

ISSN (Print) 2616-7263
ISSN (Online) 2663-1261

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN

of L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGY Series

Серия **ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

№1(130)/2020

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Нұр-Сұлтан, 2020

Nur-Sultan, 2020

Нур-Султан, 2020

*Бас редакторы Мерзадинова Г.Т.
т.ғ.д, проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

*Бас редактордың орынбасары Жусупбеков А.Ж.
т.ғ.д, проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

*Бас редактордың орынбасары Тогизбаева Б.Б.
т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

*Бас редактордың орынбасары Сарсембаев Б.К.
т.ғ.к., доцент, Назарбаев университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

Редакция алқасы

Акира Хасегава	проф., Хачинохе технологиялық институты, Хачинохе, Жапония
Акитоши Мочизуки	проф., Токусима Университеті, Токусима, Жапония
Базарбаев Д.О.	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Байдабеков А.К.	т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Дер Вэн Чанг	проф., Тамкан Университеті, Тайбэй, Тайвань
Жардемов Б.Б.	т.ғ.д., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Жумагулов М.Г.	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Йошинори Ивасаки	проф., Геологиялық зерттеулер институты, Осака, Жапония
Калякин В.Н.	проф., Делавэр Университеті, Ньюарк, АҚШ
Тадатсугу Танака	проф., Токио Университеті, Токия, Жапония
Тулбекова А.С.	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Хое Линг	проф. Колумбия Университеті, Нью-Йорк, АҚШ
Утепов Е.Б.	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Чекаева Р.У.	а.к., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Шахмов Ж.А.	PhD, доцент., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Юн Чул Шин	проф., Инчeon ұлттық университеті, Инчeon, Оңтүстік Корея

*Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Сәтбаев к-сі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 402 б.
Тел: +7 (7172) 709-500 (ішкі 31-428). E-mail: vest_techsci@enu.kz*

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы.

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы

Меншіктенуші: ҚР БжҒМ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" ШЖҚ РМК

Мерзімділігі: жылына 4 рет

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде 27.03.2018ж.

№16991 -ж тіркеу қуәлігімен тіркелген

Басуға 30.03.2020ж. қол қойылды.

Тиражы: 25 дана

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Қажымұқан к-сі 12/1

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

Тел: +7 (7172)709-500 (ішкі 31-428). Сайт: <http://bultech.enu.kz>

Editor-in-Chief **Gulnara Merzadinova**

Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Deputy Editor-in-Chief **Askar Zhussupbekov**

Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Deputy Editor-in-Chief **Baglan Togizbayeva**

Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Deputy Editor-in-Chief **Bayandy Sarsembayev**

Assoc. Prof., Nazarbayev University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Editorial Board

Akira Hasegawa	Prof., Hachinohe Institute of Thechnology, Hachinohe, Japan
Akitoshi Mochizuki	Prof., University of Tokushima, Tokushima, Japan
Daniyar Bazarbayev	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Auez Baydabekov	Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Rahima Chekaeva	Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Der Wen Chang	Prof., Tamkang University, Taipei, Taiwan (ROC)
Eun Chul Shin	Prof., Incheon National University, Incheon, South Korea
Hoe Ling	Prof., Columbia University, New York, USA
Viktor Kaliakin	Prof., University of Delaware, Newark, Delaware, USA
Zhanbolat Shakhmov	Assoc.Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Tadatsugu Tanaka	Prof., University of Tokyo, Tokyo, Japan
Assel Tulebekova	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Yelbek Uteпов	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Yoshinori Iwasaki	Prof., Geo Research Institute, Osaka, Japan
Bolat Zardemov	Doctor of Engineering, L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Mihail Zhumagulov	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Editorial address:

2, Satpayev str., of. 402, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan,
010008

Tel.: +7 (7172) 709-500 (ext. 31-428), E-mail: vest_techsci@enu.kz

Responsible secretary, computer layout: Aizhan Nurbolat

Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.

