняшний день большинство усилий по уменьшению выбоин и колеи на стыках с компенсаторами было сосредоточено на уменьшении колеи, особенно на участках, прилегающих к компенсаторам. Для решения этой проблемы были предложены различные конструктивные решения соединения дорожного покрытия моста с деформационным швом, в том числе: использование переходных зон, введение бетонных притоков, использование демпфирующих полимербетонных притоков (кантов). Ключевые слова: дефекты асфальтобетонного покрытия, деформационный шов, окантовка, резиновый компенсатор.
<i>Бондарь И.С.</i>	Информация об авторах: К.т.н., ВАК РФ, Ph.D МОН РК, ассоциированный профессор, ALT Университет имени М.Тынышпаева, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7376-5643, E-mail: ivan_sergeevich_08@mail.ru
<i>Хардигов П.Г.</i>	Магист, судебно-строительный эксперт, руководитель отдела диагностики мостов, ООО "Мосты и инженерные проекты", Санкт-Петербург, Российская Федерация. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1033-5272, E-mail: lgntsm@mail.ru
<i>Нурахметова К.К.</i>	К.т.н., доцент, ALT University имени Мухамеджана Тынышпаева, Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3399-2275, E-mail: k.nurahmetova@alt.edu.kz
<i>Дигарбаева Т.Д.</i>	К.т.н., доцент кафедры общего машиностроения, ALT University имени Мухамеджана Тынышпаева, Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-3310-220X, E-mail: Dig.tamara@mail.ru
<i>Мамедова Ж.Э.</i>	Студентка, ALT Университет имени Мухамеджана Тынышпаева, Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-4180-3968, E-mail: Mamedova_Zh@gmail.ru

Introduction

There are problems with expansion joints on road bridges and overpasses in Kazakhstan [1-3]. These problems are related to several factors - increased traffic load, climatic conditions, quality of materials and human factor (violation of jointing technology) [4-8]. As it is known transport load includes two main factors: the first is dynamic load associated with the intensity of urban traffic, the second is static load associated with the congestion of urban roads in certain directions (traffic jams in peak hours) [9, 10]. The dynamics of motor vehicle traffic is not constant and the speed limit varies from 2 - 5 km/h to the permitted range of 60 km/h. The traffic flow also has significant differences in mass, passenger cars weighing from 900 kg to 3.5 tonnes, buses 12 - 19 tonnes, trucks 2 axles - 18 tonnes; 3 axles - 25 tonnes; 4 axles - 32 tonnes; 5 axles - 35 tonnes are moving on the roads. [11]. Since the axle spacing is different, the dynamic impact is also very different, so wheel impacts cause pavement failure on road bridges and overpasses [12-15]. Prolonged stopping on road bridges and overpasses also adversely affects and deforms the pavement. The increased dynamic impact is due to the difference in height between the top of the expansion joint and the pavement surface, forming a 'step' [16-18]. To avoid asphalt concrete rupture, expansion joints are used on road bridges and overpasses, which are made using different schemes and materials [19-20].

Examples of the main defects of asphalt concrete pavements on bridges and overpasses in Almaty are presented in Figures 1 and 2.



Figure 1. Exits on Ryskulov's Kuldzhinsky trakt, Almaty city
[photos taken by the author Bondar I.S.]



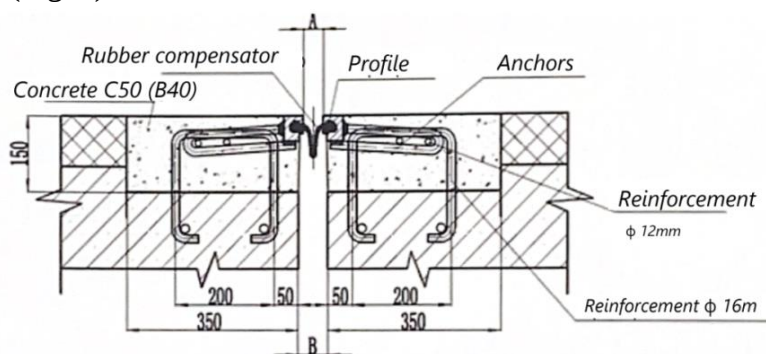
Figure 2. Transport interchange and exits on the Northern Ring Highway, near Salem Shopping Centre, city Almaty [photos taken by the author Bondar I.S.]

Single profile (beam) expansion joints (DS) of OP-DS-K brand are designed in accordance with the requirements of the organisation's standard STO 41006842-002-2019 and fully meet the requirements of GOST R 1330-2024 and SP 3543330. Expansion joints are designed to provide movement of adjacent bridge (or other) structures to compensate for changes in expansion gaps. Expansion joints can be installed on bridge structures with different types of spans (steel, reinforced concrete, etc.) Girder expansion joints of OP-DSH-K2 brand provide safe and comfortable passage of vehicles over them. Special - design of the DS element guarantees tightness of the expansion joint during operation. High quality of the materials used, as well as a professional approach to the design and production of expansion joints brand OP-DSH-K2 makes them safe in operation throughout their entire service life. The expansion joints were designed for use in bridges with high traffic flows, they are resistant to snow ploughing equipment and loads from extra heavy vehicles.

Methodology

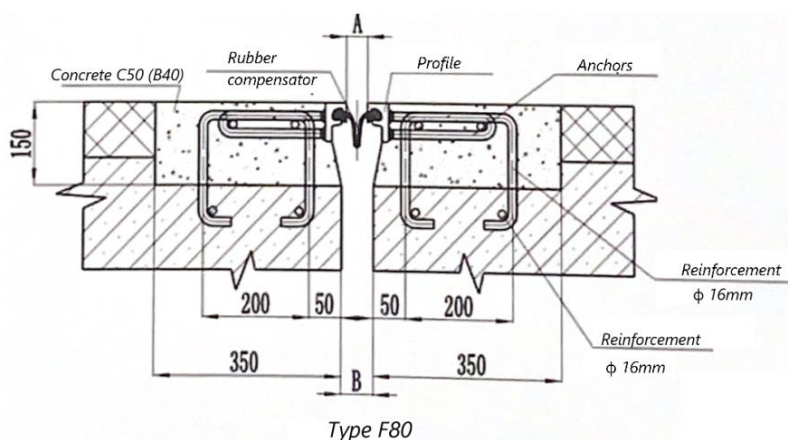
In order to reduce the impact of traffic loads on the joints between two slabs or between a slab and the carriageway, in recent years the maintenance services responsible for the operational safety of the city's roads have started to install expansion joints with rubber expansion joints.

The expansion joint with rubber compensator consists of three parts: hot-rolled profiled steel beam (profile), rubber seals and anchors. Its advantages are simplicity of construction, ease of installation, durability and convenience. The main types of profile (edging) are: C-type (Fig. 3), F-type (Fig. 4), E-type (Fig. 5).



Type C80

Figure 3. Expansion joint with rubber expansion joint type C80 [the drawings are taken from the website <https://k2-engineering.ru/produktsiya/deformatsionnye-shvy/odnoprofilnye-deformatsionnye-shvy>, edited by Bondar I.S.]



Type F80

Figure 4. Expansion joint with rubber compensator type F80

[the drawings are taken from the website <https://k2-engineering.ru/produktsiya/deformatsionnye-shvy/odnoprofilnye-deformatsionnye-shvy>, edited by Bondar I.S.]

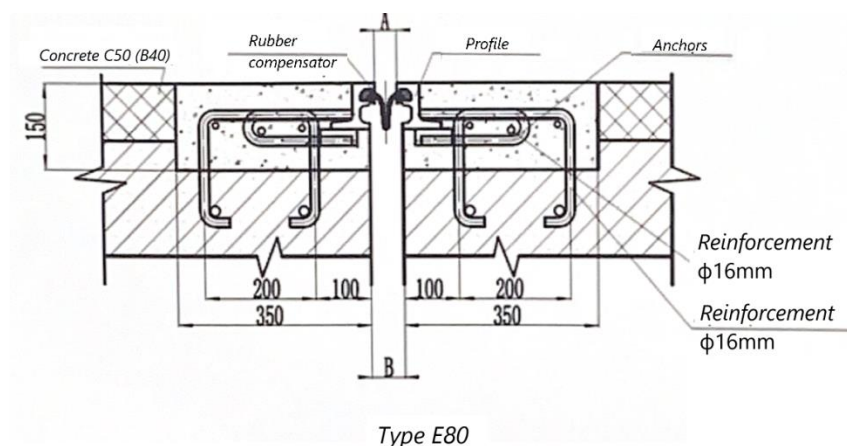


Figure 5. Expansion joint with rubber compensator type E80 [the drawings are taken from the website <https://k2-engineering.ru/produktsiya/deformatsionnye-shvy/odnoprofilnye-deformatsionnye-shvy>, edited by Bondar I.S.]

Border - elements OP-DSH-K2, edging in the deformation gap contours of adjacent structures (roadway on the structure, the end of the span structure, the edge of the head part of the support or the wardrobe wall of the stand) anchored in them and designed to absorb forces from overlapping gap elements and to protect the edged elements of the structure from destruction under the impact of vehicles. The list of applied edging in beam expansion joints of OP-DSH-K2 grade. The flanges of the edge profile serve for attaching the waterproofing membrane of the deck (Fig. 6).

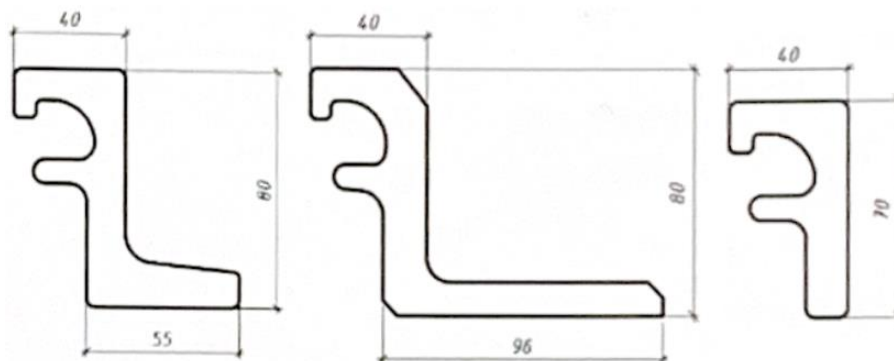


Figure 6. Edging for expansion joints OP-DSH-K2 [the drawings are taken from the website <https://k2-engineering.ru/produktsiya/deformatsionnye-shvy/odnoprofilnye-deformatsionnye-shvy>, edited by Bondar I.S.]

Table 1. Geometric Characteristics of Bands for Expansion Joints OP-DSH-K2

Type	Displacement (mm)	Installation dimensions (mm)	
		A	B
C80	80	40 (0-80)	50(10-90)
F80	80	40 (0-80)	50 (10-90)
E80	80	40 (0-80)	50(10-90)

1. Under special requirements, displacements can reach up to 100 mm.
2. Installation dimensions A and B are specified at an average temperature.

Linearity of the shaped profile used in the DS along the length corresponds to the tolerance of 1.0 mm/1 m, within the whole length - 5 mm/10 m, Screw-shape is not more than 1 mm/1 m. The edge bearing profiles are made of shaped (long) rolled products. The manufacturing plant, which carries out shaping of the steel profile by solid hot rolling or solid hot processing, guarantees the absence of hidden defects along the entire length of the profile. At the request of the project the border of the DS can be made by welding of shaped solid drawn profile and long angle rolled section by continuous welded seam according to GOST 14771, at that 30% (up to 100% at the request of the opening) of welded seams are subjected to ultrasonic examination. Welded seams of OS-DS-K2 grades meet the requirements of GOST 5264, GOST 8713 and GOST 14771.

Bearing profiles (edging) are treated with an increased degree of anticorrosion protection. Anticorrosive coating of DSH corresponds to the category of corrosive aggressiveness of the atmosphere not lower than C4 (high) according to GOST 346672. Durability of anticorrosive coating corresponds to category H (more than 15 years) according to GOST 346671.

The main elements of the beam expansion joint of OP-DSH-K2 brand are edge bearing profiles (edging), anchoring elements and sealing compensator (Fig.7).

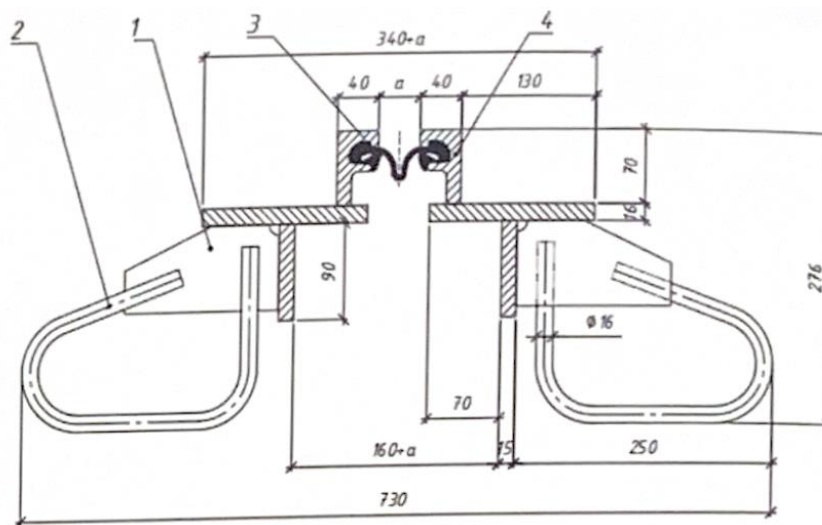


Figure 7. Girder expansion joint OP-DSH-K2 (section) a - opening of DS; 1 - anchor plate; 2 - anchor ring; 3 - compensator; 4 - edging. [the drawings are taken from the website <https://k2-engineering.ru/produktsiya/deformatsionnye-shvy/odnoprofilnye-deformatsionnye-shvy>, edited by Bondar I.S.]

Due to the presence of various configurations of the bearing profile execution, as well as a large variability of the anchor elements execution, the design of DS can be applied at any dimensions of the expansion joint lining areas and any thicknesses of asphalt pavement or other pavement.

In beam expansion joints, sealing expansion joints are used [21], which allow for a displacement of the structure from 40 to 120 mm. For beam expansion joints with an opening of 100 mm and above, which are used on motorways near settlements with a permitted speed of motor vehicles over 90 km/h, as well as on roads in the settlements themselves, it is recommended to use additional noise-reducing structures. Here are two options of design solutions for noise reduction:

1) application of special noise-reducing plates, such beam DSs are labelled 'OP-DS-K2-shp' (Fig. 7);

2) application of expansion joint designs with special wave-shaped borders, such beam joints are labelled 'OP-DSh-K2-v' (Fig. 9).

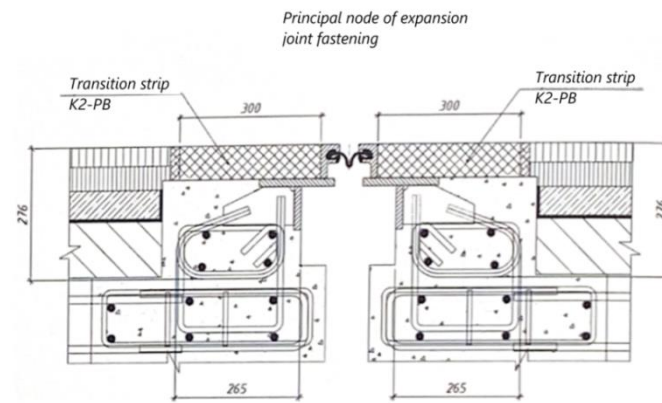


Figure 8. Expansion joint OP-DSH-K2-shp with noise-reducing plate [the drawings are taken from the website <https://k2-engineering.ru/produksiya/deformatsionnye-shvy/odnoprofilnye-deformatsionnye-shvy>, edited by Bondar I.S.]

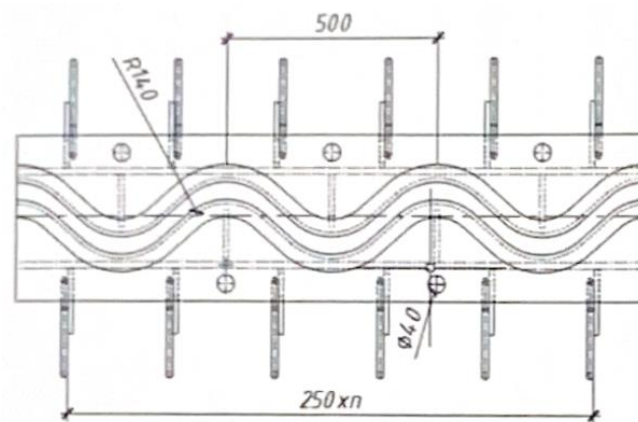


Figure 9. Special wave-shaped border OP-DSH-K2 [the drawings are taken from the website <https://k2-engineering.ru/produksiya/deformatsionnye-shvy/odnoprofilnye-deformatsionnye-shvy>, edited by Bondar I.S.]



Figure 10. Photographs of the OP-DSH-K2-in wave-shaped border [the drawings are taken from the website <https://k2-engineering.ru/produksiya/deformatsionnye-shvy/odnoprofilnye-deformatsionnye-shvy>]

Results

Let us calculate the total temperature displacement of the free end of the span structure by applying the formula [17]:

$$\Delta_T = \gamma_T \cdot \alpha \cdot L \cdot \Delta T, \quad (1)$$

где γ_T – is the reliability coefficient for temperature effects;

α – is the coefficient of linear thermal expansion, ($1 \cdot 10^{-3}$);

L – is the design length of the span structure from which the displacements are determined (2×24 m);

Δ_T – range of change of design temperatures from $T_{\min}$ to $T_{\max}$ taking into account the increase of this range due to the heating of the structure under the influence of sunlight, including non-uniform heating and non-uniform temperature distribution along the cross-section of the element [22].

Normative air temperatures in warm and cold seasons should be set equal: $t_{n,T} \approx +40^\circ\text{C}$; $t_{n,X} \approx -40^\circ\text{C}$; can be accepted $t_{3,T} = t_{n,T} - 15^\circ\text{C}$;

$$t_X = t_{n,X} + 15^\circ\text{C};$$

The distances between the edges of OP-DSH-K2 expansion joints of types C80, F80 and E80 measured at different temperatures in the range from -30°C до $+30^\circ\text{C}$ are shown in Figure 10.