TECHNICAL SCIENCES and TECHNOLOGY Series

Owner: Republican State Enterprise in the capacity of economic conduct "L.N. Gumilyov Eurasian National University" Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan

Registration certificate №16991-ж from 27.03.2018. Signed in print 30.03.2020. Circulation: 25 copies

Address of Printing Office: 12/1 Kazhimukan str., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan 010008

Tel: +7 (7172) 709-500 (ext.31-428). Website: <http://bultech.enu.kz>

© L.N.Gumilyov Eurasian National University

Главный редактор Мерзудинова Г.Т.
д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Зам. главного редактора Жусупбеков А.Ж.
д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Зам. главного редактора Тогизбаева Б.Б.
д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Зам. главного редактора Сарсембаев Б.К.
к.т.н., доцент, Назарбаев университет, Нур-Султан, Казахстан

Редакционная коллегия

Акира Хасегава	проф., Технологический институт Хачинохе, Хачинохе, Япония
Акитоши Мочизуки	проф., Университет Токусима, Токусима, Япония
Базарбаев Д.О.	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Байдабеков А.К.	д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Дер Вэн Чанг	проф., Тамканский Университет, Тайбэй, Тайвань
Жардемов Б.Б.	д.т.н., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Жумагулов М.Г.	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Йошинори Ивасаки	проф., Институт геологических исследований, Осака, Япония
Калякин В.Н.	проф., Делаверский Университет, Ньюарк, США
Тадатсугу Танака	проф., Токийский Университет, Токио, Япония
Тулбекова А.С.	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Хое Линг	проф., Колумбийский университет, Нью-Йорк, США
Утепов Е.Б.	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Чекаева Р.У.	к.а., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Шахмов Ж.А.	PhD, доцент, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Юн Чул Шин	проф., Инчхонский национальный университет, Инчхон, Южная Корея

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, каб. 402
Тел: +7(7172) 709-500 (вн. 31-428). *E-mail:* vest_techsci@enu.kz

Ответственный секретарь, компьютерная верстка: А. Нурболат

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.
Серия ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

Собственник: РГП на ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева" МОН РК
Периодичность: 4 раза в год

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Регистрационное свидетельство №16991-ж от 27.03.2018 г. Подписано в печать 30.03.2020г.

Тираж: 25 экземпляров. Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Кажимукана, 12/1,

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева

Тел.: +7(7172)709-500 (вн.31-428). Сайт: <http://bultech.enu.kz>

**Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ. ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы**
№1(130)/2020

МАЗМҰНЫ

<i>Балабекова К.Г.</i> Мобильді жол өтпе тіреуінің жұмысының математикалық үлгісін зерттеу	8
<i>Оразбаев Б.Б., Сантеева С.А., Оразбаева К.Н., Шагаева А.Б., Утенова Б.Е., Дюсекеев К.А.</i> Оптималды технологияны таңдау үшін мұнай қалдықтары мен шламдарды жою әдістерін эксперттік бағалау	16
<i>Ниязбекова Р.К., Серекпаева М.А., Калиева Ж.Е., Оспанова Н.М.</i> Қорғаныш жабындарды өндіруде металлургиялық қождарды стандарттау тәсілдерін әзірлеу	23
<i>Ниязбекова Р.К., Джексембаева А.Е., Кривобородов Ю.Р.</i> Цемент композиттерінің құрылымын өзгерту. Болаттан жасалғанқожын қосумен құрылыс қоспаларын стандарттау бойынша өнімділігі	30
<i>Джумабаев А.А., Тлеубаева А.К.</i> Үлкен диаметрлі газқұбырындағы қирау жарықшасын шектеуді және тоқтатуды зерттеу	37
<i>Козбагарова Н.Ж., Сулайманова Ш.А.</i> Қалаларды сәулеттік-ландшафтық ұйымдастырудағы әлеуметтік жобалау	42
<i>Казиева Г.Д., Абжанова А.Е., Есекеева М.Ж., Сағнаева С.К., Сембина Г.К.</i> Биомониторингтегі деректерді зияткерлік талдаудың кейбір тәсілдері мен аспаптық құралдары	50
<i>Туякбаева А.К., Садықова С.Ш.</i> Жол бойындағы сервис кешендерінің архитектурасын дамыту туралы	59
<i>Садықова С.Б., Еркалина М., Жумагулов М.Г., Картджанов Н.Р.</i> Күн энергиясымен суды тұщыту	66
<i>Садықова С.Б., Достияров А.М., Достиярова А.М., Картджанов Н.Р.</i> ГТҚ жану камерасының жұмыстық режимдерін модельдеу	71
<i>Жартыбаева М.Г., Есимова Н., Фураева И.И., Жукабаева Т.К., Жумадилаева А.К.</i> МББЖ таңдау және Алматы қаласындағы атмосфералық ауаның ауыр металдармен ластануы туралы мәліметтер базасын толтыру	78
<i>Жакупова А.Е., Канафин М.Ж., Рустемов А.Р., Келман А.А., Мустафинов Е.К.</i> Оптикалық суреттер негізінде ауыл шаруашылығы дақылдарының шығымдылығын мониторингілеу	89
<i>Жаркенов Е.Б.</i> Нөсерлік кәріз саласындағы эксперименталдық зертеулер	95
<i>Жусупбеков А.Ж., Жаркенов Е.Б., Чанг Д., Жаркенова А.Б.</i> Нұр-Сұлтан қаласындағы I-1 нөсер кәріз бассейнін гидравликалық модельдеу	101
<i>Штыкова И.В., Обухова О.Н., Шинкевич Т.А., Маданов К.С.</i> Илектеустанының алдында дайындамаларды автоматты қыздыру жүйесін талдау және оңтайландыру	107
<i>Әлдарова Ә.Ә., Старовойтов В.В., Исақов К.Т.</i> Цифрлық кескіндегі шуылды азайту әдістерінің тиімділігін бағалау нәтижелері	114