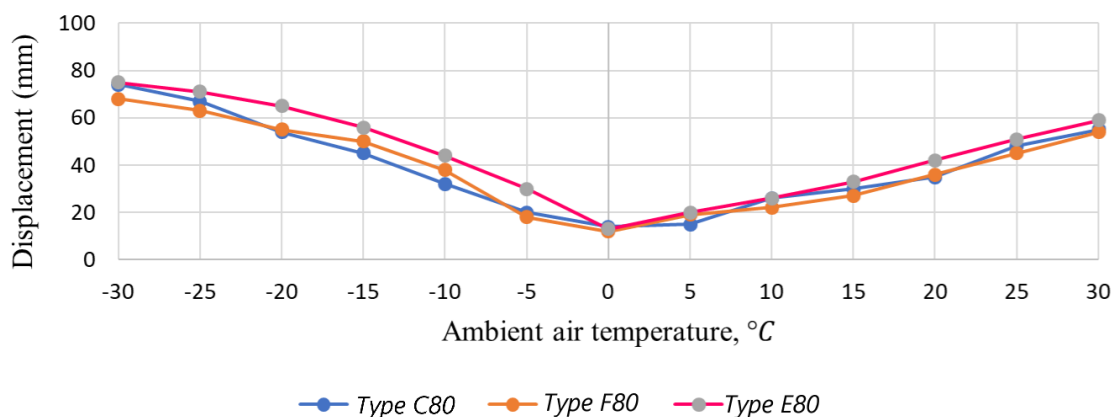


Figure 10. Diagram of dependence of displacement of expansion joints on temperature
[The graph was built by the author Bondar I.S.]

Discussion

The calculated width determined by the formula (1) of one joint from the action of temperature -40°C is equal to half of this value, that is, if by calculation ΔT turned out to be 16 cm, the half will be 8 cm. For a comfortable passage through the deformation joint the value of its opening should not be more than 8 cm [23], otherwise due to the ‘failure’ of car wheels between the edging dynamic coefficient ($1+\mu$) increases, which is an additional unfavourable factor, increasing the impact of traffic load on the bridge spans. The presence of defects in the area of expansion joints significantly increases this coefficient ($1+\mu$) due to the disturbance of the smoothness of the carriageway micro-relief.

Judging from the results of Figure 10, the presented types of expansion joints fulfil this task perfectly. The best performance at different temperatures in the range from -30°C to $+30^{\circ}\text{C}$, i.e. the smallest displacement between the borders of the OP-DSH-K2 expansion joints of the F80 type at -30°C outside temperature was 6.8 cm, and at $+30^{\circ}\text{C}$ the displacement was 5.4 cm.

Conclusion

It has been established that after commissioning of bridges and overpasses in a couple of years deformations, displacements, deep cracks and potholes in the zones of expansion joints will be inevitable in the zones of road asphalt concrete pavement with the depth from 3 cm to 10 cm. Existing damage and deformation of expansion joints on bridges and adjacent pavement areas can cause serious vehicle accidents and road accidents.

Thanks to the use of expansion joints with rubber compensator on the spans of bridges, overpasses and transport interchanges of Almaty city, the operational safety of transport structures has significantly improved, which in turn gave a positive economic effect [24]. The accumulated experience allows adapting the designs of OP-DSH-K2 beam expansion joints of types C80, F80 and E80 for application on oblique spans, on spans with a surface system of drainage devices, with combined traffic of road and tram transport and on railway crossings, approaches to bridges, etc.

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

Ссылка на данную статью: Бондарь ИС, Харди́ков ПГ, Нурахметова КК, Дигарбаева ТД, Мамедова ЖЭ. Деформационные швы и зоны сопряжения дорожного покрытия на мостах и путепроводах // Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2025; 2 (10): 15-26. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-02>

Cite this article as: Bondar IS, Khardikov PG, Nurakhmetova KK, Digarbaeva TD, Mamedova ZhE. Deformacionnye shvy i zony sopryazheniya dorozhnogo pokrytiya na mostah i putepro-vodah [Expansion joints and the interface zone of road pavement on bridges and overpasses]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogo instituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2025;2 (10): 15-26. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-02>

References

- [1] Ovchinnikov IG, Ovchinnikov II, Kozlachkov SV. Osobennosti i problemy raboty deformatsionnyh shvov v mostovyh konstrukcijah. Krasnaja liniya [Features and problems of expansion joint operation in bridge structures. Red Line]. Avtomobil'nye dorogi. = Roads. 2012; 58: 52-53. (in Russ.)
- [2] Ovchinnikov IG, Ovchinnikov II. Trotovyje konstrukcii na mostah: otechestvennyj i zarubezhnyj opyt [Pavement structures on bridges: domestic and foreign experience]. Naukovedenie = Science of science 2014; 5 (24):1-19. (in Russ.)
- [3] Kozlachkov SV, Ovchinnikov II, Valiev ShN, Ovchinnikov IG. Otechestvennye deformatsionnye shvy mostovyh konstrukcij [Domestic expansion joints of bridge structures]. Internet-zhurnal «Naukovedenie» = Internet Journal "Naukovedenie" 2012;3:1-17. <http://naukovedenie.ru/ik12/12-41.pdf>. (in Russ.)
- [4] Bondar IS, Karibaeva GB, Kurbenova AK. Vibration diagnostics of transportation structures on railroads. Vibroengineering Procedia. 2024;54:109–115. <https://doi.org/10.21595/vp.2024.24086>.
- [5] Bondar IS, Aldekeyeva DT, Ospanova ZK. Stress-strain states of reinforced concrete spans of a railroad overpass using a spatial finite element model. Vibroengineering Procedia. 2024; 54: 320–326. <https://doi.org/10.21595/vp.2024.24086>.

- [6] Bondar IS, Kvashnin M, Aldekeyeva D, Bekzhanova S, Izbaierova A, Akbayeva A. Influence of the deformed state of a road bridge on operational safety. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022; 2(7-116): 29–34. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255275>.
- [7] Kosenko S, Bondar IS, Kvashnin M, Vorobyev A, Pokrovskaya O. Experimental Assessment of the Railway Bridges' Metal Spans Bearing Elements Stress State. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2023; 509: 347–355. https://doi.org/10.1007/978-3-031-11058-0_33.
- [8] Kosenko S, Bondar IS, Kvashnin M, Revyakin A. Stress State Assessment of the Rails Switches Under the Influence of Truck with the Axial Load 245 kN. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2022; 403: 538–546. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96383-5_60
- [9] Abdullayev SS, Bakyt GB, Aikumbekov MN, Bondar IS, Auyesbayev YT. Determination of natural modes of railway overpasses. *Journal of Applied Research and Technology*. 2021; 19(1): 1–10. <https://jart.icat.unam.mx/index.php/jart/issue/view/82>.
- [10] Abdullayev SS, Bondar IS, Bakyt GB, Budiukin AM, Baubekov YY. Interaction of frame structures with rolling stock. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*. 2021; 1(445): 22–28. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.3>
- [11] Soglashenie o vese i gabaritah transportnyh sredstv, osushhestvlyajushhih mezhgosudarstvennye perevozki po avtomobil'nyh dorogam gosudarstv – uchastnikov SNG. *Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan [Agreement on weights and dimensions of vehicles engaged in interstate transportation on highways of the CIS member states. Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan]* dated January 17. 2003, 32. (in Russ.)
- [12] Efanov AV, Ovsyannikov SV, Ovchinnikov IG. Razrushenie mostovogo polotna i deformacionnyh shvov: prichiny, problemy i reshenija [Destruction of bridge deck pavement and expansion joints: causes, problems, and solutions]. *Dorogi i mosty = Roads and Bridges* 2007; 2: 38–42. (in Russ.)
- [13] Valiev ShN, Smolenkin VS. Osobennosti raboty dorozhnoj odezhdy v zone deformacionnyh shvov mostovyh konstrukcij [Features of pavement behavior in the area of expansion joints in bridge structures]. *Internet-zhurnal «Naukovedenie» = Internet Journal "Naukovedenie"* 2014; 3: 1-8. (in Russ.) <http://dx.doi.org/10.15862/06TS216>
- [14] Bondarev BA, Sedykh IA, Smetannikova AM. Ocenka transportno-jekspluatacionnogo sostojanija jelementov mostovogo polotna s ispol'zovaniem okrestnostnyh modelej [Assessment of transport-operational condition of bridge deck elements using neighborhood models]. *Izvestija Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura.= Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Construction and Architecture* 2018; Vol. 9, No. 4. (in Russ.)
- [15] Bondarev BA, Borkov PV, Saprykin RYu. Ciklicheskaja dolgovechnost' polimernyh kompozicionnyh materialov v deformacionnyh shvah mostov i puteprovodov. Dolgovechnost' i nadezhnost' stroitel'nyh materialov i konstrukcij v uslovijah jekspluatatsii [Cyclic durability of polymer composite materials in expansion joints of bridges and overpasses. Durability and Reliability of Building Materials and Structures in the Operating Environment]. *Proc. of the 1st International Scientific and Technical Conference. Balakovo: Publishing house of National Research Nuclear University “MEPhI”* 2017. 37–42. (in Russ.)
- [16] Bondarev BA, Zaytseva TM, Saakyan AG, Lezgiev TR. Ocenka iznosa konstrukcij podvizhnyh soedinenij i puti povyshenija ih dolgovechnosti [Wear appraisal of movement joints' structures and ways to improve their durability]. *Izvestija Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura.= Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Construction and Architecture* 2019; 10(4):126-132. (in Russ.) <https://doi.org/10.15593/2224-9826/2019.4.12>
- [17] Efanov AV, Ovchinnikov IG. Deformacionnye shvy mostov: sovremennoe sostojanie problemy [Expansion joints of bridges: current state of the problem]. *Vestnik Saratovskogo*

gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta = Bulletin of Saratov State Technical University 2006; 4 (16): 81–86. (in Russ.)

[18] Kozlachkov SV, Ovchinnikov II, Valiev ShN, Ovchinnikov IG. Racional'nye oblasti primeneniya deformacionnyh shvov v mostovyh konstrukcijah [Rational areas of application of expansion joints in bridge structures]. Mir dorog = World of Roads 2013; 66: 43-45. (in Russ.)

[19] Rekomendacii po ustrojstvu deformacionnyh shvov v mostovyh sooruzhenijah na avtomobil'nyh dorogah [Recommendations for the installation of expansion joint structures in bridge structures on highways]. AO «KazdorNII» = JSC "KazdorNII" dated 30.11.2016, 171. (in Russ.)

[20] Kozlachkov SV, Ovchinnikov II, Valiev ShN, Ovchinnikov IG. Rekomenduemye konstrukcii deformacionnyh shvov mostov i ih racional'noe primenenie [Recommended expansion joint structures for bridges and their rational application]. Internet-zhurnal «Naukovedenie» = Internet Journal "Naukovedenie" 2012; 3: 1-7. (in Russ.) <http://naukovedenie.ru/ik12/12-42.pdf>.

[21] Lyakhovich GD, Maksimenko AL, Pastushkov VG. Teoreticheskie aspekty i jeksperimental'nye issledovaniya adgezionnogo vzaimodejstvija polidispersnoj sistemy «bitumno-polimernoe vjazhushhee – cementobetonная поверхность» [Theoretical aspects and experimental studies of adhesion interaction of the polydisperse system "bitumen-polymer binder - cement concrete surface"]. Vestnik BITU = Bulletin of BITU 2003; 2: 13-17. (in Russ.)

[22] Ovchinnikov II, Ovchinnikov IG, Valiev ShN. Analiz prichin povrezhdenij deformacionnyh shvov tipa MMM D-50 i MMM D-100 na mostovyh sooruzhenijah avtomobil'noj dorogi M-4 «DON» [Analysis of damage causes in expansion joints of type MMM D-50 and MMM D-100 on bridge structures of the M-4 "DON" highway]. Internet-zhurnal «Naukovedenie» = Internet Journal "Naukovedenie" 2013; 5: 1 – 13. (in Russ.)

[23] Rekomendacii po ustraneniu defektov avtodorozhnyh mostov s primeneniem special'nyh materialov [Recommendations for eliminating defects in road bridges using special materials]. AO «KazdorNII» = JSC "KazdorNII" dated December 26, 2017, 183. (in Russ.)

[24] Ovchinnikov IG, Makarov VI. Vlijanie deformacionnyh shvov na bezopasnost' i komfortnost' dvizhenija [Influence of expansion joints on safety and comfortable movement]. Dorogi i mosty = Roads and Bridges 2006; 2: 26–29. (in Russ.)

Technical Sciences. Architecture and Construction

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-03>

UDC: 624.131.32

IRSTI: 73.31.13

Comparative Analysis of the Damping Properties of Soil-Rubber Geomaterials for Seismic Isolation of Road Structures

***¹Nietbay S.**

¹LLP «International Educational Corporation» Almaty, Republic of Kazakhstan

*Corresponding author email: sayat_90@inbox.ru

Received: 12 April 2024 Peer-reviewed: 14 May 2024 Accepted: 12 July 2024	Abstract The article focuses on the investigation of the effectiveness of soil-rubber composites used as damping layers for geotechnical seismic isolation in road structures. The main objective is to minimize the adverse impact of seismic waves on infrastructure by introducing an intermediate, energy-absorbing layer between the natural soil base and the foundation of the structure. This innovative approach aims to enhance the seismic resilience of transport systems, especially in earthquake-prone regions. Laboratory experiments were conducted using accelerometric analysis methods to measure the amplitude and frequency of vibrations transmitted through natural soil and soil modified with rubber crumb. The results demonstrated that the inclusion of rubber particles significantly improves the damping properties of the soil. Specifically, the soil-rubber layer reduced peak ground acceleration by approximately 33% compared to unmodified natural soil. This confirmed the composite material's ability to absorb and dissipate seismic energy effectively. Additionally, the study emphasizes the environmental benefits of using rubber crumb derived from recycled tires. This approach not only provides a technically efficient solution for seismic isolation but also contributes to sustainable waste management by reusing non-biodegradable materials that would otherwise pose environmental hazards. The developed methodology offers a practical and cost-effective strategy for improving the reliability and safety of road structures in seismically active areas. The experimental data support the implementation of soil-rubber composite technology in engineering practice as an innovative solution that combines structural performance with environmental sustainability. Keywords: seismic isolation, damping layer, road structures, accelerometric analysis.
Nietbay S	Information about authors: PhD, Head of Department, LLP "International Educational Corporation", Almaty, Republic of Kazakhstan. Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-9748-6830 E-mail: sayat_90@inbox.ru

Техникалық ғылымдар. Сәулет және құрылыс

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-03>

ӨОЖ: 624.131.32

GTAMP: 73.31.13

Жол құрылыстарының сейсмикалық оқшаулауына арналған топырақ-резеңке геоматериалдарының демпферлік қасиеттерінің салыстырмалы талдауы**¹Ниетбай С.Е.**¹ЖШС «Халықаралық білім беру корпорациясы», Алматы қ, Қазақстан*Автор-корреспондент email: savat_90@inbox.ru

Мақала келді:
12 сәуір 2024
Сараптамадан өтті:
14 мамыр 2024
Қабылданды:
12 шілде 2024

Түйіндеме

Мақала жол құрылыстары үшін геотехникалық сейсмоизоляцияда қолданылатын топырақ-резеңке композиттерінің тиімділігін зерттеуге арналған. Зерттеудің негізгі мақсаты – құрылымның іргетасы мен табиғи топырақ негізі арасындағы энергияны сіңіретін аралық қабатты енгізу арқылы сейсмикалық толқындардың инфрақұрылымға әсерін азайту. Бұл инновациялық тәсіл әсіресе сейсмикалық белсенді аймақтарда көлік жүйелерінің сейсмиялық төзімділігін арттыруға бағытталған.

Лабораториялық тәжірибелер акселерометриялық талдау әдістері арқылы жүргізілді, бұл табиғи топырақ пен резеңке түйіршіктері қосылған топырақ арқылы берілетін тербелістердің амплитудасы мен жиілігін өлшеуге мүмкіндік берді. Нәтижелер резеңке бөлшектердің қосылуы топырақтың демпферлік қасиеттерін едәуір арттыратынын көрсетті. Атап айтқанда, топырақ-резеңке қабаты пішінді үдеуді табиғи топырақпен салыстырғанда шамамен 33%-ға азайтты, бұл материалдың сейсмикалық энергияны тиімді сіңіріп, сейірту қабілетін дәлелдейді.

Сонымен қатар, зерттеу қайта өңделген шиналардан алынған резеңке түйіршіктерін пайдаланудың экологиялық артықшылықтарын көрсетеді. Бұл әдіс техникалық жағынан тиімді ғана емес, сонымен қатар қайта өңделмейтін қалдықтарды қолдану арқылы экологиялық тұрақтылықты арттыруға ықпал етеді.

Зерттеу барысында жасалған әдістеме сейсмикалық қауіпті аймақтардағы жол құрылымдарының сенімділігі мен қауіпсіздігін арттыру үшін тиімді әрі үнемді шешім бола алады. Алынған деректер топырақ-резеңке композиттік технологиясын инженерлік тәжірибеде қолдануға ұсынуға негіз береді.

Түйін сөздер: сейсмикалық оқшаулау, демпферлік қабат, жол құрылыстары, акселерометриялық талдау.

Ниетбай С.Е.**Авторлар туралы ақпарат:**

PhD, бөлім меңгерушісі, «Халықаралық білім беру корпорациясы» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан Республикасы. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9748-6830> E-mail: savat_90@inbox.ru

Технические науки. Архитектура и строительство

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-03>

УДК: 624.131.32

МРНТИ: 73.31.13

Сравнительный анализ демпфирующих свойств грунто-резиновых геоматериалов для сейсмической изоляции дорожных сооружений***¹Ниетбай С.Е.**¹ТОО «Международная образовательная корпорация», г. Алматы, Казахстан*Автор-корреспондент email: sayat_90@inbox.ru

Поступила:
12 апреля 2024
Рецензирование:
14 мая 2024
Принята в печать:
12 июля 2024

Аннотация

Статья посвящена исследованию эффективности почвенно-резиновых композитов, используемых в качестве демпфирующих слоёв для геотехнической сейсмоизоляции дорожных сооружений. Основной целью является снижение негативного воздействия сейсмических волн на инфраструктуру путём введения промежуточного, поглощающего энергию слоя между естественным грунтовым основанием и фундаментом сооружения. Этот инновационный подход направлен на повышение сейсмостойкости транспортных систем, особенно в сейсмоактивных районах.

Лабораторные эксперименты были проведены с использованием методов акселерометрического анализа для измерения амплитуды и частоты колебаний, передающихся через природный грунт и грунт с добавлением резиновой крошки. Результаты показали, что включение резиновых частиц существенно улучшает демпфирующие свойства почвы. В частности, слой почвенно-резинового композита снижал пиковое ускорение на ~33 % по сравнению с необработанным грунтом, что подтвердило способность материала эффективно поглощать и рассеивать сейсмическую энергию.

Кроме того, исследование подчёркивает экологические преимущества использования резиновой крошки, полученной из переработанных шин. Этот подход является не только технически эффективным решением для сейсмоизоляции, но и способствует устойчивому управлению отходами, повторно используя трудноразлагаемые материалы.