**BULLETIN OF L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY.
TECHNICAL SCIENCE AND TECHNOLOGY SERIES**

№1(130)/2020

CONTENTS

<i>Balabekova K.G.</i> Research of a mathematical model of mobile overpass support operation	8
<i>Orazbayev B.B., Santeyeva S.A., Orazbayeva K.N., Shagayeva A.B., Utenova B.E., K.A. Dyussekeyev</i> Expert evaluation of methods for removing oil deposits and sludge in order to select the optimal technology	16
<i>Niyazbekova R.K., Serekpayeva M.A., Kaliyeva Zh.E., Ospanova N.M.</i> Development of approaches to the standardization of metallurgical slag in the production of protective coatings	23
<i>Niyazbekova R.K., Jexembayeva A.Y., Krivoborodov Yu.R.</i> Modification of the structure of cement composites. Research of operational properties for standardization of building mixes with the addition of steelmaking slag	30
<i>Jumabayev A.A., Tleubayeva A.K.</i> Investigation of the localization and stopping of a developing fracture fracture in larger diameter gas pipelines	37
<i>Kozbagarova N.Zh., Sulaimanova Sh.A.</i> Social design in the architectural and landscape organization of cities	42
<i>Kaziyeva G.D., Abzhanova A.E., Esekeeva M.Zh., Sagnayeva S.K., Sembina G.K.</i> Some approaches and tools for intellectual analysis of data in biomonitoring	50
<i>Tuyakaeva A.K., Sadykova S.</i> On the development of the architecture of roadside service complexes	59
<i>Sadykova S.B., Yerkalina M., Zhumagulov M.G., Kartjanov N.R.</i> Solar-powered water desalination	66
<i>Sadykova S.B., Dostiyarov A.M., Dostiyarova A.M., Kartjanov N.R.</i> Simulation of the operating conditions in a gas turbine engine combustion chamber	71
<i>Zhartybayeva M.G., Esimov N., Furayeva I.I., Zhukabayeva T.K., Zhumadillayeva A.K.</i> Rationale for choosing a DBMS and updating the database of atmospheric air pollution in Almaty city with heavy metals	78
<i>Zhakupova A.Y., Kanafin M.Z., Rustemov A.R., Kelman A.A., Mustafinov Y.K.</i> Monitoring crop yields on the basis of optical	89
<i>Zharkenov Y.B.</i> Experimental studies in the field of storm water drainage	95
<i>Zhussupbekov A.Zh., Zharkenov Y.B., Jang D., Zharkenova A.B.</i> Hydraulic simulation of the storm sewer basin I-1 of Nur-Sultan city	101
<i>Shtykova I.V., Obuhov O.N., Shinkevich T.A., Madanov K.S.</i> Analysis and optimization of the system of automatic heating billets before a rolling mill	107
<i>Eldarova E.E., Starovoitov V.V., Iskakov K.T.</i> Results evaluation effectiveness of noise reduction techniques of digital images	114

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Балабекова К.Г.</i> Исследование математической модели работы опоры мобильного путепровода	8
<i>Оразбаев Б.Б., Сантеева С.А., Оразбаева К.Н., Шагаева А.Б., Утенова Б.Е., Дюсекеев К.А.</i> Экспертная оценка методов удаления нефтяных отложений и шламов с целью выбора оптимальной технологии	16
<i>Ниязбекова Р.К., Серекпаева М.А., Калиева Ж.Е., Оспанова Н.М.</i> Разработка подходов для стандартизации металлургических шлаков при получении защитных покрытий	23
<i>Ниязбекова Р.К., Джесксембаева А.Е., Кривобородов Ю.Р.</i> Модификация структуры цементных композитов. Исследования эксплуатационных свойств для стандартизации строительных смесей с добавкой сталеплавильного шлака	30
<i>Джумабаев А.А., Глеубаева А.К.</i> Исследование локализации и остановки развивающегося трещины разрушения в газопроводах большого диаметра	37
<i>Козбагарова Н.Ж., Сулайманова Ш.А.</i> Социальное проектирование в архитектурно-ландшафтной организации городов	42
<i>Казиева Г.Д., Абжанова А.Е., Есекеева М.Ж., Сагнаева С.К., Сембина Г.К.</i> Некоторые подходы и инструментальные средства интеллектуального анализа данных в биомониторинге	50
<i>Туякаева А.К., Садыкова С.Ш.</i> Зарубежные тенденции архитектуры придорожных комплексов	59
<i>Садыкова С.Б., Еркалина М., Жумагулов М.Г., Картджанов Н.Р.</i> Солнечное опреснение воды	66
<i>Садыкова С.Б., Достияров А.М., Достиярова А.М., Картджанов Н.Р.</i> Моделирование рабочих условий камеры сгорания ГТД	71
<i>Жартыбаева М.Г., Есимова Н., Фурева И.И., Жукабаева Т.К., Жумадилаева А.К.</i> Обоснование выбора СУБД и пополнение базы данных по загрязнению атмосферного воздуха города Алматы тяжелыми металлами	78
<i>Жакупова А.Е., Канафин М.Ж., Рустемов А.Р., Келман А.А., Мустафинов Е.К.</i> Мониторинг урожайности сельскохозяйственных культур на основе оптических снимков	89
<i>Жаркенов Е.Б.</i> Экспериментальные исследования в области ливневой канализации	95
<i>Жусупбеков А.Ж., Жаркенов Е.Б., Чанг Д., Жаркенова А.Б.</i> Гидравлическое моделирование ливневого канализационного бассейна I-1 г. Нур-Султан	101
<i>Штыкова И.В., Обухова О.Н., Шинкевич Т.А., Маданов К.С.</i> Анализ и оптимизация системы автоматического нагрева заготовок перед прокатным станом	107
<i>Эльдарова Э.Э., Старовойтов В.В., Искаков К.Т.</i> Оценка эффективности методов подавления шума цифровых изображений	114



МРНТИ 73.31.01

К.Г. Балабекова

*Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
(E-mail: balabekova@mail.ru)*

Мобильді жол өтпе тіреуінің жұмысының математикалық үлгісін зерттеу

Аңдатпа: Мақалада қазіргі заманда көкейкесті мәселелердің бірі жол кептелістерімен күресуге арналған құрылғы мобильді жол өтпесі ұсынылған. Мобильді жол өтпелері қоршаған ортаны жақсартып, экономикалық тиімділікті арттырады. Мобильді жол өтпесі құрылымының сипаттамалары, бөлшектері аталған. Оңтайлы ұзындығы көрсетілген. Жол өтпенің элементтері соңғы айырымдар және соңғы элементтер арқылы жасалған есептеулер салыстырылған. Мобильді жол өтпесі құрылымы беріктікке, орнықтылыққа және тұрақтылыққа жұмыс жасайтыны қорытындыланған. Мобильді жол өтпесінің кеңістік қаңқасы аналитикалық орын ауыстыру әдісімен есептелген. Мақалада негізгі көңіл мобильді жол өтпесінің түреулеріне аса назар аударған. Сонымен қатар, мобильді жол өтпесінің тіреулері серпімді ортада жұмыс жасауы үшін тіреудің табанын керткітері бар резеңкемен қаптау ұсынылған. Тіреулер асфальтбетон бетін деформацияламау үшін тіреулердің математикалық үлгісі дифференциалдау арқылы есептеліп, зерттелген.