Разработанная методика представляет собой практичную и экономически выгодную стратегию повышения надёжности и безопасности дорожных конструкций в сеймоопасных зонах. Полученные данные поддерживают внедрение технологии почвенно-резиновых композитов в инженерную практику как инновационного решения, сочетающего структурную эффективность и экологическую устойчивость.

Ключевые слова: сейсмоизоляция, демпфирующий слой, дорожные сооружения, акселерометрический анализ.

Ниетбай С.Е.

PhD, заведующий отделением ТОО «Международная образовательная корпорация», г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9748-6830> E-mail: sayat_90@inbox.ru

Introduction

Intense seismic activity poses a serious threat to transport infrastructure, especially in regions with high seismicity. In the Republic of Kazakhstan, a significant portion of the territory is located in seismically hazardous zones, particularly the southern and southeastern regions. Historical earthquakes (Almaty 1911, Tashkent 1966, Zhambyl Region 2003, among others) have demonstrated the vulnerability of engineering structures built using traditional technologies. Damage and destruction of road bridges, overpasses, viaducts, and other elements of the transport network during strong earthquakes lead to severe socio-economic consequences. Even when construction standards are followed, conventional design solutions may prove insufficient. Common problems include low density and strength of the subgrade, soil heterogeneity, high groundwater levels, poor drainage, and resonance effects between seismic waves and the natural vibrations of the structure. Statistics show that a significant proportion of structural damage is concentrated in the "soil–foundation" interface. Therefore, it is highly relevant to develop solutions capable of mitigating seismic impacts before the vibrations are transmitted to the superstructure.

The concept of geotechnical seismic isolation offers a fundamentally different approach to seismic protection compared to traditional methods of structural reinforcement. The core idea lies in creating a special damping layer between the building foundation and the natural subgrade, which partially absorbs and dissipates the energy of incoming seismic waves. Such a layer can be composed of soil mixtures with materials possessing enhanced damping properties—such as soil–rubber, soil–bitumen, soil–silicate, soil–cement, and other composite geomaterials. Their effectiveness is ensured by a combination of a low shear modulus (allowing the layer to deform and cushion seismic vibrations) and high internal friction (promoting rapid attenuation of the wave within the layer). As a result, the peak accelerations transmitted to the structure are significantly reduced, thereby limiting horizontal displacements and dynamic loads on the superstructure [1].

In recent years, geotechnical seismic isolation has undergone successful testing in both laboratory and field conditions. Vibration table experiments and numerical modeling have shown that the inclusion of soil–rubber mixture layers can reduce the transmission of seismic energy to the building superstructure by 30–60% [2]. International implementation of such systems already includes real-world projects: for example, damping cushions made of glass beads and sand, gravel–rubber filtering layers beneath foundations, and deformable bases applied in Japan, Italy, China, New Zealand, and South Korea [3–6]. It has been noted that the use of geosynthetic layers, pile rows, and other barrier elements is also effective in attenuating seismic waves within the soil [5, 6]. Recent studies confirm that geotechnical seismic isolation can enhance the seismic resistance of both new and existing structures while remaining economically viable due to the availability of local materials and reduced repair costs [4].

Particular interest lies in the use of recycled materials, such as rubber crumb from used tires, in damping layers. This approach addresses two key issues: first, it enhances the seismic protection of structures; second, it facilitates waste utilization, thereby reducing environmental impact. Crumb rubber derived from worn-out vehicle tires is characterized by low density and high damping capacity, making it an ideal component for seismic isolation layers [7]. According to research, the use of such tire-derived aggregate (TDA) layers can significantly reduce dynamic forces. For example, in numerical models of tunnels backfilled with tire crumb, reductions in deformations and internal forces of 50–75% were achieved [7]. Other studies have noted that an optimal crumb content of 30% in soil mixtures provides the highest seismic energy absorption. Thus, the incorporation of tire waste into seismic protection not only addresses the challenge of disposal but also delivers substantial benefits for ensuring structural reliability, aligning with the principles of sustainable development in construction.

Despite the obvious advantages, the widespread implementation of geotechnical seismic isolation in Kazakhstan is currently hindered by the lack of regulatory frameworks and standardized

solutions adapted to local soil conditions. Nevertheless, the increasing seismic risks and limited budgets for structural reinforcement underscore the need for cost-effective and efficient seismic protection technologies. The geotechnical soil–rubber layer is one such technology: it is inexpensive, easy to implement, and compatible with existing design practices. The aim of this study is to experimentally assess the damping capacity of a soil–rubber layer in reducing seismic impacts on the foundations of road structures. To achieve this goal, a laboratory methodology based on accelerometric analysis was developed and applied to evaluate vibration transmission through soil foundation models with different additive compositions. The study emphasizes both the scientific novelty (the use of accelerometric methods and innovative materials) and the practical relevance of the obtained results for seismic-prone regions.

Methods

The object of the study is the soil foundations of road structures that are subject to dynamic loads during seismic events. The subject of the study is the damping properties of a composite geomaterial based on soil and rubber crumb, used as an intermediate layer between the natural subgrade and the foundation structure. The experimental part of the research was carried out under laboratory conditions using tools for vibrational dynamic analysis.

A composite mixture was prepared using natural soil (representing the mineral composition of the foundation) and rubber crumb derived from recycled automobile tires. The component ratio was set at 80% soil and 20% rubber additive by weight. This proportion was selected based on literature recommendations and technological considerations to ensure sufficient workability of the mixture and a pronounced damping effect. For control testing, additional specimens made of pure soil without additives (natural soil) were also prepared to enable comparative analysis with the soil–rubber mixture.

The prepared components were thoroughly mixed until a homogeneous composition was achieved (Figure 1). The resulting mixture was then placed into a standard cylindrical mold in layers. Each layer had a thickness of approximately 50–60 mm. Compaction was performed using the standard Proctor method with the laboratory unit UG-F: 40 blows were applied to the surface of each layer using a special tamping weight (2.5 kg) dropped from a height of 300 mm. After compacting a layer, its surface was slightly loosened to ensure bonding with the subsequent layer, which was then added on top. This procedure was repeated until the mold was filled; the top layer was leveled flush with the mold's rim. This method of mechanical compaction allowed the modeling of dense soil and soil–rubber states that closely resemble real foundation conditions.



Figure 1. Preparation of the soil–rubber mixture [author's material]

The compacted specimen was carefully removed and placed into a larger-diameter testing

container simulating a structural foundation. An accelerometer (BC111, standard ICP, sensitivity 10 mV/g, operating frequency range 0.5–15,000 Hz) was installed at the base of the container (beneath the specimen). The sensor was mounted in such a way as to capture vibrations transmitted through the specimen to the foundation.

To induce oscillations, an impact pulse was applied: a 469 g weight was dropped from a height of 250 mm onto the top surface of the specimen. The falling weight generated a short-duration impulse analogous to a seismic wave propagating downward through the foundation model. The accelerometer positioned below the specimen recorded the transmitted signal (Figure 2).



Figure 2. General view of the experimental setup [author's material]

Signals from the sensor were transmitted to a multi-channel spectrum analyzer ZET 017-U8 (dynamic range: 80 dB, frequency range up to 20 kHz), which was connected to a computer running ZetLab software. The recording parameters were selected to reliably capture the entire vibration process—from the moment of impact to the complete attenuation of oscillations. The duration of each impact recording was 1.0 second, including approximately 0.5 seconds before the impact (background and impact moment) and 0.5 seconds after the impact to capture the decaying vibrations. As a result, each experiment produced an accelerogram—a time-history plot of acceleration—reflecting the response of the foundation model to the impact load.

To improve the reliability of the results, each configuration was tested through a series of repeated trials. Specifically, three independent tests were conducted for the natural soil (three weight drops from the same height and mass), and similarly, three tests for the soil–rubber mixture. Before each repeated impact, the specimen was reinstalled, and the system was reset, or a newly prepared identical specimen was used to eliminate the influence of structural changes or damage accumulation from previous impacts. In total, six experiments were conducted under identical conditions (three for soil, three for soil–rubber). For each series, the average peak acceleration recorded by the accelerometer was calculated. Data processing and averaging were performed using ZetLab software with built-in statistical analysis tools. Reproducibility of the accelerogram waveform was also monitored—they showed high similarity within each set of three trials, confirming the reliability of the testing methodology.

The obtained accelerograms (Figures 3–8) were displayed on the computer screen and saved for subsequent analysis (examples of oscillograms are provided in Appendix 1 of the source materials). The primary parameter used for comparison was the peak acceleration amplitude—the maximum acceleration value transmitted through the specimen. This parameter characterizes the proportion of seismic impact energy that the damping layer transfers to the foundation: a lower

amplitude indicates more effective vibration attenuation. Additionally, the nature of vibration decay (the rate of amplitude decrease on the accelerogram) was analyzed; however, the present article focuses primarily on comparing peak acceleration values for different materials.



Figure 3. Accelerogram of natural soil without additives. Experiment 1



Figure 4. Accelerogram of natural soil without additives. Experiment 2



Figure 5. Accelerogram of natural soil without additives. Experiment 3

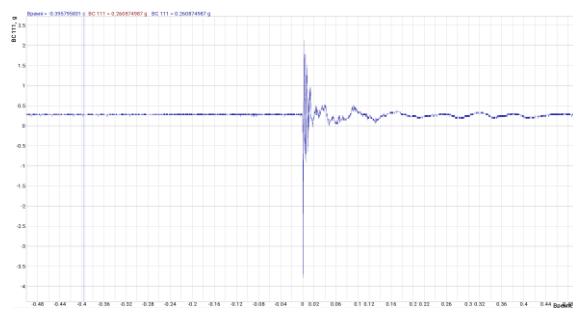


Figure 6. Accelerogram of soil-rubber mixture. Experiment 1



Figure 7. Accelerogram of soil-rubber mixture. Experiment 2



Figure 8. Accelerogram of soil-rubber mixture. Experiment 3

Results

Table 1 presents the measured peak vibration amplitudes recorded by the accelerometer beneath the specimens made of natural soil and soil-rubber composite under three repeated impact tests. It is evident that in all cases, the model with the soil-rubber layer transmitted significantly less vibration than the model consisting of pure soil. For example, in Experiment No. 1, the peak acceleration through natural soil was 5.91 (in arbitrary acceleration units, close to m/s^2), while for the soil-rubber layer it was only 3.78. In Experiment No. 2, the values were 7.00 and 4.04, respectively, and in No. 3 – 7.47 and 3.91. On average, the amplitude reduction due to the addition

of rubber crumb was approximately 33–34% compared to the control soil. These data clearly confirm the pronounced damping effect of the soil–rubber composite: the addition of 20% rubber results in only two-thirds of the seismic energy being transmitted to the foundation compared to conventional soil.

Table 1. Results of Experimental Studies. Peak Vibration Amplitude

Experiment	Natural Soil	Soil–Rubber Composite
1	5,91	3,78
2	7	4,04
3	7,47	3,91

Data analysis (Figure 9) shows that natural soil exhibits significantly higher vibration amplitude values compared to the soil–rubber composite. In the first experiment, the amplitude for natural soil was 5.91, in the second – 7.00, and in the third – 7.47. In contrast, the amplitude values for the soil–rubber mixture were noticeably lower: 3.78, 4.04, and 3.91, respectively.

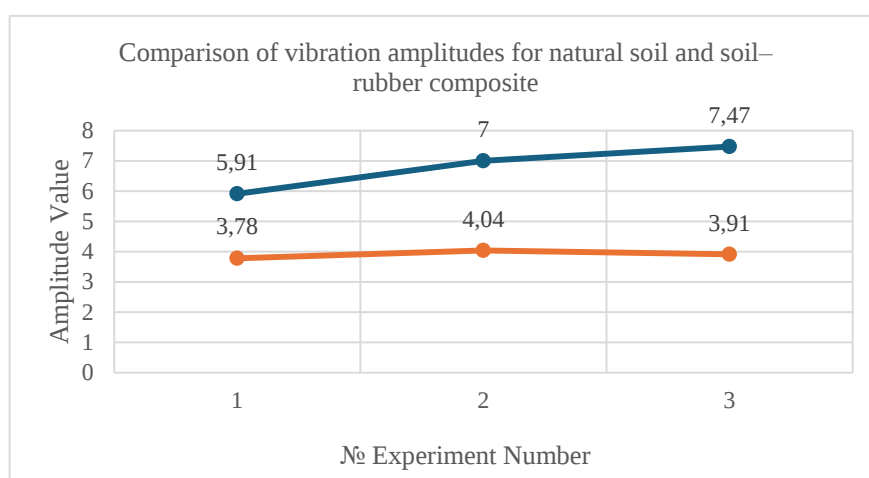


Figure 9. Comparison of Vibration Amplitudes for Natural Soil and Soil–Rubber Composite: red line – natural soil, red line – soil–rubber composite [author's material]

Thus, it is evident that the addition of rubber crumb to the soil structure effectively reduces the amplitude of seismic waves. On average, the soil–rubber composite reduces the amplitude by more than 33% compared to natural soil, confirming its damping properties and applicability in geotechnical seismic isolation for protecting road structures.

The presented data are consistent with previously obtained results, further confirming that soil–rubber mixtures exhibit a stable damping effect and significantly reduce the level of vibrational impact on structures.

Discussion

Analysis of the obtained accelerograms shows that, in addition to reducing the peak acceleration value, the soil–rubber layer also alters the vibration behavior. A noticeably faster attenuation of vibrations over time was observed: oscillations in the soil–rubber specimen diminished earlier than in the pure soil sample (the amplitude dropped to negligible levels over a shorter time period). This indicates increased energy dissipation in the rubber-containing mixture, which corresponds to the well-known properties of polymeric materials—their ability to effectively

disperse deformation energy as heat due to internal friction and viscoelastic characteristics. In contrast, vibrations in the natural mineral soil persist longer, as dry, dense soil possesses lower internal damping capacity.

The obtained experimental results are consistent with findings from other studies. Previous research has reported that the use of rubber crumb in soil layers can reduce seismic accelerations and structural deformations by several tens of percent. For example, in the works of Tsang et al. [8] and Ranjbar et al. [9], shake table tests showed that the structural response was reduced by 30–60% due to the addition of 10–30% rubber into sand. In the present study, the observed 33% reduction falls within this same range, confirming the effectiveness of the selected composition. Variations in the magnitude of the effect may be attributed to differences in rubber grain size distribution and content, the properties of the base soil, as well as the scaling factor of the laboratory model. Nonetheless, the qualitative conclusion remains consistent: the rubber component significantly reduces the transmission of seismic energy through the soil.

The inclusion of a rubber fraction affects the dynamic properties of the soil in a complex manner. First, the effective shear modulus of the composite is reduced: rubber is significantly softer than mineral particles, so the mixture deforms more easily under dynamic loading, allowing larger shear displacements at lower forces. As a result, part of the energy is dissipated in harmless deformations of the layer (similar to a spring damper) and is not transmitted upward into the structure. Second, internal friction and dissipative losses increase: the "soil–rubber" interfaces and the rubber material itself absorb vibrational energy, converting it into heat. The results demonstrate that due to these mechanisms, the soil–rubber composite acts as a seismic wave filter, blocking the most hazardous peak oscillations. Notably, even a relatively small rubber content (20%) resulted in a one-third reduction in amplitude. It can be expected that increasing the rubber crumb content to an optimal level (e.g., 30% by weight) could further enhance the damping effect, as reported in international studies [8, 9]. However, an excessive proportion of the soft phase may compromise the strength and stiffness of the foundation, thus requiring a balanced approach and further research to determine the optimal composition.

From an engineering practice perspective, the obtained results are of high importance for the seismic isolation of road structures. A 30% reduction in accelerations transmitted to the foundation implies an equally significant decrease in inertial forces acting on bridge supports, abutments, retaining walls, and other structural elements during an earthquake. This can prevent the attainment of ultimate limit states and reduce the development of cracks and plastic deformations in structural materials. In other words, the soil–rubber damping layer is capable of absorbing part of the destructive energy, thus protecting the superstructure from overloads. This is especially relevant for regions of Kazakhstan where strong seismic events are a real threat, and many existing structures lack sufficient safety margins. The proposed technology is relatively low-cost and technologically feasible: the required rubber crumb is available from local sources (tire recycling), and its placement and mixing do not require complex equipment. According to the literature, such systems are economically efficient and pay off through reduced post-earthquake repair costs [2, 3]. Moreover, the use of waste materials in construction aligns with the principles of "green" engineering and the priorities of sustainable development [10]. Instead of being landfilled, millions of tons of worn-out tires can be given a "second life" as seismic protection elements, providing tangible societal benefits.

Geotechnical seismic isolation using damping layers is not the only method for protecting structures from seismic waves, but it is one of the most versatile and cost-effective. Alternatives include, for example, specialized designs such as pile barriers or wave-blocking screens installed around a structure to deflect seismic energy [5]. Other approaches involve reinforcing foundations with geogrids and geotextiles to enhance the bearing capacity and stability of soil under vibration. However, most of these measures entail substantial costs and complex construction processes. In contrast, a soil–rubber damping layer can be integrated into the construction of a new structure with

minimal alterations to the design scheme: it is sufficient to place a layer of the mixture of a specified thickness beneath the foundation or within the fill base. For the reconstruction of existing facilities, this method is also applicable—for example, by introducing thin damping layers during embankment widening or strengthening. Thanks to its implementation simplicity and adaptability to locally available materials, the soil–rubber layer technology appears attractive for large-scale adoption [2, 7]. Naturally, broader application requires further research and the development of regulatory guidelines tailored to regional conditions (e.g., soil types, seismicity, etc.) [11]. Nonetheless, it is already clear that this technology holds strong potential for enhancing the seismic resilience of transport infrastructure both in Kazakhstan and beyond.

Conclusions

The conducted study confirmed the high effectiveness of soil–rubber damping layers within the foundations of road structures for protection against seismic loads. The main findings are summarized below:

- Damping efficiency. Laboratory tests showed that adding approximately 20 % rubber crumb to soil reduces the peak amplitude of transmitted seismic vibrations by about 33 % compared with plain soil. This indicates a significant damping effect of the soil–rubber composite, enabling a reduction in seismic forces acting on structures.
- Measurement methodology. A method for accelerometric analysis of the damping properties of soil composites was developed and successfully applied. Impact excitation combined with accelerogram recording demonstrated the ability to quantitatively assess vibration reduction as waves pass through different layers. This approach can be used in further studies to compare new materials and layer configurations.
- Use of secondary materials. The results confirm the feasibility of employing recycled tire rubber crumb as an effective seismic-isolation material. A soil–rubber layer not only enhances the seismic resilience of structures but also addresses the environmental challenge of waste utilization, thus lowering anthropogenic pressure on the environment. The technology therefore combines engineering reliability with the principles of sustainable construction.
- Simplicity and practicality. Soil–rubber technology is economically attractive and easy to implement: the materials are inexpensive, and the layer can be installed with standard earth-compaction equipment. This makes the method suitable for large-scale deployment in seismically active regions without substantially increasing construction costs. The layer can also be installed in the field under properly organized construction procedures.