Түйін сөздер: мобильді жол өтпесі, соңғы айырым әдісі, соңғы элементтер әдісі, тіреу, резеңкелі тіреу.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-68-36-2020-130-1-8-15>

Заманауи қалалардың, үлкен мегаполистердің инфрақұрылым жұмысын бұзатын мәселелердің бірі - қала көшелерінің өткізу қабілетінің жеткіліксіздігінен пайда болатын жол кептелістері.

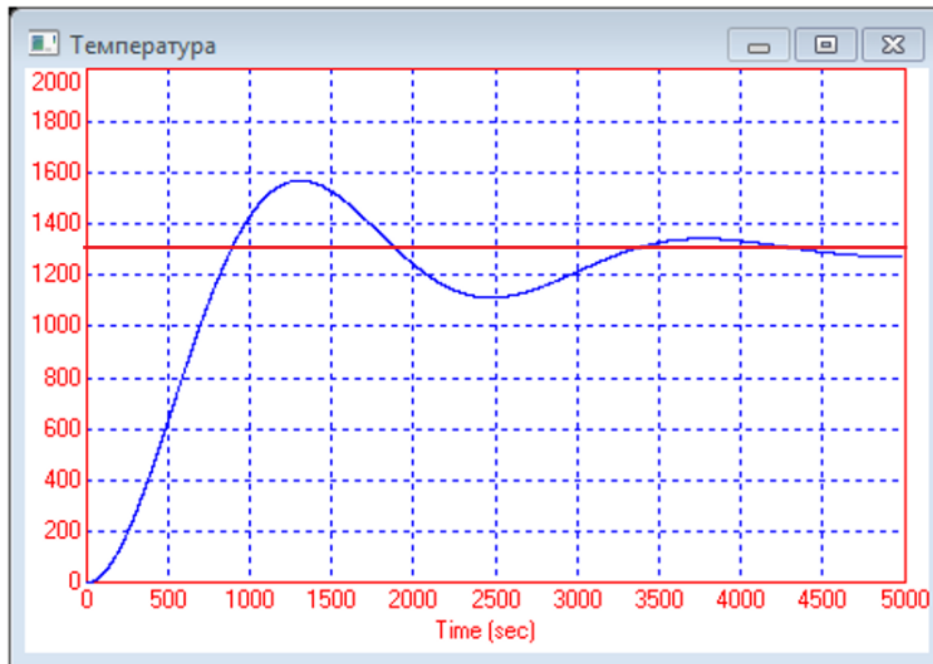
Кептелістер экономикалық жағынан тиімсіз, сонымен қатар автокөліктердің қозғалтқышының жұмыс істеп тұруынан қоршаған ортаға зиянды заттар шығып, экологияға да үлкен зардап тигізеді. Осының барлығы табиғатты қорғау және қоршаған ортаға зиянды заттарды шығару бойынша бақылауды қиындатып, қосымша жүргізушілердің жолдағы агрессиялық мінез-құлқына және жол көлік оқиғасына әкелуі мүмкін.

Жол кептелісі мәселесін шешу үшін мобильді жол өтпесін қолдану ұсынылады (сурет 1).

Мобильді жол өтпесі аз уақыт ішінде қиылысқа жеткізіліп, бірнеше модульдерден жиналатын құрылым [1,2,3].