Thus, geotechnical seismic isolation based on soil–rubber layers can be considered an effective and innovative solution to improve the seismic safety and durability of highways, bridges, and other transport infrastructure. The results of this study lay a scientific and practical foundation for further development of this approach. They may be taken into account in the development of new regulatory documents and methodological guidelines for seismic protection design in Kazakhstan’s road construction sector.

Future research is planned to expand by conducting numerical simulations of structural dynamic behavior with damping layers under various earthquake scenarios, as well as experimental comparisons of soil–rubber mixtures with other damping materials (such as soil–bitumen, soil–silicate, and soil–cement). Additionally, it would be advisable to organize full-scale field trials on test sections of roads or viaducts in seismically active regions to verify the technology’s effectiveness under real-world conditions. These steps will help confirm the long-term reliability and durability of soil–rubber damping layers and optimize their use in engineering practice.

Conflict of interests. Correspondent the author states that there is no conflict of interest.

Ссылка на данную статью: Ниятбай С.Е. Сравнительный анализ демпфирующих свойств грунто-резиновых геоматериалов для сейсмической изоляции дорожных сооружений // Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 2 (6):27-37. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-03>

Cite this article as: Nietbay S. Comparative Analysis of the Damping Properties of Soil-Rubber Geomaterials for Seismic Isolation of Road Structures. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 2(6): 27-37. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-03>

References

- [1] Sun Q, Xue Y, Hou M. Geotechnical Seismic Isolation System to Protect Cut-and-Cover Utility Tunnels Using Tire-Derived Aggregates. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 2024; 176. doi:10.1016/j.soildyn.2023.108354.
- [2] Forcellini D, Chiaro G, Palermo A, Banasiak L, Tsang HH. Energy Dissipation Efficiency of Geotechnical Seismic Isolation with Gravel-Rubber Mixtures: Insights from FE Non-Linear Numerical Analysis. Journal of Earthquake Engineering 2024;28(9):2422-2439. doi:10.1080/13632469.2024.2312915.
- [3] Jing L, Yin Z, Sun H, Dong R, Xu K, Cheng X. Shaking Table Test of Geotechnical Seismic Isolation System Based on Glass Bead-Sand Cushions. Yanshilixue Yu Gongcheng Xuebao/Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering 2020, 39, doi:10.13722/j.cnki.jrme.2019.1138.
- [4] Zhang H, Song C, Wang M, Cheng Y, Yue S, Wu C. A Geotechnical Seismic Isolation System Based on Marine Sand Cushion for Attenuating Ground Shock Effect: Experimental Investigation. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 2023; 168:433-445. doi:10.1016/j.soildyn.2023.107854.
- [5] Dudchenko A, Dias D, Kuznetsov S. Pile Rows for Protection from Surface Waves. In Proceedings of the Lecture Notes in Civil Engineering, 2022.170.
- [6] Pham HV, Dias D, Dudchenko A. 3D Modeling of Geosynthetic-Reinforced Pile-Supported Embankment under Cyclic Loading. Geosynth Int 2020;27(2):157-169. doi:10.1680/jgein.18.00039.
- [7] Chiaro G, Palermo A, Granello G, Tasalloti A, Stratford C, Banasiak LJ. (2019, April). Eco-rubber seismic-isolation foundation systems: a cost-effective way to build resilience. In Proceedings of the Pacific Conference on Earthquake Engineering & Annual NZSEE Conference. University of Canterbury, 2019. 1-8. <https://doi.org/10.22260/ISARC2015/0033>
- [8] Tsang HH, Tran DP, Hung WY, Pitilakis K, Gad EF. Performance of Geotechnical Seismic Isolation System Using Rubber-Soil Mixtures in Centrifuge Testing. Earthq Eng Struct Dyn 2021; 50(5):1271-1289. doi:10.1002/eqe.3398.
- [9] Golestani Ranjbar E, Seyedi Hosseininia E. Seismic Performance of Rubber-Sand Mixture as a Geotechnical Seismic Isolation System Using Shaking Table Test. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 2024; 177:108395. doi:10.1016/j.soildyn.2023.108395.
- [10] Aldrebi ZA. Strengthening the Security of Syrian Architectural Monuments with the Help of Seismic Isolation Technologies in Order to Reduce the Negative Impact of Earthquakes on the Psyche of People. Earthquake Engineering. Construction Safety 2023. doi:10.37153/2618-9283-2022-4-58-80.
- [11] Yin Z, Sun H, Jing L, Dong R. Geotechnical Seismic Isolation System Based on Rubber-Sand Mixtures for Rural Residence Buildings: Shaking Table Test. Materials 2022;15(21):7724. doi:10.3390/ma15217724.

Транспортные услуги. Инженерия и инженерное дело

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-04>

УДК: 621.311.21

МРНТИ: 43.29.00

Сифонная малая гидроэнергетика как элемент автономной инженерной инфраструктуры в высокогорных районах Казахстана***¹Елемес Д.Е., ¹Есентай Д.Е.**¹Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б.Гончарова, г. Алматы, Казахстан*Автор-корреспондент e-mail: elemes-darkhan@yandex.ru

Поступила:
05 мая 2025
Рецензирование:
28 мая 2025
Принята в печать:
05 июня 2025

Аннотация

В условиях изменения климата и роста вероятности прорывов моренных озёр в высокогорных районах Заилийского Алатау, расположенных вблизи города Алматы, становится особенно актуальным поиск комплексных решений, способных одновременно обеспечивать безопасность населения и способствовать устойчивому развитию региона. В настоящем исследовании предлагается инновационный подход к использованию сифонных систем для сброса воды из моренных озёр. Такие системы рассматриваются не только как эффективный инструмент предотвращения селевых и наводненных процессов, но и как потенциальный источник автономной и экологически чистой гидроэнергии.

Проведены энергетические расчёты на основе перепада высот порядка 300 метров и расхода воды в диапазоне 5–20 литров в секунду. Полученные данные включают таблицы расчётной мощности, графики зависимости выходной энергии от параметров потока, а также сравнительный анализ с дизельными генераторами по ряду показателей — энергоэффективности, доступности и устойчивости. Обоснована возможность практического применения таких установок для энергоснабжения удалённых объектов, включая метеостанции, пункты видеонаблюдения, системы освещения и телекоммуникационное оборудование.

Предложен пилотный проект, реализуемый совместно с ГУ «Казселезащита» и техническими университетами. Результаты подтверждают высокую перспективность технологии как элемента адаптивной инфраструктуры в условиях высокогорья.

Ключевые слова: моренные озёра, сифонный сброс, малая ГЭС, автономная энергетика, селезащита, устойчивое развитие.

Елемес Д.Е.**Информация об авторах:**

Кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Транспортная техника и организация перевозок», КазАДИ им. Л.Б.Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-5645-1481>. E-mail: elemes-darkhan@yandex.ru

Есентай Д.Е.

PhD, ассоциированный профессор кафедры «Транспортное строительство и производство строительных материалов», КазАДИ им. Л.Б.Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8443-1398>. E-mail: yessentaydauren@gmail.com

Көлік қызметі. Инженерия және инженерлік іс

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-04>

ӨОЖ: 621.311.21

ГТАМР: 43.29.00

Қазақстанның таулы аймақтарындағы автономды инженерлік инфрақұрылымның құрамдас бөлігі ретінде сифонды шағын гидроэнергетика

^{*1}Елемес Д.Е., ¹Есентай Д.Е.

¹Л.Б.Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институті, Алматы, Қазақстан

*Автор-корреспондент e-mail: elemes-darkhan@yandex.ru

Мақала келді:
05 мамыр 2025
Сараптамадан өтті:
28 мамыр 2025
Қабылданды:
05 маусым 2025

Түйіндеме

Климаттың өзгеруі және Алматы қаласына жақын орналасқан Іле Алатауының биік таулы аймақтарында мореналық көлдердің бұзылу қаупінің артуы жағдайында, өңір қауіпсіздігін қамтамасыз ету мен орнықты дамуға қол жеткізудің кешенді жолдарын іздеу өзекті мәселеге айналады. Осы зерттеуде мореналық көлдерден суды сифонды әдіспен ағызу жүйелерін қолданудың инновациялық тәсілі ұсынылады. Мұндай жүйелер сел мен су тасқыны қауіптерінің алдын алу құралы ретінде ғана емес, сондай-ақ дербес және экологиялық таза гидроэнергия көзі ретінде қарастырылады.

300 метрлік биіктік айырмасы және секундына 5–20 литр су шығыны негізінде энергетикалық есептеулер жүргізілді. Алынған мәліметтерге қуаттылық кестелері, ағын параметрлеріне байланысты энергия шығымы графиктері және дизельді генераторлармен салыстырмалы талдау кіреді. Мұндай қондырғыларды шалғайдағы метеостанциялар, бейнебақылау пункттері, жарықтандыру және телекоммуникация жабдықтарын энергиямен қамту үшін пайдалану мүмкіндігі дәлелденді.

«Қазселденқорғау» ММ және техникалық жоғары оқу орындарымен бірлесіп пилоттық жобаны іске асыру ұсынылады. Зерттеу нәтижелері бұл технологияның таулы аймақтарда бейімделген инфрақұрылымның тиімді бөлігі бола алатынын көрсетті.

Түйін сөздер: мореналық көлдер, сифонды ағызу, шағын ГЭС, автономды энергия, селден қорғау, орнықты даму.

<i>Елемес Д.Е.</i>	Авторлар туралы ақпарат: Техника ғылымдарының кандидаты, «Көлік технологиясы және тасымалдауды ұйымдастыру» кафедрасының қауымдастырылған профессоры. Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-5645-1481. E-mail: elemes-darkhan@yandex.ru
<i>Есентай Д.Е.</i>	PhD, доцент, көлік құрылысы және құрылыс материалдарын өндіру кафедрасы. Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8443-1398. E-mail: yessentaydauren@gmail.com

Transportation services. Engineering

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-04>

UDC: 621.311.21

IRSTI: 43.29.00

Siphon-Based Micro Hydropower as a Component of Autonomous Engineering Infrastructure in the Mountainous Regions of Kazakhstan

^{*1}Yelemes D.E., ¹Yessentay D.E.

¹Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan

*Corresponding author e-mail: elemes-darkhan@yandex.ru

Received:

05 May 2025

Peer-reviewed:

28 May 2025

Accepted:

05 June 2025

Abstract

In the context of climate change and the increasing risk of glacial lake outburst floods (GLOFs) in the high-mountain areas of the Zailiyskiy Alatau near Almaty, the search for integrated solutions that ensure both safety and sustainable development has become especially relevant. This study presents an innovative approach to the use of siphon systems for discharging water from glacial lakes. These systems are considered not only as tools for preventing mudflows and floods, but also as potential sources of autonomous and environmentally friendly hydropower.

Energy calculations were carried out based on a height difference of approximately 300 meters and a water flow rate ranging from 5 to 20 liters per second. The results include power tables, energy output graphs depending on flow parameters, and a comparative analysis with diesel generators in terms of efficiency, availability, and sustainability. The feasibility of using such systems for powering remote meteorological stations, surveillance points, lighting, and telecommunications equipment has been substantiated.

A pilot project is proposed in collaboration with the State Institution "Kazselezashchita" and technical universities. The findings confirm the high potential of this technology as a part of adaptive and resilient infrastructure in mountainous regions.

Keywords: moraine lakes, siphon discharge, small hydropower, off-grid energy, mudflow protection, sustainable development.

Yelemes D.E.

Information about authors:

Candidate of Technical Sciences, associate professor of the Department "Transport technology and organization of Transportation", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-5645-1481>. E-mail: elemes-darkhan@yandex.ru

Yessentay D.E.

PhD, Associate Professor, 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/0000-0002-8443-1398>. E-mail: yessentaydauren@gmail.com

Введение

Моренные озёра в высокогорной части Заилийского Алатау, расположенной над городом Алматы, представляют собой один из ключевых факторов селевой опасности в регионе. Повышение температуры в летний период и ускоренное таяние ледников создают угрозу прорывов озёр, что может привести к разрушительным паводкам и значительному ущербу городской и транспортной инфраструктуре [1-3].

С целью предотвращения катастроф специалисты ГУ «Казселезащита» реализуют ежегодные мероприятия по контролируемому понижению уровня воды. Одним из наиболее эффективных и применяемых методов является сифонный сброс - отвод воды по герметичным трубопроводам за счёт гравитационного перепада. Несмотря на широкое применение этой технологии, гидравлический потенциал сбросов остаётся неиспользованным, что представляет собой упущенную возможность для создания автономных систем электроснабжения в труднодоступной горной зоне [4-11].

Использование компактных гидротурбин в сифонных каналах может обеспечить локальное питание телеметрических устройств, метеостанций, камер видеонаблюдения, элементов инфраструктуры при строительстве серпантинных дорог и других объектов Казселезащиты. Подобный подход соответствует принципам устойчивого развития, рационального использования водных ресурсов и децентрализованной энергетики.

Цель исследования - оценка энергетического потенциала сбросных сифонных систем моренных озёр и разработка принципиальной схемы автономной гидроэнергетической установки малой мощности.

Методы

В ходе исследования использовались расчётно-аналитические и сравнительно-экспертные методы, применяемые в гидроэнергетике малой мощности. Основной акцент сделан на определении энергетического потенциала потока воды, сбрасываемой сифонным способом из моренных озёр, путём применения уравнения мощности падающего потока [5-9]:

$$N = \eta \cdot \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

где N - выходная мощность (Вт); η - КПД системы (~0.65 для малых установок); $\rho=1000$ кг/м³ - плотность воды; $g=9.81$ м/с² - ускорение свободного падения; Q - расход воды (м³/с); H - напор (м).

В качестве входных параметров были использованы реальные значения, зафиксированные при сбросах воды с озёр №6, №13 в Заилийском Алатау (данные ГУ «Казселезащита» [1-3]). Проведены моделирования при расходах 5, 10, 15 и 20 л/с и перепаде 300 м, с учётом сезонных колебаний температуры и возможного обмерзания элементов.

Для расчёта накопленной энергии за период сброса (сутки, 10 суток) применялась следующая формула:

$$E = N \cdot t$$

где E - суммарная энергия в кВт·ч, N - мощность, t - продолжительность в часах.

Для повышения прикладной значимости исследования также произведено сравнение автономной гидроустановки с альтернативными источниками энергии (в частности, дизель-

генераторной установкой) по ключевым показателям: стоимость топлива, шум, загрязнение, требования к логистике и обслуживанию. Моделирование суточной динамики расхода воды выполнено по типовой схеме суточного таяния ледников в летний период. Данные представлены в виде таблиц и графиков. Также проанализированы потенциальные потребители энергии: метеостанции, системы мониторинга, радиорелейные узлы, временные инженерные базы.

Использованные методы обеспечивают корректность технических обоснований и могут быть применены при проектировании реального пилотного образца автономной гидроэнергетической установки.

Результаты

В соответствии с описанными методами был проведён комплекс расчётов по оценке энергетического потенциала сифонного сброса воды из моренных озёр. Принят перепад высоты $H = 300$ м, что соответствует реальным условиям сброса с озёр №6, №13 в Заилийском Алатау (данные [1]). Расход варьировался от 5 до 20 л/с. Расчёты мощности основаны на уравнении Бернулли с учётом КПД преобразования энергии ($\eta \approx 0,65$).

Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Потенциальная мощность потока воды при различных расходах ($H = 300$ м)

№	Расход воды, л/с	Напор, м	Теоретическая мощность, кВт	Реальная (КПД 65%), кВт
1	5	300	14,7	9,6
2	10	300	29,4	19,1
3	15	300	44,1	28,7
4	20	300	58,9	38,3

Проект имеет потенциал быть реализован в виде пилотной установки в партнёрстве с ГУ «Казселезащита» и КазАДИ, а также включён в программы международного или национального финансирования. Предполагается дальнейшая разработка опытного образца, его апробация, подготовка патентной заявки и подача на грантовую поддержку в рамках программ по устойчивому развитию, управлению водными ресурсами и климатической адаптации.

На рисунке 1 визуализирована линейная зависимость выходной мощности от расхода воды при фиксированном напоре 300 м. График показывает, что даже при небольших расходах (5–10 л/с) обеспечивается устойчивая генерация энергии, достаточная для питания автономной инфраструктуры.

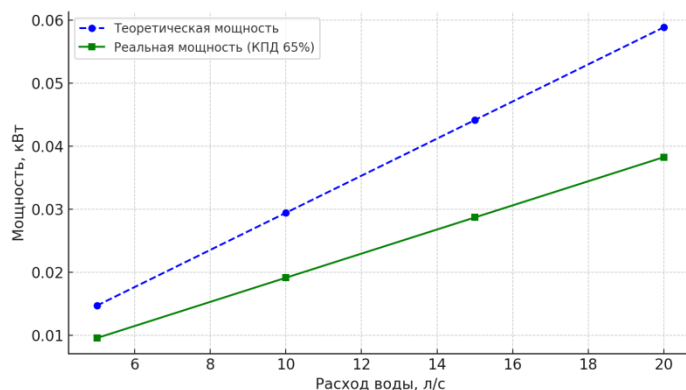


Рисунок 1. Зависимость мощности от расхода воды при напоре 300 м [материалы автора]

Для оценки возможной энергетической ёмкости за период сброса, был рассчитан объем энергии, вырабатываемой при непрерывной работе установки в течение 10 суток (типичная длительность сифонного сброса по данным [3]).

Анализ энергетической ёмкости системы приведен в таблице 2.

Таблица 2. Потенциальная суммарная выработка энергии за 10 суток

Расход, л/с	Реальная мощность, кВт	Энергия за 10 суток, кВт·ч
5	9,6	2 304
10	19,1	4 584
15	28,7	6 888
20	38,3	9 192

Результаты расчётов показали, что при использовании даже низкого расхода воды (5–10 л/с) в течение ограниченного периода можно получать до 2–4 тыс. кВт·ч энергии. Это эквивалентно месячному потреблению электроэнергии для малой автономной станции (или 20–50 камер/датчиков). Таким образом, при пиковом сбросе в дневное время обеспечивается выход на уровень выше 0,5 МВт·ч в сутки, что даёт возможность применения буферной аккумуляции (табл.3).

Таблица 3. Моделирование суточной генерации энергии (с учётом суточного расхода)

Час суток	Расход воды, л/с	Мощность, кВт	Энергия, кВт·ч
00:00–06:00	5	9,6	57,6
06:00–12:00	10	19,1	114,6
12:00–18:00	20	38,3	229,8
18:00–24:00	10	19,1	114,6
Итого	—	—	516,6

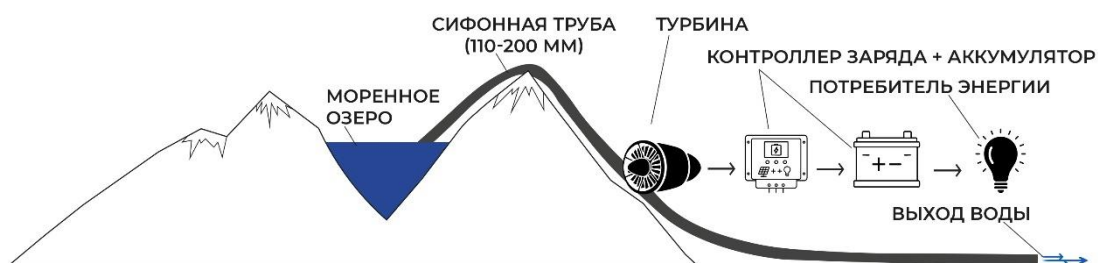


Рисунок 2. Принципиальная схема сифонной малой ГЭС [материалы автора]

Для полноты анализа также были оценены инфраструктурные преимущества, возможности применения и сравнение с традиционными источниками питания, представленные в таблицах 4–6.

Таблица 4 демонстрирует, что сифонная малая ГЭС обладает высоким уровнем автономности и экологической устойчивости при минимальных эксплуатационных затратах.

Таблица 4. Преимущества установки

№	Параметр	Гидросистема на сифоне	Примечание
1	Автономность	Полная	Работает без подключения к сети
2	Энергонезависимость	Высокая	Не зависит от топлива и логистики

3	Экологичность	Без выбросов	Нет сжигания топлива, шума и запаха
4	Простота установки	Относительно простая	Установка возможна силами местных служб
5	Затраты на эксплуатацию	Минимальные	Без топлива, низкое техобслуживание
6	Время автономной работы	Пока идёт сброс	Встроенная аккумуляция возможна

Система может быть эффективно использована для электроснабжения удалённых инфраструктурных объектов в горах (табл.5).

Таблица 5. Области применения

№	Объект / Система	Пример использования
1	Система мониторинга уровня воды	Сенсоры и камеры на моренных озёрах
2	Освещение	Подъездные дороги, площадки у сбросов
3	Радиосвязь / ретрансляторы	Для горных спасателей и аварийных служб
4	Видеонаблюдение	Камеры фиксации состояния склонов и дорог
5	GPS и геодезия	Питание локальных базовых станций
6	Метеостанции	Станции слежения за температурой, осадками, ветром

В таблице 6 показано сравнительное преимущество сифонной малой ГЭС перед традиционными дизельными установками, особенно в аспектах экологии и автономии.

Таблица 6. Сравнение с дизель-генератором

№	Критерий	Сифонная ГЭС	Дизель-генератор
1	Топливо	Не требуется	Требуется доставка
2	Шум	Бесшумная работа	Высокий уровень шума
3	Обслуживание	Минимальное	Регулярное ТО, замена масла
4	Вредные выбросы	Отсутствуют	CO ₂ , NO _x , сажа
5	Стоимость запуска	Умеренная	Дешевле, но с дорогой эксплуатацией
6	Подходящие условия	Вода и перепад высот	Любое место с доставкой топлива

Таким образом, расширенный анализ подтверждает применимость базовых уравнений гидродинамики и энергетики, демонстрируя потенциал устойчивой автономной энергетики, реализуемой без строительства плотин и крупных объектов. Результаты могут быть использованы как инженерное обоснование при разработке пилотного прототипа.

Обсуждение

Проведённые расчёты показывают, что сифонные сбросы из высокогорных моренных озёр обладают существенным энергетическим потенциалом, который ранее не рассматривался как ресурс для генерации электроэнергии. На основе данных ГУ «Казселезащита» [1], ежегодно в регионе осуществляется до 30 профилактических сифонных сбросов, что открывает возможности для многократного применения маломощных гидроэнергетических систем.

Одним из ключевых преимуществ предложенного решения является его высокая степень адаптации к существующей инфраструктуре. Сифонные трубы уже прокладываются для снижения уровня озёр, а врезка гидротурбины в существующий трубопровод не требует радикального изменения технологии. Подобные решения широко применяются в Непале,

Индии, Бутане и странах Центральной Африки [5], где малые гидроустановки используются в отдалённых горных районах.

В условиях Казахстана дополнительное преимущество заключается в высоком перепаде высот (до 700 м) между уровнем озера и точкой сброса, что значительно увеличивает энергетическую отдачу при минимальных расходах. Установка турбины мощностью 5–10 кВт позволяет питать автономные комплексы мониторинга, видеонаблюдения, системы телеметрии, освещения и связи без привлечения сетевого электроснабжения.

Потенциальные ограничения и риски. Несмотря на очевидные преимущества, существуют факторы, которые необходимо учитывать:

- Сезонность использования - сбросы воды осуществляются в летне-осенний период, что ограничивает период генерации энергии;

- Обледенение и загрязнение воды - при раннем или позднем сбросе возможны технические сбои, связанные с замерзанием частей трубопровода;

- Необходимость обслуживания - даже при простоте системы, требуется периодическая проверка турбины и аккумуляторов, особенно в условиях гор;

- Ограниченный объем воды - невозможность круглогодичной эксплуатации делает систему вспомогательной, а не основной.

Тем не менее, подобные установки могут стать незаменимым элементом временной инфраструктуры: при строительстве дорог к моренным озёрам, обслуживании постов Казселезащиты, организации временных лагерей геодезистов, гидрологов и экспедиций. Более того, разработка и внедрение подобной системы позволит повысить технологический имидж КазАДИ и других профильных учреждений, продемонстрировав готовность к инновациям на стыке экологии, энергетики и безопасности.

В контексте международной практики проект соответствует рекомендациям UNIDO (*United Nations Industrial Development Organization / Организация Объединённых Наций по промышленному развитию* - специализированное учреждение ООН, содействующее индустриализации развивающихся стран и устойчивому промышленному развитию) и UNEP (*United Nations Environment Programme / Программа ООН по окружающей среде* - основная организация системы ООН, координирующая деятельность в области охраны окружающей среды, устойчивого развития и климатической адаптации) по внедрению малой и микрогидроэнергетики в труднодоступных территориях и может быть заявлен в качестве пилотного в рамках программ по устойчивому развитию и снижению климатических рисков.

Таким образом, научное обоснование проекта опирается на расчётный потенциал, международный опыт и региональную целесообразность. Внедрение даже 2–3 пилотных установок может дать необходимую апробацию, базу для патентования и отправную точку для получения грантового финансирования.

Выводы

Проведённое исследование подтвердило возможность использования сифонных сбросов из высокогорных моренных озёр в качестве источника автономной гидроэнергии. Расчётные данные показали, что даже при минимальных расходах воды и ограниченном времени сброса можно вырабатывать до 9 000 кВт·ч электроэнергии, что делает установку экономически и технически целесообразной.

Ключевые выводы:

1. Энергетический потенциал сифонного сброса воды при напоре 300 м и расходе 10–20 л/с позволяет получать мощность от 19 до 38 кВт, что достаточно для питания автономных объектов.

2. Установка малой гидротурбины не требует изменений в существующих методах сброса и может быть интегрирована в уже применяемые сифонные системы.

3. Предложенная система обладает рядом преимуществ: автономность, энергонезависимость, низкие эксплуатационные затраты, экологичность.

4. Возможные области применения включают: системы мониторинга, освещения, видеонаблюдения, радиосвязи, питание геодезических и метеорологических станций.

5. Система может быть особенно полезной в рамках текущих и планируемых проектов по строительству и обслуживанию серпантинных дорог к моренным озёрам, реализуемых ГУ «Казселезащита».

Проект имеет потенциал быть реализован в виде пилотной установки в партнёрстве с ГУ «Казселезащита» и КазАДИ, а также включён в программы международного или национального финансирования. Предполагается дальнейшая разработка опытного образца, его апробация, подготовка патентной заявки и подача на грантовую поддержку в рамках программ по устойчивому развитию, управлению водными ресурсами и климатической адаптации.

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

Ссылка на данную статью: Елемес ДЕ, Есентай Д.Е. Сифонная малая гидроэнергетика как элемент автономной инженерной инфраструктуры в высокогорных районах Казахстана. Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyryn Khabarshysy. 2025; 2(10):38-48. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-04>

Cite this article as: Yelemes DE, Yessentay DE. Sifonnaya malaya gidroenergetika kak element avtonomnoj inzhenernoj infrastruktury v vysokogornyh rajonah Kazakhstana [Siphon-Based Micro Hydropower as a Component of Autonomous Engineering Infrastructure in the Mountainous Regions of Kazakhstan]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogo institute = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyryn Khabarshysy. 2025; 2(10):38-48. (In Russ.) <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-04>

Литература

- [1] Бекенов К.А., Касенов М.К. Селевая безопасность, 50 лет деятельности Казселезащиты: итоги, эффективность, перспективы. 1973-2023 гг. Алматы: Zialy baspasy. 2023, 208.
- [2] Яфизова Р.К. Природа селей Заилийского Алатау. Проблемы адаптации. Алматы. 2007, 158.
- [3] Медеу А.Р., Благовещенский В.П., Баймолдаев Т.А., Киренская Т.Л., Степанов Б.С. Селевые явления Юго-Восточного Казахстана. Алматы, Институт географии. 2018.
- [4] Головин А.А., Солодухина О.И., Пьяникова Э.А. Оценка потенциала и перспектив использования возобновляемых источников энергии в целях диверсификации электроснабжения. Интернет-журнал «Отходы и ресурсы». 2020, 1.
- [5] Бараков К.В. Анализ и методика оценки параметров малых ГЭС. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Санкт-Петербург. 2005.
- [6] Васильев Ю.С., Сидоренко Г.И., Фролов В.В. Методика обоснования параметров малых гидроэлектростанций. Наука и образование. 2012; 76-84.
- [7] Гурьянов Д.А., Ланкин К.А., Тимербаев Н.Ф. Анализ современного состояния технологий эксплуатации малых ГЭС. Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2020; 4 (48): 73–84.
- [8] Кожевников Е.Е., Вахрушев А.С. Использование гидроэнергетического потенциала стока рек горнозаводской зоны для развития гидроэнергетики Челябинской области. Вестник ЮУГУ. Серия: Энергетика. 2021; 3: 76–82.
- [9] Кожевников Е.Е. Разработка микрогидроэлектростанций для малых рек горнозаводской зоны Челябинской области. Вестник ЮУГУ. Серия: Энергетика. 2022; 1: 5–11.

- [10] Архипов Р.О., Харитонов М.С. Выбор турбин малых гидроэлектростанций на основе анализа параметров водотока. Вестник молодежной науки. 2018; 2 (14): 12-20.
- [11] Расулов С., Анушаи М. Основы технико-экономического обоснования проектирования и строительства малых ГЭС. Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2017; 4 (40): 134–144.
- [12] Информационный бюллетень «Вода, энергетика, продовольствие, климат, экосистемы стран Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии». Научно-информационный центр МКБК Центральной Азии, 2-6.12.2024г.
- [13] United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). Small hydropower for sustainable development. Vienna, UNIDO. 2020.

References

- [1] Bekenov KA, Kasenov MK. Selevaya bezopasnost', 50 let deyatel'nosti Kazselezaschity: itogi, effektivnost', perspektivy. 1973–2023 gg [Mudflow safety, 50 years of activity of Kazselezashchity: results, efficiency, prospects. 1973-2023]. Almaty: Zialy Baspasy. 2023, 208. (in Russ.).
- [2] Yafizova RK. Priroda seley Zailiyskogo Alatau. Problemy adaptatsii [The nature of the mudflows of the Zailiysky Alatau. Problems of adaptation]. Almaty. 2007, 158. (in Russ.).
- [3] Medeyu AR, Blagoveshchenskiy VP, Baymoldayev TA, Kirenskaya TL, Stepanov BS. Selevye yavleniya Yugo-Vostochnogo Kazakhstana [Mudflows in South-East Kazakhstan]. Almaty: Institut geografii. 2018. (in Russ.).
- [4] Golovin AA, Solodukhina OI, Pyanikova EA. Otsenka potentsiala i perspektiv ispol'zovaniya vozobnovlyаемых источников энергии v tselyakh diversifikatsii elektrosnabzheniya [Assessment of the potential and prospects for the use of renewable energy sources for the purpose of diversification of electricity supply]. Internet-journal "Otkhody i resursy". 2020, 7, 1. (in Russ.).
- [5] Barakov KV. Analiz i metodika otsenki parametrov malykh GES [Analysis and methodology for assessing the parameters of small hydroelectric power plants]. PhD Thesis in Technical Sciences. Saint Petersburg. 2005. (in Russ.).
- [6] Vasiliev YS, Sidorenko GI, Frolov VV. Metodika obosnovaniya parametrov malykh gidroelektrostantsiy [Методика обоснования параметров малых гидроэлектростанций]. Nauka i obrazovanie = Science and education. 2012; 2-1: 76–84. (in Russ.).
- [7] Guryanov DA, Lankin KA, Timerbaev NF. Analiz sovremennogo sostoyaniya tekhnologiy ekspluatatsii malykh GES [Analysis of the current state of small hydroelectric power station operation technologies]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta = Bulletin of Kazan State Power Engineering University. 2020; 12, 4 (48): 73–84. (in Russ.).
- [8] Kozhevnikov EE, Vakhrushev AS. Ispol'zovanie gidroenergeticheskogo potentsiala stoka rek gornozavodskoy zony dlya razvitiya gidroenergetiki Chelyabinskoy oblasti [Use of hydropower potential of river flow in mining zone for development of hydropower in Chelyabinsk region]. Vestnik YUUrGU = SUSU Bulletin. Seriya: Energetika. 2021; 21, 3: 76–82. (in Russ.).
- [9] Kozhevnikov EE. Razrabotka mikro-gidroelektrostantsiy dlya malykh rek gornozavodskoy zony Chelyabinskoy oblasti [Development of micro hydroelectric power plants for small rivers of the mining zone of the Chelyabinsk region]. Vestnik YUUrGU = SUSU Bulletin. Seriya: Energetika. 2022; 22, 1: 5–11. (in Russ.).
- [10] Arkhipov RO, Kharitonov MS. Vybor turbin malykh gidroelektrostantsiy na osnove analiza parametrov vodotoka [Selection of turbines for small hydroelectric power plants based on analysis of water flow parameters]. Vestnik molodezhnoy nauki = Herald of Youth Science. 2018, 2 (14), 12. (in Russ.).

-
- [11]Rasulov S, Anushai M. Osnovy tekhniko-ekonomicheskogo obosnovaniya proektirovaniya i stroitel'stva malykh GES [Fundamentals of feasibility study for the design and construction of small hydroelectric power plants]. Politekhicheskiy vestnik = Political herald. Seriya: Intellect. Innovatsii. Investitsii. 2017; 2, 4 (40): 134–144. (in Russ.).
- [12]Informatsionnyy byulleten': Voda, energetika, prodovol'stvie, klimat, ekosistemy stran Vostochnoy Evropy, Kavkaza i Tsentral'noy Azii [Fact sheet "Water, Energy, Food, Climate, Ecosystems of Eastern Europe, Caucasus and Central Asia"]. Nauchno-informatsionnyy tsentr MKVK Tsentral'noy Azii, 2–6 December 2024. (in Russ.).
- [13]United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). Small Hydropower for Sustainable Development. Vienna: UNIDO, 2020.

Business and management

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-05>

УДК: 657.1

МРНТИ: 65.01.29

Investigation of the theoretical foundations of the accounting system and its main features***¹Verbytska V.I., ¹Horoshilova I.O., ²Kalgulova R.Zh.**¹Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine²Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B.Goncharov, Almaty, KazakhstanCorresponding author email: verbytska67@gmail.com

Received:
25 April 2025
Peer-reviewed:
12 May 2025
Accepted:
03 June 2025

Abstract

This article investigates the theoretical foundations of the accounting system and identifies its key characteristics and structural components. The purpose of the study is to examine the essence of the accounting system, determine its integral elements, and clarify the diversity of conceptual approaches used to define it in contemporary economic thought. Based on the analysis of existing scientific literature and definitions, the study highlights the ambiguity in interpreting the term "accounting system" and the tendency among scholars to focus only on certain functional or methodological aspects. As a result of the analysis, the paper proposes a more comprehensive definition of the accounting system as a set of methodological, organizational, and technical tools for reflecting the state and dynamics of economic activity. It is noted that the accounting system functions under the influence of both macroenvironmental factors (such as international accounting models, fiscal policy, and state regulation) and microenvironmental factors (such as the legal form of the entity, business size, and industry specifics). The research also systematizes the qualitative characteristics of the accounting system, including dynamism, objectivity, hierarchy, integrity, and multi-aspectness. In addition, the study outlines key elements that constitute the accounting system, such as sources of primary data, accounting journals, general ledger, analytical accounts, financial statements, tax accounting, and internal controls. The results of this research contribute to a more precise understanding of the accounting system's structure and functioning, and can serve as a theoretical basis for further development of accounting practice and education.

Keywords: accounting system, theoretical foundation, qualitative characteristics, accounting elements, macroenvironment, microenvironment.

Verbytska V.I.	Information about authors: Candidate of Economical Sciences, Associate Professor Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7103-6738 . Email: verbytska67@gmail.com
Horoshilova I.O.	Candidate of Economical Sciences, Associate Professor Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5343-5161 . Email: hia23@ukr.net
Kalgulova R.Zh.	Candidate of Economical Sciences, professor, Head of the Department of Economics Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B.Goncharov. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3636-4688 . Email: kalgulova.roza.zh@gmail.com

Бизнес және басқару

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-05>

ӨОЖ: 657.1

ГТАМР: 65.01.29

Бухгалтерлік есеп жүйесінің теориялық негіздерін зерттеу және оның негізгі ерекшеліктері

*¹Вербитская В.И., ¹Хорошилова И.О., ²Калгулова Р.Ж.