Мобильді жол өтпесінің екі негізгі модулі бар - тік және көлбеу. Берілген модульдердің оңтайлы ұзындығы 7,2 м құрайды. Ол жол шарттары мен жол қозғалысының ережелерін қамтамасыз етеді. Мобильді жол өтпесі бір жолақты немесе екі жолақты болуы мүмкін. Екі жолақты мобильді жол өтпесі сәйкесінше бірнеше модульдерден құралып, қиылысқа аз уақыт ішінде жеткізіліп жиналады. Мобильді жол өтпесінің танкты жол салғыштардан айырмашылығы ол қозғалыс шарттарын қамтамасыз етеді: өту биіктігі 4,5 м, бір бағыттағы қозғалыс ені – 3,5 м [1,2,3].

ұсынылған мобильді жол өтпелерін қолдану қаланың логистикасын, экологиялық жағдайын жақсартып, жаңармайды үнемдеуге мүмкіндік туғызады.



Сурет 1 – Мобильді жол өтпесі

Мобильді жол өтпесінің кеңістік қаңқасын негізгі тік жүктемелерге есептеу, қаңқаның айналу білігін ескергендегі негізгі 11 белгісіздің жылжуының аналитикалық әдісімен орындалған [4,5].

қаңқа элементтерінің жүктелген жағдайы күрделі, кедергі (сығылу, иілу, айналу) жағдайында жұмыс жасайтын құрылым ретінде зерттелген.

Есептеулер нәтижесі кеңістік қаңқасының білігінің беріктік, қаттылық және орнықтылық шарттары үлкен қормен орындалғандығын көрсетті. Осылайша, көпір өтпесінің жүргін бөлігінің құрылымды – ортотропты тақтасының иілуіге жасалған есептеулері соңғы айырым және соңғы элементтер әдісі бойынша іс жүзінде тура келді (кесте 1) [4,5].

Кесте 1 – Ортотропты тақтаның есептеу нәтижелерін салыстыру

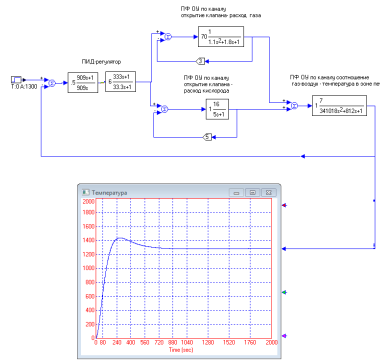
Есептеу әдісі	w_{max} (тілім ортасында)
1. Соңғы элементтер әдісі	$3.339/D_x$
2. Соңғы айырым әдісі $n_x \times n_y = 4 \times 3$ және (8×6)	$3.18/D_x$

Мобильді жол өтпесінің барлық есептеліп отырған көпір өтпесінің модуль элементтерінің барлық қажет шарттарда: беріктікке (кесу бойынша, қалып және кернеу бойынша), орнықтылыққа (екі жазықтықтағы тік тіреулер үшін), қаттылыққа (жүргін бөлік элементтері үшін) үлкен қормен орындалған.

Жол өтпе құрылымның жұмысы тәжірибелік зерттеуді қажет етпейді, себебі құрылымға машиналық тәжірибе өткізілген. Металл құрылымды есептеу кезінде математикалық тәжірибені қолдану жалпы мойындалған дағды, өйткені теориялық механика мен материалдардың кедергісінің тәуелділіктері соңғы жүз жылда бірнеше рет дәлелденген. Сол себепті маңызды сұрақтардың бірі жол өтпесі астындағы шөгіндіні орнату болып табылады. Осы шөгінділердің шамасы асфальтбетонның серпімді деформация аймағында жұмыс істеу шамасынан аспау қажет. Әйтпесе (пластикалық пішін өзгерту) жол өтпесін орнатқан сайын жамылғыны жөндеу немесе ауыстыру қажет болады [4-6].

Соған байланысты жол өтпесінің өз алдына (1) тіреу ауданынан, (2) тік тіреуден, асфальтбетонға тірелетін резеңкелі негізден (3) тұратын тіреуді есептеу қажет (сурет 2).