¹Харьков ұлттық автомобиль және автомобиль жолдары университеті, Украина

²Л.Б.Гончаров ат. Қазақ автомобиль-жол институті, Алматы, Қазақстан

*Автор-корреспондент e-mail: verbytska67@gmail.com

Мақала келді:
25 сәуір 2025
Сараптамадан
өтті:
12 мамыр 2025
Қабылданды:
03 маусым 2025

Түйіндеме

Бұл мақалада бухгалтерлік есеп жүйесінің теориялық негіздері зерттеліп, оның негізгі сипаттамалары мен құрылымдық компоненттері анықталған. Зерттеудің мақсаты-бухгалтерлік есеп жүйесінің мәнін зерттеу, оның ажырамас элементтерін анықтау, оны қазіргі экономикалық ойда анықтау үшін қолданылатын концептуалды тәсілдердің алуан түрлілігін нақтылау. Қолданыстағы ғылыми әдебиеттер мен анықтамаларды талдау негізінде зерттеу "бухгалтерлік есеп жүйесі" терминін түсіндірудегі түсініксіздікті және ғалымдар арасында тек белгілі бір функционалдық немесе әдістемелік аспектілерге ғана назар аудару тенденциясын көрсетеді. Талдау нәтижесінде жұмыста бухгалтерлік есеп жүйесінің экономикалық қызметтің жай-күйі мен динамикасын көрсететін әдістемелік, ұйымдастырушылық және техникалық құралдар жиынтығы ретінде неғұрлым жан-жақты анықтамасы ұсынылған. Бухгалтерлік есеп жүйесі макроэкономикалық факторлардың (мысалы, халықаралық бухгалтерлік есеп үлгілері, фискалдық саясат және мемлекеттік реттеу) және микроэкологиялық факторлардың (мысалы, субъектінің құқықтық нысаны, бизнес көлемі және саланың ерекшеліктері) әсерінен жұмыс істейтіні атап өтілді.). Зерттеу сонымен қатар бухгалтерлік есеп жүйесінің сапалық сипаттамаларын, оның ішінде динамизмді, объективтілікті, иерархияны, тұтастықты және көпжақтылықты жүйелейді. Сонымен қатар, зерттеу бухгалтерлік есеп жүйесін құрайтын негізгі элементтерді, мысалы, бастапқы деректер көздерін, бухгалтерлік журналдарды, бас кітапты, аналитикалық есептерді, қаржылық есептілікті, салықтық есепке алуды және ішкі бақылауды сипаттайды. Осы зерттеудің нәтижелері бухгалтерлік есеп жүйесінің құрылымы мен қызметін дәлірек түсінуге ықпал етеді және бухгалтерлік есепті одан әрі дамытудың теориялық негізі бола алады практика және білім.

Түйін сөздер: бухгалтерлік есеп жүйесі, теориялық негізі, сапалық сипаттамалары, бухгалтерлік есеп элементтер, макроорта, микроорта.

Вербитская В.И.	Авторлар туралы ақпарат: Э.ғ.к., доцент, Харьков Ұлттық Автомобиль Және Автомобиль Жолдары Университеті, Харьков, Украина. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7103-6738 . Email: verbytska67@gmail.com
Хорошилова И.О.	Э.ғ.к., доцент, Харьков Ұлттық Автомобиль Және Автомобиль Жолдары Университеті, Харьков, Украина. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5343-5161 . Email: hia23@ukr.net
Калгулова Р.Ж.	Э.ғ.к., профессор, кономика Кафедрасының Меңгерушісі Л. Б. Гончаров атындағы қазақ Автомобиль Және Жол Институты. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3636-4688 . Email: kalgulova.roza.zh@gmail.com

Бизнес и управление

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-05>

УДК: 657.1

МРНТИ: 65.01.29

Исследование теоретических основ системы бухгалтерского учета и ее основных особенностей

*¹Вербитская В.И., ¹Хорошилова И.О., ²Калгулова Р.Ж.

¹Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина

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

*Автор-корреспондент e-mail: verbytska67@gmail.com

Аннотация

В данной статье рассматриваются теоретические основы системы бухгалтерского учета и выявляются ее ключевые характеристики и структурные компоненты. Цель исследования - изучить сущность системы бухгалтерского учета, определить ее неотъемлемые элементы и прояснить разнообразие концептуальных подходов, используемых для ее определения в современной экономической мысли. Основываясь на анализе существующей научной литературы и определений, исследование подчеркивает неоднозначность толкования термина "система бухгалтерского учета" и тенденцию ученых сосредотачиваться только на определенных функциональных или методологических аспектах. В статье предлагается более полное определение системы бухгалтерского учета как совокупности методологических, организационных и технических инструментов для отражения состояния и динамики хозяйственной деятельности. Отмечается, что система бухгалтерского учета функционирует под влиянием как факторов макросреды (таких как международные модели бухгалтерского учета, налогово-бюджетная политика и государственное регулирование), так и факторов микросреды (таких как организационно-правовая форма предприятия, размер бизнеса и отраслевая специфика). В исследовании систематизированы качественные характеристики системы бухгалтерского учета, включая динамизм, объективность, иерархичность, целостность и многоаспектность. Кроме того, в исследовании описываются ключевые элементы, составляющие систему бухгалтерского учета, такие как источники первичных данных, бухгалтерские журналы, главная бухгалтерская книга, аналитические счета, финансовая отчетность, налоговый учет и внутренний контроль. Результаты способствуют более точному пониманию структуры и функционирования системы бухгалтерского учета и могут послужить теоретической основой для дальнейшего развития практики бухгалтерского учета и образования.

Ключевые слова: система бухгалтерского учета, теоретические основы, качественные характеристики, элементы бухгалтерского учета, макросреда, микросреда.

Поступила:
25 апреля 2025
Рецензирование:
12 мая 2025
Принята в печать:
03 июня 2025

Вербитская В.И.	Информация об авторах: К.э.н., доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков, Украина. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7103-6738 . Email: verbytska67@gmail.com
Хорошилова И.О.	К.э.н., доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков, Украина. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5343-5161 . Email: hia23@ukr.net
Калгулова Р.Ж.	К.э.н., профессор, КАЗАДИ им. Л.Б. Гончарова. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3636-4688 . Email: kalgulova.roza.zh@gmail.com

Introduction

In the current context of economic globalization, increasing competition, and the digital transformation of business activities, the role of an effective accounting system as a tool for management and financial transparency is steadily growing. Accounting serves as a foundation for making informed managerial decisions, monitoring financial and economic activities, and meeting the informational needs of both internal and external users. Therefore, the study of the theoretical foundations of the accounting system and its key characteristics is highly relevant for both researchers and practitioners in the field of accounting and auditing [1].

The purpose of this article is to explore the theoretical foundations of the accounting system, to reveal its essence, structure, and main features that ensure its operation as an integrated mechanism for collecting, processing, storing, and transmitting financial information.

Research methodology and methods

The methodological foundation of the study is based on general scientific principles of knowledge, including the principles of systematization, comprehensive approach, objectivity, and historicism. The research is grounded in theoretical concepts of economic science, legal and regulatory frameworks in the field of accounting, as well as the academic works of domestic and international scholars. The following interrelated scientific methods were employed in the course of the research: analysis and synthesis – to reveal the essence and structure of the accounting system; induction and deduction – to develop general conclusions based on the study of individual elements of the accounting system; comparative analysis – to identify similarities and differences between accounting systems and theoretical approaches across countries; abstraction and modeling – to generalize theoretical approaches to the classification of accounting characteristics; systematic approach – to provide a comprehensive analysis of the interconnections among the elements of the accounting system.

Discussion of results

The accounting process involves the processing of information data regarding the facts of economic activity and the generalization of this processing as reporting information. Data regarding the facts of economic activity, reflected in primary documents, are entered into the system, these data are later grouped within the accounts in accounting and reflected in accounting registers. Exit from the system is carried out in the form of information that is reflected in accounting statements.

Within the framework of scientific economic and accounting opinions regarding the concept of an accounting system, the existence of the following approaches is observed. The first approach emphasizes, “that the accounting system is a set of elements of the method (accounts and double entry, inventory and documentation; valuation and calculation; balance sheet and reporting), which are interconnected” [1]. The second systemic approach to the accounting system is to consider its base as a set of principles and concepts. The specified approach is based on comparisons of the accounting system as a set of theory, methodology and techniques on the basis of certain principles, rules and recommendations regarding the formation of accounting with reporting data. The third approach considers accounting as an organizational system, which is a logical sequence of stages, reflected in a clearly established order with the impossibility of separating one from another.

To clarify clearer ideas, let us consider a number of definitions of the accounting system, which are presented in Table 1. The table does not contain all the definitions and not all the opinions of scientists regarding the concept of an accounting system, but the specified number of concepts provided makes it possible to realize the difference and different orientation of approaches and interpretations of the concept by different researchers, scientists and practitioners.

Table 1. Definition of the concept of “accounting system”

Authors	Definition
Butynets T. A., Davydyuk T. V., Zhigley I. V., Zamula I. V.	«a set of elements of a certain content and form that are interconnected and united by regular interaction. This is a system of information about the state and movement of enterprise resources, about the nature and results of economic activity, which reflects and summarizes economic transactions in a single monetary unit» [2]
Butynets F.F.	«a set of elements of the accounting method that are interconnected and combined into a single whole and provide information about the status, movement of assets, liabilities and obligations of the enterprise, about the nature and results of management in a single monetary unit» [3]
Gutsalenko L. V.	«is a system that is able to respond promptly to changes in economic, legal and other conditions in accordance with the needs of local economic management, as well as satisfy information requests from external users in domestic and international markets» [4]
Kuzminsky Yu.A..	«methods and techniques of their application, forms in which it is conducted» [5]
Kuznetsova S.A.	«a set of processes for collecting, measuring, storing, analyzing, and reporting (reporting). This is an accounting system or a set of interacting elements that forms a certain integrity, has certain integral properties, and can perform certain functions in the environment» [6]
Kuzhelny M.V.	«a system of continuous, continuous and interconnected reflection of the economic activities of an enterprise (institution, organization), a means of summarizing all economic transactions in value terms» [7]
Malyuga N.M.	«a system that includes eight functional elements inherent in a general information system: perception, registration, search, storage, processing, transmission, presentation and decision-making» [8]
Zhuk V.M.	«a certain logical complex, which is formed on the basis of the chart of accounts of a given optics (production, revenue, profit, expense), which summarizes the process of production, supply and sale, solves a clearly defined goal at the micro and macro levels, ensures the management of the enterprise and its responsibility centers based on the implementation of tactical and strategic decisions» [9]
Napadovka L.V.	«an information system based on information that has no boundaries. Consists of a set of practically unrelated local tasks - separate accounting objects» [10]
Wikipedia	«subsystem of a more complex system, namely the control system» [11]
Smith J.	«the basis of an information system to provide information for enterprise management» [12]
Marenich T.H.	«a set of methodological, methodical, organizational, technical and technological, economic means and methods, tools and levers of influence on obtaining and transforming economic information, which allows, based on the input data set, to obtain output accounting indicators that are necessary for compiling reporting forms, planning, analysis, control, decision-making by external and internal users, as well as their management» [13].

Shigun M. M.	«a system of continuous and interconnected observation of the creation of the national product and the related processes of exchange, distribution, redistribution; of the presence and movement of farm property and the reflection of these processes in monetary terms in order to obtain the information necessary for managing the activities of the farm of any scale and level» [14]
Pushkar M.S.	«a set of elements of the method (accounting and double-entry bookkeeping, inventory and documentation; valuation and calculation; balance sheet and reporting), which are interconnected» [15]
Nimchynov P. P.	«a controlled, complex, probabilistic, dynamic, cybernetic system with its own object and subject of management, in which the object of management is the totality of material, labor and monetary resources in the process of their circulation in the enterprise (economic facts), the subject is the employees of the enterprise who perform accounting functions»[16]

So, having analyzed this concept, the authors identified common shortcomings of this definition:

- they do not provide an interpretation as a category, the "generality" of the definition (Kuzminsky Yu. A. [5], Wikipedia [11], Smith J. [12], Napadovskaya L. V. [10]);
- overloading the definition with unnecessary words (Zhuk V. M. [9], Napadovskaya L. V. [10], Shigun M. M. [14], Marenich T. H. [13], Nimchynov P. P. [16]);
- a list of methods by which accounting is carried out is indicated, but not complete (Kuzminsky Yu. A. [5], Kuznetsova S. A. [6] Pushkar M. S. [15]);
- the definition focuses only on the recalculation of accounting transactions at the enterprise level (Butynets T. A., Davydyuk T. V., Zhigley I. V., Zamula I. V. [2], Kuzhelny M. V. [7], Zhuk V. M. [9], Pushkar M. S. [15]);
- limiting the definition of the accounting system only to the results expected after its implementation (G. V. Gutsalenko [4]);
- the definition contains the indication of "observation", without mentioning "management" or "influence" (Shygun M. M. [14]);
- focused on outlining only the information component in the essence of the concept (Malyuga N. M. [8]) or without the object and subject of the system (G. V. Gutsalenko [4], Nimchynov P. P. [16]).

Thus, having analyzed the interpretation of the concept of "accounting system", we came to the conclusion that the vast majority of scientists limit this concept only to functional features or methods, and objects - to business processes of enterprises, which, in our opinion, does not fully reflect this concept. Therefore, taking into account the specified shortcomings, we offer our own vision of the definition. So, we consider the accounting system to be a system of methodological, organizational and technical means of reflecting in accounting the state and dynamics of economic activity, which is considered and regulated at the macro and macro levels.

Therefore, the accounting system is influenced by factors such as the macroenvironment (international models of the accounting system, state regulation, fiscal policy, financial stability of the country) and the microenvironment (organizational and legal form of the entity, size of the business entity, scope of the enterprise, territorial location).

After analyzing a number of scientific publications, we found that scientists have reached a common opinion regarding the qualitative characteristics of an accounting system. These are the characteristics of dynamism, multi-facetedness, hierarchy, objectivity, and integrity (Table 2).

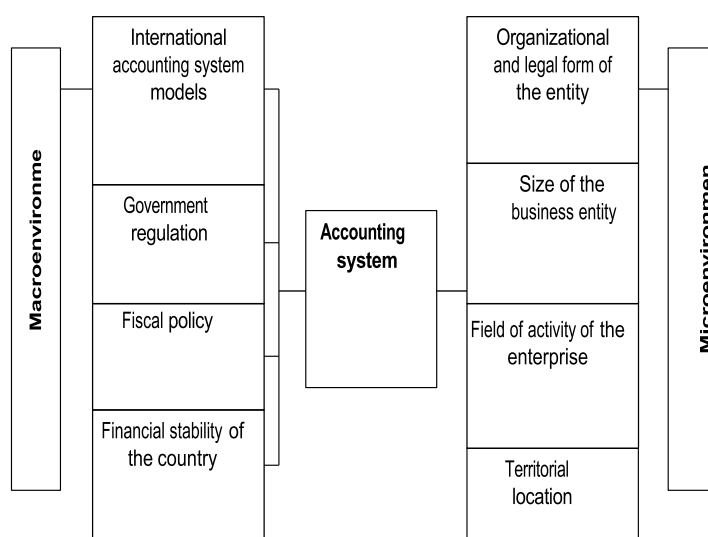


Figure 1. Factors influencing the accounting system [author's materials]

Table 2. Qualitative characteristics of the accounting system

№	Name of the characteristic	Interpretation of the characteristic
1	Dynamism	constantly changes and develops in accordance with changes in society
2	Multi-aspectness	considered both as a science and as a management function
3	Hierarchy	the development of society and changes in economic phenomena affect the formation and change of the accounting system
4	Objectivity	must be dispassionate and incapable of being influenced by external factors or personal interests.
5	Integrity	the constituent elements of the accounting system, such as financial, managerial, tax and statistical accounting, must be mutually coordinated by legislative acts. This means that the norms and rules that regulate these different aspects of accounting must be mutually compatible and comply with the general principles of accounting.

In modern economic literature, there are several conceptual approaches to the composition of elements that form the accounting system. Most authors [17-18] believe that the integral elements of the accounting system are accounting objects, accounting subjects and its methods.

The essence of the accounting object and subject is interpreted unambiguously by almost all authors:

- the accounting subject is a body or person that carries out accounting and makes decisions based on its results;
- the accounting object is what it is aimed at: material, labor and financial resources, accounting documents and reporting, business transactions, processes, etc.

The subject of accounting, according to scientists, is «the availability and movement of property, the sources of its formation and their use, the obligations incurred and the results of the economic entity's activities» [14].

According to the regulatory framework for accounting, the accounting method is a set of methods and techniques by which the subject of accounting is studied. Other researchers [19-21] and scholars hold the view that the accounting system has several main elements that interact to ensure the correct and accurate accounting of the financial information of the enterprise. The main elements of the accounting system are:

- sources of primary information: these are documents and other sources containing initial (primary) financial information, such as invoices, delivery notes, cash orders, payment orders, etc.;
- accounting journals: various journals are used to systematize and summarize primary information, for example: document registration journal, transaction registration journal (general ledger), debt and liability accounting journal, cash book, etc.;
- general ledger (synthetic accounting register) - the main accounting document that contains records of all business transactions of the enterprise by accounts;
- analytical accounting accounts: used to detail main accounts and reflect accounting for individual transactions or objects;
- balance sheet: a list of assets, liabilities, and equity of an enterprise as of a specific date, reflecting the financial position of the company;
- financial statements, which include the income statement (income and expense statement) and other financial statements showing the financial performance of the enterprise for a specific period;
- tax accounting: information necessary for calculating and paying taxes in accordance with legal requirements;
- control and audit: an internal control and audit system allows you to verify the accuracy and reliability of accounting records and financial statements;
- information support systems, which include various software tools and technologies that help automate accounting and reporting, such as accounting programs.

These elements work together to ensure accurate, organized, and understandable accounting of the financial activities of the enterprise [22].

Conclusions

Accounting serves as the basis of information support, therefore it is no coincidence that all over the world it acts not just as one of the types of human activity, but also as the most important function of management, as a means for solving the problems of economic and social development, as a science.

Accounting systems of different countries differ in their diversity. At the current level of economic integration of countries, accounting is becoming one of the means of international communication, and the conditions of a market economy and the development of Ukrainian society require new conceptual approaches to the functioning of the accounting system.

The paper deepens the theoretical principles of determining the essence of the accounting system, highlights a number of definitions and compares approaches to defining the essence of the accounting system, and the developed definitions are examined for their shortcomings. The author proposes his own vision of the definition of «accounting system» as a system of methodological, organizational and technical means of reflecting in accounting the state and dynamics of economic activity, which is considered and regulated at the macro and macro levels.

The types of influence on the accounting system of factors are clarified, among which the macroenvironment is represented by international models of the accounting system, state regulation,

fiscal policy, financial stability of the country, and the microenvironment - the organizational and legal form of the entity, the size of the business entity, the scope of the enterprise, territorial location), a number of features of accounting systems are described.

The opinions of researchers regarding the composition of the elements of the accounting system are outlined. Most authors believe that the integral elements of the accounting system are accounting objects, accounting subjects and its methods. Other researchers and scientists hold the opinion that the accounting system has several main elements that interact with each other and name in their composition the sources of primary information, accounting journals, general ledger, analytical accounting accounts, balance sheet, financial statements, tax accounting, control and audit and information support systems.