Жол өтпенің тіреуіне жол өтпенің өз салмағынан түсетін күш Q_0 пен қозғалып бара жатқан автокөлік салмағынан Q_{mp} әсер ететін жүктеме әсер етеді. Тіреудің реакциясы негіз жақтан

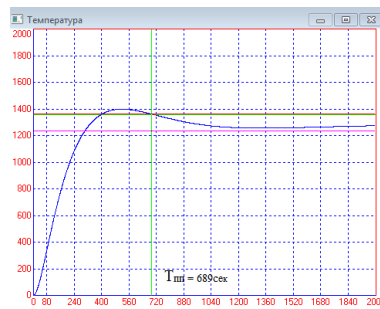


Сурет 2 – Мобильді жол өтпесінің тіреуі
1 – тіреу; 2 – тақта; 3 – негіз

серпімді деформация арқылы анықталады [1] үлкен дәлдікпен бір автокөлік бір модульді тұрақты t_c уақытында (цикл уақыты) өтеді. Цикл уақыты жол өтпенің ұзындығына L тура пропорционал және көліктің жылдамдығына V .

$$t_c = \frac{L}{V}. \quad (1)$$

Жол өтпесі бойымен қозғалған автокөліктен түсетін жүктеме сызықтық 0-ден автокөлік салмағына тең максимумға дейін ұлғаяды және одан қайттан 0 – ға дейін азаяды (сурет 3) [1].



Сурет 3 – Жол өтпесінің асфальтбетонға күш түсіруі
 $\frac{C_i}{j}$ - i тіреу негізіне қарсыласудың серпімділігі; x - шөгү

Жол өтпесін жобалауда жүктеме, асфальтбетон мен тіреу ауданының серпімді деформация модулінің ара қатынасын анықтау қажет, тіреудің шөгюі x тіреу астындағы x_y серпімді деформация шамасынан аспайтындай, яғни:

$$x < x_y. \quad (2)$$

Автокөліктің жол өтпесі арқылы қозғалғандағы қозғалысының модулінің дифференциалды теңдеуі құрылды. Ол үшін бір тіреуге әсер ететін күштер қарастырылды [1]:

$$\uparrow F_u = (m + m_a)\ddot{g}. \quad (3)$$

$$\downarrow mg. \quad (4)$$

$$\downarrow m_a g \frac{2t}{t_c}. \quad (5)$$

$$\uparrow Cx. \quad (6)$$

$$\uparrow \sigma_c S \quad (7)$$

мұнда: m - құрылым массасы; m_a - автокөлік массасы; F_u - инерция күші; t_c - цикл уақыты; σ_c - асфальттың серпімділігі; S - тіреу ауданы.

Автокөлік салмағынан максималды жүк түсуі $t_c/2$ уақытында, яғни автокөлік жол өтпенің ортасында болғанда анықталады. Осыдан, жүктеменің модульге түсіретін айнымалы шамасы келесідей анықталды:

$$(m + m_a)\ddot{g} + cx = m_a g \sin \omega t - \sigma_c S + mg. \quad (8)$$

$(m + m_a)\ddot{g} = M$; $-\sigma_c S + mg = S'$ белгілейміз.

$$(m + m_a)\ddot{g} + cx = m_a g \sin \omega t + S'. \quad (9)$$

мұнда M және S' - const. Бастапқы шарттар жазылды (төрт жағдай болуы мүмкін):

- 1) $t = 0 \quad \left. \begin{array}{l} x = x_0 \\ \dot{x} = \dot{x}_0 = 0 \end{array} \right\}$ - бастапқы шөгу берілген, шөгу өзгерісінің жылдамдығы нөлге тең;
- 2) $t = 0 \quad \left. \begin{array}{l} x = x_0 = 0 \\ \dot{x} = \dot{x}_0 = V_0 \end{array} \right\}$ - бастапқы шөгу нөлге тең, шөгу өзгерісінің жылдамдығы берілген;
- 3) $t = 0 \quad \left. \begin{array}{l} x = x_0 = 0 \\ \dot{x} = \dot{x}_0 = 0 \end{array} \right\}$ - бастапқы шөгу мен шөгу өзгерісінің жылдамдығы нөлге тең;
- 4) $t = 0 \quad \left. \begin{array}{l} x = x_0 \\ \dot{x} = \dot{x}_0 = V_0 \end{array} \right\}$ - бастапқы шөгу мен шөгу өзгерісінің жылдамдығы тұрақты мәнге тең.