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

Ссылка на данную статью: Вербитская ВИ, Хорошилова ИО, Калгулова РЖ. Исследование теоретических основ системы бухгалтерского учета и ее основных особенностей. Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2025; №5 (10):49-58. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-05>

Cite this article as: Verbytska VI, Horoshilova IO, Kalgulova RZh. Issledovanie teoreticheskikh osnov sistemy buhgalterskogo ucheta i ee osnovnykh osobennostey [Investigation of the theoretical foundations of the accounting system and its main features]. Vestnik Kazakhskogo avtomobil'no-dorozhnogo instituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2025; 2 (10):49-58. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-05>

References

- [1] Karpenko YeA, Karpenko OV, Mil'ka AI. Perspektyvy rozvytku bukhhalters'koho obliku, analizu ta audytu v umovakh innovatsiynykh informatsiynykh tekhnolohiy. Monohrafiya. Poltava, PUET. 2021, 410. (accessed on 11 April 2025). (in Ukr.) <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/11475>
- [2] Butynets' TA, Davydyuk TV, Zhyhley IV, Zamula IV. Rozvytok nauky pro bukhhalters'kyy oblik i hospodars'kyy kontrol' : zabezpechennya stiykosti rozvytku ekonomiky Ukrayiny. Monohrafiya. Zhytomyr. ZHDTU. 2012, 308. (in Ukr.)
- [3] Butynets' FF. Bukhalters'kyy oblik: rozдумы vchenoho. Zhytomyr. PP «Ruta», 2001, 100. (in Ukr.)
- [4] Hutsalenko LV. Adaptivna systema obliku i kontrolyu rezul'tativ diyal'nosti sil's'kohospodars'kykh pidpryyemstv. Monohrafiya. K.: NNTS IAE. 2010, 372. (in Ukr.)
- [5] Kuz'mins'kyy YuA. Shcho take systema bukhhalters'koho obliku? Bukhalters'kyy oblik i audyt. 2006; 6: 8-11. (in Ukr.)
- [6] Kuznyetsova SA. Systema bukhhalters'koho obliku: metodolohichni ta pravovi aspekty formuvannya. Bukhalters'kyy oblik i audyt. 2008; 4: 15-21. (in Ukr.)
- [7] Kuzhel'nyy M. Teoretychni aspekty bukhhalters'koho obliku. Bukhalters'kyy oblik i audyt. 2005; 8-9: 45-49. (in Ukr.)
- [8] Malyuha NM. Bukhalters'kyy oblik v Ukrayini: teoriya i metodolohiya, perspektyvy rozvytku. Monohrafiya. Zhytomyr: ZHDTU. 2005, 548. (in Ukr.)
- [9] Zhuk VM. Problemy teorii ta metodolohiyi bukhhalters'koho obliku, kontrolyu i analizu. Mizhnarodnyy zbirnyk naukovykh prats'. Seriya: Bukhalters'kyy oblik, kontrol' i analiz. Zhytomyr: ZHDTU. 2010; 2(17): 448. (in Ukr.)
- [10] Napadovs'ka LV. Paradyhma vitchyznyanoyi systemy obliku v umovakh hlobalizatsiyi ekonomiky. Rozvytok bukhhalters'koho obliku ta kontrolyu v konteksti yevropeyskoyi intehtratsiyi : monohrafiya. Zhytomyr - Kramatorsk: CHP «Ruta». 2018, 588. (in Ukr.)
- [11] Vikipediya. Systemy bukhhalters'koho obliku. (accessed on 13 April 2025). <http://surl.li/jdtcf>

- [12] Smith J. Information technology in the small business: Establishing the basis for a management information system. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 1999; 6(4): 326–340. <https://doi.org/10.1108/EUM0000000006684> (in Ukr.)
- [13] Marenych TH. Sutnist' bukhhalters'koho obliku yak systemy ekonomichnoho rehulyuvannya. *Bukhhalters'kyy oblik i audyt*. 2019; 2: 21-26. (in Ukr.)
- [14] Shyhun MM. Paradyhmal'nyy rozvytok systemy bukhhalters'koho obliku. *Chasopys ekonomichnykh reform*. 2013; 3(11): 134 – 139. (in Ukr.)
- [15] Pushkar MS. Metateoriya obliku abo yakoyu povynna staty teoriya : monohrafiya. Ternopil': Kart-blansh. 2017, 359. (in Ukr.)
- [16] Nimchynov PP. Zahal'na teoriya bukhhalters'koho obliku. K.: Vyscha shkola. 1977, 240. (in Ukr.)
- [17] Torres Gallardo A. Elements of an effective accounting information system. *Revista de Investigación en Contabilidad y Administración*, 2020; 13(2): 33–42. (accessed on 13 April 2025). <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quipu/article/view/15988>
- [18] Glinkowska-Krauze BA, Kukielfka S, Szpitter A. Accounting information system under the digital transformation 2021; ResearchGate. (accessed on 13 April 2025). https://www.researchgate.net/publication/357550814_Accounting_Information_System_under_the_Digital_Transformation
- [19] Hla D, Teru SP. Efficiency of accounting information system and performance measures 2021; Systems, 9(3): 67. <https://doi.org/10.3390/systems9030067>
- [20] Torres Gallardo A. Elements of an effective accounting information system. *Revista de Investigación en Contabilidad y Administración*. 2020; 13(2): 33–42. (accessed on 14 April 2025). <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quipu/article/view/15988>
- [21] Teru SP, Hla D. Evaluation of the usefulness of efficiency of the accounting information system. *Issues in Business Management and Economics*. 2015; 3(8): 109–113. (accessed on 15 April 2025). https://www.researchgate.net/publication/316878531_Evaluation_of_the_usefulness_of_efficiency_of_the_accounting_information_system
- [22] Verbyts'ka VI, Dyevochko OI. Doslidzhennya mistysya bukhhalters'koho obliku v upravlinni pidpryyemstvom. *Perspektyvy rozvytku obliku, kontrolyu ta finansiv v umovakh intehratsiynykh i hlobalizatsiynykh protsesiv : Materialy II Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi internet-konferentsiyi, prysvyachenoyi 90-richchyu z dnya zasnuvannya Kharkivs'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu sil's'koho hospodarstva imeni Petra Vasylenka, 30 zhovtnya 2020 roku. redkol.: T.H. Marenych [ta in.]; KHNTUS·H. KH.: «Styl'na typohrafiya»*. 2020, 5-7. (in Ukr.)

Бизнес и управление

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-06>

УДК: 656:338:330.12

МРНТИ: 73.01.75

Транспорт и экономический рост в Республике Казахстан***¹Омарова А.Б.**¹Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б.Гончарова, г. Алматы, Казахстан*Автор-корреспондент e-mail: Aiman_1101@mail.ru

Поступила:
14 апреля 2025
Рецензирование:
12 мая 2025
Принята в печать:
03 июня 2025

Аннотация

Транспорт – одно из общих условий производства, важная составляющая экономических отношений. Осуществляя перевозки внутри предприятий, между предприятиями, районами и странами, транспорт влияет на масштабы общественного производства и его темпы. В современном мире увеличивается роль транспортной отрасли в экономике любого из государств, так как уровень развития транспорта непосредственно влияет на конкурентоспособность экономики страны. Транспорт отводится важнейшая роль в осуществлении межгосударственных связей. Их интенсивный рост предъявляет новые, возросшие требования к развитию транспортного комплекса, от состояния которого в значительной мере зависят результаты развития внутренней экономики республики и международного сотрудничества. Отрасль имеет значительный международный потенциал, который пока недостаточно задействован. Мировая торговля развивается высокими темпами в течение последних двух десятилетий. Выгодное географическое расположение Казахстана целесообразно использовать для прохождения грузопотоков между Европой и Азией, что содействует увеличению доходов в бюджеты транспортных компаний и госбюджет Казахстана. Транспорт в Казахстане имеет важнейшее значение. Транспортная система является ключевой составляющей инфраструктуры Казахстана и оказывает существенное влияние на уровень развития экономики страны. Так, эффективные транспортно-логические сети способны не только форсировать индустриализацию за счёт сближения промышленных центров внутри страны, но также создать базу для углубления регионального центрально-азиатского Евразийского экономического сотрудничества и дальнейшей интеграции Казахстана в мировую экономику.

Ключевые слова: транспорт, экономика, логистика, инфраструктура, транспортная отрасль, конкурентоспособность, услуга, перевозки, автомобильная и железная дорога, транзитный коридор.

Омарова А.Б.**Информация об авторе:**

старший преподаватель кафедры «Экономика», Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-3937-6982>. E-mail: Aiman_1101@mail.ru

Бизнес және басқару

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-06>

ӨОЖ: 656:338:330.12

FTAMP: 73.01.75

Қазақстан Республикасындағы көлік және экономикалық өсу***¹Омарова А.Б.**¹Л.Б.Гончаров ат. Қазақ автомобиль-жол институті, Алматы, Қазақстан*Автор-корреспондент: e-mail: Aiman_1101@mail.ru

Мақала келді:
14 сәуір 2025
Сараптамадан өтті:
12 мамыр 2025
Қабылданды:
03 маусым 2025

Түйіндеме

Көлік өндірістің жалпы шарттарының бірі және экономикалық қатынастардың маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Кәсіпорын ішінде, кәсіпорындар, аймақтар және елдер арасында тасымалдауды жүзеге асыра отырып, көлік қоғамдық өндірістің ауқымына және оның қарқынына әсер етеді. Қазіргі әлемде кез келген мемлекеттің экономикасында көлік саласының рөлі артып келеді, өйткені көліктің даму деңгейі ел экономикасының бәсекеге қабілеттілігіне тікелей әсер етеді. Көлік мемлекетаралық қатынастарды жүзеге асыруда маңызды рөл атқарады. Олардың қарқынды өсуі көлік кешенін дамытуға жаңа, жоғары талаптар қояды, оның жай-күйіне республиканың ішкі экономикасы мен халықаралық ынтымақтастықтың даму нәтижелері көп жағдайда байланысты. Саланың айтарлықтай халықаралық әлеуеті бар, ол әлі толық пайдаланылмаған. Соңғы екі онжылдықта әлемдік сауда қарқынды дамып келеді. Қазақстанның қолайлы географиялық орналасуы Еуропа мен Азия арасындағы жүк ағындарын жеңілдету үшін пайдаланылуы мүмкін, бұл көлік кәсіпорындарының бюджеттеріне және Қазақстанның мемлекеттік бюджетіне түсетін түсімдердің ұлғаюына ықпал етеді. Қазақстандағы көлік өте маңызды. Көлік жүйесі Қазақстан инфрақұрылымының негізгі құрамдас бөлігі болып табылады және ел экономикасының даму деңгейіне айтарлықтай әсер етеді. Осылайша, тиімді көлік-логистикалық желілер ел ішіндегі өнеркәсіп орталықтарын жақындастыру арқылы индустрияландыруды жеделдетіп қана қоймай, сонымен қатар аймақтық Орталық Азия еуразиялық экономикалық ынтымақтастығын тереңдету және Қазақстанды жаһандық экономикаға одан әрі интеграциялау үшін негіз жасауға қабілетті.

Түйін сөздер: көлік, экономика, логистика, инфрақұрылым, көлік индустриясы, бәсекеге қабілеттілік, қызмет көрсету, тасымалдау, автомобиль және темір жол, транзиттік дәліз.

Омарова А.Б.**Автор туралы ақпарат:**

Ғылыми дәрежесі, экономика кафедрасының аға оқытушысы, Л.Б.Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-3937-6982>, E-mail: Aiman_1101@mail.ru

Business and management

DOI: <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-06>

UDC: 656:338:330.12

IRSTI: 73.01.75

Transport and economic growth in the Republic of Kazakhstan*¹**Omarova A.B.**¹Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B.Goncharov, Almaty, Kazakhstan*Corresponding author e-mail: Aiman.1101@mail.ru

Received: 14 April 2025 Peer-reviewed: 12 May 2025 Accepted: 03 June 2025	Abstract Transport is one of the general conditions of production, an important component of economic relations. Carrying out transportation within enterprises, between enterprises, regions and countries, transport affects the scale of social production and its pace. In the modern world, the role of the transport industry in the economy of any state is increasing, since the level of transport development directly affects the competitiveness of the country's economy. Transport plays a vital role in the implementation of interstate relations. Their intensive growth imposes new, increased demands on the development of the transport complex, on the state of which the results of the development of the internal economy of the republic and international cooperation largely depend. The industry has significant international potential that has not yet been sufficiently exploited. World trade has been growing rapidly over the past two decades. The advantageous geographical location of Kazakhstan is expedient to use for the passage of cargo flows between Europe and Asia, which contributes to the increase of income in the budgets of transport companies and the state budget of Kazakhstan. Transport in Kazakhstan is of the utmost importance. The transport system is a key component of Kazakhstan's infrastructure and has a significant impact on the level of development of the country's economy. Thus, effective transport and logical networks are capable of not only accelerating industrialization by bringing industrial centers closer together within the country, but also to create a basis for deepening regional Central Asian Eurasian economic cooperation and further integration of Kazakhstan into the global economy.
	Keywords: transport, economy, logistics, infrastructure, transport industry, competitiveness, service, transportation, road and railway, transit corridor.
Omarova A.B.	Information about author: senior lecturer of the Department of Economics, Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharova, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-3937-6982. E-mail: Aiman.1101@mail.ru

Введение

Транспорт является важнейшим сектором внутренней экономики Казахстана, занимающим весомую долю в структуре ВВП. Значительная территория республики и низкая плотность населения, высокий темп экономического развития Казахстана, достигнутый в последние годы, формируют нарастающие потребности в перевозках. Соответственно, передвижение населения и грузопотоков в рамках межхозяйственных связей, экономического развития и взаимодействия регионов Казахстана с каждым годом становится все более востребованной услугой. Помимо экономической функции, транспорт осуществляет социальную функцию: обеспечивает контакты населения в рамках родственного, дружеского общения, участвует в организации отдыха, образования, культурного развития, а также в решении различных социальных проблем. Казахстан удален от основных мировых рынков. По этой причине экономика Казахстана отличается высокой грузоемкостью. Более 80% грузоперевозок приходится на сухопутный транспорт. Транспортной отводится важнейшая роль в осуществлении межгосударственных связей. Их интенсивный рост предъявляет новые, возросшие требования к развитию транспортного комплекса, от состояния которого в значительной мере зависят результаты развития внутренней экономики республики и международного сотрудничества [1].

Отрасль имеет значительный международный потенциал, который пока недостаточно задействован. Мировая торговля развивается высокими темпами в течение последних двух десятилетий. Выгодное географическое расположение Казахстана целесообразно использовать для прохождения грузопотоков между Европой и Азией, что содействует увеличению доходов в бюджеты транспортных компаний и госбюджет Казахстана. Транспорт в Казахстане имеет важнейшее значение. Огромные территории страны (2,7млн км²), низкая плотность населения, разобщённость центров промышленности и сельского хозяйства, а также удалённость от мировых рынков делают обладание развитой транспортной системы жизненно необходимым для Казахстана. Транспортная система является ключевой составляющей инфраструктуры Казахстана и оказывает существенное влияние на уровень развития экономики страны. Так, эффективные транспортно-логические сети способны не только форсировать индустриализацию за счёт сближения промышленных центров внутри страны, но также создать базу для углубления регионального центрально-азиатского Евразийского экономического сотрудничества и дальнейшей интеграции Казахстана в мировую экономику. Транзитный потенциал нужно рассматривать как точку экономического роста страны. Для этого нужно обеспечить повышения привлекательности и создания самой современной эффективной транспортно-логистической системы в СНГ. А также совершенствование транспортно-логистических операций на любом виде транспорта с учетом предоставления широкого спектра услуг, предложение конкурентоспособных тарифов.

Методы

К транспортным услугам относятся все виды труда, непосредственно не занятые изменением и преобразованием форм материи и сил природы и производящие особую потребительную стоимость, которая выражается в общественно полезной деятельности самого труда в различных отраслях общественного хозяйства (наука, образование, здравоохранение и т.д.). «К услугам относят также и те виды труда, которые, будучи заняты собственно в материальном производстве, не овеществляются в предметно осязаемом, обособленном продукте труда (транспорт, связь)» [2].

Услуга – вид деятельности, в процессе выполнения которой не создается новый, ранее не существовавший материально-вещественный продукт, но изменяется качество уже

имеющегося, созданного продукта. Это блага, предоставляемые не в виде вещей, а в форме деятельности. Таким образом, само оказание услуг создает желаемый результат. Услуги транспорта относятся к услугам, завершающим и (или) предваряющим процесс материального производства. Услуги транспорта определяются как подвид деятельности транспорта, направленный на удовлетворение потребностей потребителей и характеризующийся наличием необходимого технологического, финансового, информационного, правового и ресурсного обеспечения. Под услугой, следовательно, подразумевается не только собственно перевозка груза, но и любая операция, не входящая в состав перевозочного процесса, но связанная с его подготовкой и осуществлением. Следовательно, одним из главных направлений совершенствования хозяйственной деятельности на транспорте в условиях рыночной экономики является обоснование важнейших экономических и производственных показателей его работы, наиболее полно отражающих степень удовлетворения потребителей в перевозках грузов, экономичность и качество транспортной работы.

Процесс доставки товара в международной торговле как правило, включает:

Его перевозку от внутреннего пункта производства до пограничного пункта (порта) страны-экспортера (страна-экспортер);

Международную транзитную или морскую перевозку от пункта страны-экспортера до пограничного пункта (порта) страны-импортера (если между данными странами не установлена общая сухопутная граница);

Транспортировку от пограничного пункта страны-импортера до внутреннего пункта потребления товара» [3].

Транспортные операции считаются международными, если они связаны с перемещением внешнеторговых грузов на внешних относительно страны-продавца и страны-покупателя участках маршрута перевозки. В широком смысле, международные транспортные услуги включают помимо непосредственно перевозочной деятельности различные сопутствующие операции:

- доставку груза от склада отправителя до ближайшего грузового терминала;
- его погрузку на магистральные транспортные средства;
- перегрузку на другие виды транспорта в промежуточных пунктах;
- выгрузку в пункте назначения;
- временное хранение груза в промежуточных пунктах;
- переоформление перевозочных документов [4].

Расходы, связанные с выполнением сопутствующих транспортных операций и затраты по перевозке груза магистральными видами транспорта образуют полные транспортные расходы грузовладельца. Таким образом, в международном транспортном процессе помимо грузовладельцев и перевозчиков участвуют различные хозяйствующие субъекты, включая операторов грузовых терминалов в портах и на станциях. При международных перевозках, особенно готовой продукции и полуфабрикатов, груз многократно последовательно переходит от перевозчиков к операторам терминалов, от них снова к перевозчикам и т.д. Одновременно изменяются и субъекты ответственности за груз. «Для защиты своих коммерческих интересов во всех географических пунктах, где осуществляются операции с его грузами, грузовладельцы прибегают к услугам посредников-экспедиторов (в некоторых странах их называют фрахтовыми агентами и др.). По договору экспедиции грузовладелец поручает экспедитору выполнение точно оговоренных операций с его грузами, например погрузку и выгрузку, хранение груза, оформление грузовых документов. Грузовладелец может доверить экспедитору заключение от его имени и по его поручению договоров с перевозчиками; выполнение расчетов по фрахту с перевозчиками и за стивидорские работы с операторами терминалов; выступление в судах и арбитражах на стороне грузовладельца. Экспедитор по законам многих стран является комиссионером.

Развитая сеть посреднических организаций в большинстве стран мира позволяет грузовладельцам заключать договоры непосредственно с экспедиторскими фирмами в каждом из интересующих их пунктов или договор с одним генеральным экспедитором, которому поручается организовать перевозку в целом. Генеральный экспедитор заключает от имени грузовладельца договоры с перевозчиками разных видов транспорта и с экспедиторскими организациями в пунктах прохождения грузов» [5].

Следует так же отметить, что в мире не существует особого, обособленного от национальных транспортных систем международного транспорта, предназначенного исключительно для международных перевозок грузов и пассажиров. Международные перевозки обслуживаются национальными перевозчиками различных стран, использующими для этого свой подвижной состав (морские и речные суда, самолеты, вагоны, автомобили), а также транспортные сети (железнодорожные, автомобильные, речные, воздушные) и транспортные узлы (морские и речные порты, аэропорты, железнодорожные станции, автостанции, грузовые и пассажирские терминалы), относящиеся к транспортным системам отдельных стран. Обширная территория, отсутствие выхода к морю, неравномерное размещение населенных пунктов и природных ресурсов делают его экономикой одной из наиболее грузоемких в мире, обуславливая высокую зависимость от транспортной системы. Находясь на стыке Европы и Азии, Казахстан обладает значительным транзитным потенциалом, предоставляя азиатским государствам географически безальтернативную наземную транспортную связь с Россией и Европой. Относительно равнинный ландшафт и наличие больших запасов природного каменного материала позволяют беспрепятственно развивать коммуникации железнодорожного и автомобильного транспорта. «Основная доля сети наземных путей сообщений приходится на автомобильные и железные дороги (порядка 88,4 и 14,0 тыс.км соответственно). Протяженность эксплуатируемых водных путей составляет 3,9 тыс.км, воздушных трасс — 61 тыс.км. Плотность сети на 1000 кв. км территории составляет около 5,1 км железных дорог, 32,4 км автомобильных дорог с твердым покрытием, 1,5 км внутренних водных путей» [6].

На современном этапе своего развития транспортный комплекс республики характеризуется неудовлетворительным состоянием основных средств, устаревшими и недостаточно развитыми инфраструктурой и технологиями. «Доля транспортных затрат в конечной стоимости продукции относительно высока и находится на уровне свыше 8% и 11% для внутренних железнодорожных и автомобильных перевозок соответственно, в странах с развитой рыночной экономикой данный показатель составляет 4-4,5%.

В результате, экономика Казахстана вынуждена нести транспортную нагрузку в два раза большую чем в развитых странах. По показателю грузоемкости экономика Казахстана примерно в пять раз менее эффективна, так на каждую единицу ВВП в долларовом исчислении приходится не менее 9 т-км транспортной работы, в странах ЕС грузоемкость - менее 1 т-км/долл. ВВП. По территории Казахстана проходят и формируются на основе существующей в республике транспортной инфраструктуры 4 международных транспортных коридора. В частности: Северный коридор Трансазиатской железнодорожной магистрали (ТАЖМ): Западная Европа - Китай, Корейский полуостров и Япония через Россию и Казахстан (на участке Достык – Актогай - Саяк - Мойнты – Астана - Петропавловск (Пресногорьковская). Южный коридор ТАЖМ: Юго-Восточная Европа - Китай и Юго-Восточная Азия через Турцию, Иран, страны Центральной Азии и Казахстан (на участке Достык - Актогай - Алматы – Шу- Арысь- Сарыагаш). ТРАСЕКА: Восточная Европа — Центральная Азия через Черное море, Кавказ и Каспийское море (на участке Достык - Алматы - Актау). Север-Юг: Северная Европа - страны Персидского залива через Россию и Иран, с участием Казахстана на участках морской порт Актау - уральские регионы России и Актау - Атырау. Кроме направлений, участвующих в формировании основных трансконтинентальных маршрутов, необходимо отметить Центральный коридор ТАЖМ,

имеющий важное значение для региональных транзитных перевозок по направлению Сарыагаш- Арысь - Кандагач - Озинки. Коридоры позволяют значительно сократить расстояние в сообщении Восток-Запад и сроки доставки грузов» [7].

Мощный рост экономики Китая, в частности его западных регионов, уже сегодня вызывает необходимость в доставке на мировые рынки различного спектра товаров. Вместе с тем, по оценкам специалистов, уровень развития транзита в Казахстане не соответствует потенциалу отрасли и республики в целом. Поскольку практически все транспортные услуги оказываются частными предприятиями, эти предприятия самостоятельно покрывают свои эксплуатационные и капитальные расходы. В отношении пассажирских железнодорожных перевозок действуют особые механизмы субсидирования, разработанные в рамках реализации Программы реструктуризации железнодорожного транспорта на 2020-2025 годы.

Опорная (магистральная) сеть автомобильных и железных дорог, а также и внутренняя судоходная инфраструктура остаются в государственной собственности. Терминалы передались в собственность частному сектору. Система воздушной навигации в максимальной степени самоокупаемой за счет навигационных сборов аэропортов и маршрутных навигационных сборов. Авиационные терминалы находятся в сфере ответственности аэропортов и финансируются за счет терминальных сборов. Главные аэропорты вошли в частный сектор, который отвечает за техническое обслуживание и обновление инфраструктуры, финансируемой за счет сборов за взлет-посадку в аэропортах. Строительство и техническое обслуживание терминалов морских портов в основном входит в сферу ответственности частного сектора. Морская инфраструктура общего пользования находится в сфере ответственности государства.

В инфраструктуре автодорожного сектора сборы за пользование более непосредственно привязаны к пользованию дорогами. Поощряется участие частного сектора в различных сферах транспортного сектора, включая долгосрочные концессионные соглашения, при которых инфраструктура, в конечном счете, будет возвращаться государству. Наряду с государственным финансированием объектов транспортной инфраструктуры предусматривается привлечение институтов развития (Банк развития Казахстана, Инновационный фонд), других отечественных и международных финансовых организаций (ЕБРР, АБР, Всемирный банк, ИБР и другие). Создание благоприятного климата для развития частного бизнеса осуществляется путем предоставления льгот и преференций, стимулирующих обновление основных средств. Таким образом, финансирование реализации программ проводится бюджетами всех уровней, через привлечение инвестиций, а также на коммерческой основе: в структуре государственно-частного партнерства, концессий, через создание совместных предприятий на основе частной инициативы.

Географическое расположение Казахстана в центре Евразийского континента предопределяет его значительный транспортный потенциал в области транзитных перевозок. Протяженность наземных транспортных магистралей республики составляет 106 тыс. км. Из них 13,5 тыс. км — магистральные железные дороги, 87,4 тыс. км — автомобильные магистрали общего пользования с твердым покрытием, 4 тыс. км. — речные пути. Строительство пограничного железнодорожного перехода Дружба — Алашанькоу между Казахстаном и Китаем и открытие железнодорожного перехода Серахс — Мешхед между Туркменистаном и Ираном открыли новые транзитные коридоры по маршруту Великого шелкового пути: от тихоокеанских портов Китая - Ляньюньган, Циньдао, Тяньцзинь - в Казахстан, Кыргызстан, Узбекистан, Туркменистан, Иран, Турцию, к портам Средиземноморья и Персидского залива. Сегодня по всему этому пути полным ходом идут грузы. Имеющаяся сеть автодорог дает выход на Россию и бывшие союзные республики, а также в Китай, Турцию и Иран, что обеспечивает выход к портам Черного и Средиземного морей и Индийского океана. Морское судоходство осуществляется на Каспийском море

(порт Актау) с выходом через речные пути России на Черное и Балтийское море. Национальной авиакомпанией «Эйр Казахстан» освоено более 40 маршрутов по Казахстану, странам СНГ и дальнего зарубежья. В республике также работают ведущие иностранные компании, такие как: British Airways, Lufthansa, KLM, Transaero, PIA, Turkish Airlines, Iran Air и др.» [8].

Результаты

Транспорт образует самостоятельную сферу экономической деятельности, живущую по особым правилам. Роль транспорта заключается в оказании специфических услуг, направленных на перемещение товара или человека в пространстве. Транспортная деятельность не сопровождается созданием новых вещей (предметов материального мира). Ее ценность в том экономическом эффекте, который создается в результате перемещения груза, пассажира и багажа в согласованное место. Поэтому отношения по перевозке возникают при наличии потребности в территориальном перемещении объектов или людей с по мощью транспортных средств. Транспорт — одна из самых высокомонополизированных отраслей человеческой деятельности, а отдельные его виды вообще обладают естественной монополией (железнодорожный транспорт). В связи с этим необходимы нормы, регулирующие отношения перевозки таким образом, чтобы были в полной мере защищены интересы участников данных правоотношений. Основными нормативными документами, регулирующими отношения по перевозке, являются Гражданский кодекс РК, Закон республики Казахстан «О транспорте в Республике Казахстан» от 21. 09. 1994г. а также специфические законы, регулирующие перевозку от дельными видами транспорта. Транспорт в Казахстане имеет важнейшее значение. [9] Огромные территории страны (2,7 млн км²), низкая плотность населения, разобщённость центров промышленности и сельского хозяйства, а также удалённость от мировых рынков делают обладание развитой транспортной системы жизненно необходимым для Казахстана. Сегодня в нашей стране реализуется ряд проектов, направленных на развитие транзитного потенциала и транспортной логистики Республики Казахстан. В наиболее перспективных и выгодных точках страны формируются транспортно-логистические центры. В целях развития транспортно-логистической системы Республики Казахстан с привлечением международных консультантов разработан Мастер-план развития транспортно — логистической системы (ТЛС). Данный документ представляет собой программу развития отрасли транспортной логистики в рамках текущих программ Правительства, в частности Государственной программы форсированного и индустриально-инновационного развития. Актуальность проекта обусловлена необходимостью комплексного пересмотра подходов к управлению транспортным комплексом страны, что подразумевает отход от традиционного «узко транспортного» подхода и применение новой современной парадигмы ТЛС.

Выводы

Основной целью является повышение качества транспортно-логистических услуг до мирового уровня, доступность глобальных путей сообщения для казахстанского экспорта, увеличение транзита через территорию страны, сокращение транспортной составляющей и повышение конкурентоспособности РК на глобальном рынке в целом. В Республике Казахстан проводится системная работа по улучшению качества транспортных услуг. Это прежде всего сокращение транспортного времени, снижение затрат на перевозки, оптимизация тарифов, сохранность грузов и, что немаловажно, подготовка качественного кадрового потенциала, который призван обеспечить нормальное функционирование всей логистической системы. Транспортная система является ключевой составляющей

инфраструктуры Казахстана и оказывает существенное влияние на уровень развития экономики страны. Так, эффективные транспортно-логические сети способны не только форсировать индустриализацию за счёт сближения промышленных центров внутри страны, но также создать базу для углубления регионального центрально-азиатского Евразийского экономического сотрудничества и дальнейшей интеграции Казахстана в мировую экономику. Более того стратегически выгодное географическое положение Казахстана позволяет получать значительные источники дохода за счёт активной реализации отдельных возможностей.

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

Ссылка на данную статью: Омарова АБ. Транспорт и экономический рост в Республике Казахстан. Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2025; 2(10): 59-68. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-06>

Cite this article as: Omarova AB. Transport i ekonomicheskij rost v Respublike Kazahstan [Transport and economic growth in the republic of Kazakhstan]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogo institute = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2025; 2(10): 59-68. (In Russ.) <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2025-06>

Литература

- [1] Сабден О. Новый Казахстан в меняющемся мире: стратегия экономических преобразований и путь к лидерству. 27.
- [2] О Стратегии индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2003–2015 годы. Указ Президента Республики Казахстан от 17 мая 2003 года. 1096.
- [3] О Транспортной стратегии Республики Казахстан до 2015 года. Казахстанская Правда. 2006, 87(25058).
- [4] Тулембаева А.Н. Логистика. Учебник, Алматы Триумф "Т", 2008, 358.
- [5] Есентугенов А. Экономические горизонты развития Республики Казахстан и стран СНГ. Сборник работ. 2008, 43.
- [6] Лавриненко Ю. Транзитный потенциал Казахстана и пути сотрудничества с соседними государствами. Экономист. 2003; 11: 36-40. <http://library.volnc.ru/article/view?id=95375>
- [7] Тулембаева А.Н., Алимкулов Е.Ш. Логистика в топливно-энергетическом комплексе Республики Казахстан. Алматы. 2010, 240.
- [8] Сабден О. Логистика: (экономика и управление). Алматы. ИП МОН РК. 2010, 120.
- [9] Сулейменов Т.Б., Арпабеков М.И. Транспортная логистика. Часть 1. 2010; 26-27.
- [10] Можарова В. Транспорт в Казахстане: текущая ситуация, проблемы и перспективы развития. Алматы. 2011; 235-236.
- [11] Даулет Б.С., Тулембаева А.Н. Стратегическое управление в транспортно-коммуникационном комплексе Республики Казахстан. Алматы. 2010, 110.
- [12] Нургалиев К.Р. Экономика Казахстана. Алматы. 2011, 98.
- [13] Назарбаев Н.А. Стратегия 2030. Алматы. 2011.
- [14] Бишимбаев С.К. Совершенствование системы экономических показателей оценки деятельности оптово-посреднических предприятий. Алматы. 2011, 29.
- [15] <http://articlekz.com/article/5996>
- [16] <http://www.marketingcenter.kz/2016/03-04-kazakhstan-marketingovy-issledovaniya-rynok-logistiki.html>
- [17] Маркетинговые исследования рынка логистики в Казахстане. http://www.centralasia-biz.com/cabiz/kazakhstan/transport/abt_transport_kz.htm. 21.05.2025.
- [18] http://www.kremzk.gov.kz/rus/menu2/analiz_tovarnyh_rynkov/?cid=0&rid=25424

[19] <http://pt0008.kokshetau.akmoedu.kz/documents/view/CC75B3A3B639A6DE.html>

References

- [1] Sabden O. Novyj Kazahstan v menyayushchemsya mire: strategiya ekonomicheskikh preobrazovaniy i put' k liderstvu [New Kazakhstan in a Changing World: Strategy of Economic Transformations and the Path to Leadership]. 27. (in Russ.).
- [2] O Strategii industrial'no-innovacionnogo razvitiya Respubliki Kazahstan na 2003–2015 gody [On the Strategy of Industrial and Innovative Development of the Republic of Kazakhstan for 2003-2015]. Ukaz Prezidenta Respubliki Kazahstan ot 17 maya 2003 goda = Decree of the President of the Republic of Kazakhstan dated May 17, 2003. 1096. (in Russ.).
- [3] O Transportnoj strategii Respubliki Kazahstan do 2015 goda [On the Transport Strategy of the Republic of Kazakhstan until 2015]. Kazakhstanskaya Pravda. 2006, 87(25058). (in Russ.).
- [4] Tulembaeva AN. logistika [Logistics]. Uchebnik = Textbook. Almaty Triumph "T", 2008, 358. (in Russ.).
- [5] Esentugenov A. Ekonomicheskie gorizonty razvitiya Respubliki Kazahstan i stran SNG [Economic Horizons for the Development of the Republic of Kazakhstan and the CIS Countries]. Sbornik rabot = Collection of works. 2008, 43. (in Russ.).
- [6] Lavrinenko Yu. Tranzitnyj potencial Kazahstana i puti sotrudnichestva s sosednimi gosudarstvami [Transit potential of Kazakhstan and ways of cooperation with neighboring states]. Economist. 2003; 11: 36-40. (in Russ.). <http://library.volnc.ru/article/view?id=95375>
- [7] Tulembaeva AN., Alimkulov ESh. Logistika v toplivno-energeticheskom komplekse Respubliki Kazahstan [Logistics in the fuel and energy complex of the Republic of Kazakhstan]. Almaty. 2010, 240. (in Russ.).
- [8] Sabden O. Logistika: (ekonomika i upravlenie) [Logistics: (economics and management)]. Almaty: IE MES RK. 2010, 120. (in Russ.).
- [9] Suleimenov TB, Arpabekov MI. Transportnaya logistika [Transport logistics]. Part 1. 2010; 26-27. (in Russ.).
- [10] Mozharova V. Transport v Kazahstane: tekushchaya situaciya, problemy i perspektivy razvitiya [Transport in Kazakhstan: current situation, problems and development prospects]. Almaty. 2011; 235-236. (in Russ.).
- [11] Daulet BS, Tulembaeva AN. Strategicheskoe upravlenie v transportno-kommunikacionnom komplekse Respubliki Kazahstan [Strategic management in the transport and communications complex of the Republic of Kazakhstan]. Almaty. 2010, 110. (in Russ.).
- [12] Nurgaliev KR. Ekonomika Kazahstana [Economy of Kazakhstan]. Almaty. 2011, 98. (in Russ.).
- [13] Nazarbayev NA. Strategiya 2030 [Strategy 2030]. Almaty. 2011. (in Russ.).
- [14] Bishimbayev SK. Sovershenstvovanie sistemy ekonomicheskikh pokazatelej ocenki deyatel'nosti optovo-posrednicheskikh predpriyatij [Improving the system of economic indicators for assessing the activities of wholesale and intermediary enterprises]. Almaty. 2011, 29. (in Russ.).
- [15] <http://articlekz.com/article/5996>
- [16] <http://www.marketingcenter.kz/2016/03-04-kazahstan-marketingovyie-issledovaniya-rynok-logistiki.html>
- [17] Marketingovyie issledovaniya rynka logistiki v Kazahstane [Marketing research of the logistics market in Kazakhstan]. (in Russ.). http://www.centralasia-biz.com/cabiz/kazahstan/transport/abt_transport_kz.htm. (accessed on 21 May 2025)
- [18] http://www.kremzk.gov.kz/rus/menu2/analiz_tovarnyh_rynkov/?cid=0&rid=25424
- [19] <http://pt0008.kokshetau.akmoedu.kz/documents/view/CC75B3A3B639A6DE.html>

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
№ KZ14VPY00047598 куәлігі 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 Назгүл
Корректорлар – Корректоры
Маралова Айту
Руководитель издательства Қасымжанов Төлеухан

Editor Oskembayeva 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 15 маусым 2025ж. қол қойылды.
Форматы 60×84/8. Офсетқағазы.
Шартты баспа табағы 20,62.
Баспанұсқасы. Таралымы 20 дана. Тапсырыс №50.
Бағасы келісім бойынша.
Подписано в печать 15 июня 2025 г.
Формат 60×84/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 20,62.
Печатная версия. Тираж 20 экз. Заказ №50.
Цена договорная.
Signed to print on June 15, 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, 415В. Казахский автомобильно-
дорожный институт. 050061, г. Алматы, проспект Райымбека, 415В.
Kazakh Automobile and Road Institute. 050061, Almaty, 415B Raiymbek Avenue.