Жол өтпесі орнатылып, одан автокөліктер өтіп жатқан жағдай қарастырылған. Жалпы шешім бірыңғай теңдеуді $M\ddot{x} + Cx = 0$ және екі дербес x_x және x_{xx} теңдеулерінің $M\ddot{x} + C\dot{x} = m_a g \sin \omega t$ және $M\ddot{x} + Cx = S'$ қосындысынан табылды [1].

$$x = x_\delta + x_x + x_{xx}. \quad (10)$$

Ол үшін сипаттамалық теңдеу құрылды:

$$M\lambda^2 + C = 0; \quad \lambda^2 = -\frac{C}{M}; \quad \lambda_{1,2} = \pm \sqrt{\frac{C}{M}} i \quad x_\delta = C_1 \cos \sqrt{\frac{C}{M}} t + C_2 \sin \sqrt{\frac{C}{M}} t \quad (11)$$

(4) жағдайдың шарттары бойынша. $t = 0$, $x_0 = C_1$, $C_2 = V_0$ болғанда.

$$\dot{x}_\delta = -C_1 \sqrt{\frac{C}{M}} \sin \sqrt{\frac{C}{M}} t + C_2 \sqrt{\frac{C}{M}} \cos \sqrt{\frac{C}{M}} t \quad (12)$$

$$x_{\delta} = C_1 \cos \sqrt{\frac{C}{M}} t + C_2 \sin \sqrt{\frac{C}{M}} t \quad (13)$$

яғни шешім келесідей жазылды:

$$x_{\delta} = x_0 \cos \sqrt{\frac{C}{M}} t + V_0 \sqrt{\frac{C}{M}} \sin \sqrt{\frac{C}{M}} t \quad (14)$$

x_{xx} теңдеуінің дербес шешімі табылды.

$$M\ddot{x} + Cx = S' \quad (15)$$

мұнда $S' - const$. $x_{xx} = A$ түрінде шешім ізделінді, мұнда $A - const$ (10) қойып, алынды:

$$C \cdot A = S'; \quad A = \frac{S'}{C}; \quad x_{xx} = \frac{S'}{C}. \quad (16)$$

x_x теңдеуінің дербес шешімі табылды.

$$M\ddot{x} + Cx = m_a \sin wt. \quad (17)$$

Шешім келесі түрде табылды:

1 жағдай:

$$x_x = B \cos wt + D \sin wt, \quad (18)$$

егер сипаттамалық теңдеулердің (12) түбірлері w синус астында $\sin wt$ тең болмаса, яғни $w \neq \sqrt{\frac{C}{M}}$.

2 жағдай:

$$x_x = (B \cos wt + D \sin wt)t, \quad (19)$$

егер сипаттамалық теңдеулердің (13) түбірлері $w = \sqrt{\frac{C}{M}}$ (қай жағдай екені анықталды).

Мұнда B және D белгісіз тұрақтылар. (13) шешімі бірінші жағдай $w \neq \sqrt{\frac{C}{M}}$ үшін табылды. (13) теңдеуге алдын ала туындылары табылып, қойылды:

$$\dot{x}_x = -Bw \sin wt + Dw \cos wt, \quad (20)$$

$$\ddot{x}_x = -Bw^2 \cos wt - Dw^2 \sin wt. \quad (21)$$

$$-MBw^2 \cos wt - MDw^2 \sin wt + CB \cos wt + CD \sin wt = m_a \sin wt. \quad (22)$$

Тұрақтылар табылды:

$$\cos wt : -BMw^2 + CB = 0, \quad (23)$$

$$\sin wt : -Dw^2M + CD = m_a \quad (24)$$

$$D = \frac{m_a g}{C - w^2 M}. \quad (25)$$

Яғни шешім келесі түрде болды:

$$x_x = \frac{m_a g}{C - w^2 M} \cdot \sin wt, \quad (26)$$

2 жағдай $w = \sqrt{\frac{C}{M}}$ үшін шешім қарастырылды. Ол үшін алдын ала туындыларын тауып, оның шарттарына қойылды:

$$\dot{x}_x = (-Bwsinwt + Dwcoswt)t + Bcoswt + Dsinwt, \quad (27)$$

$$\ddot{x}_x = (-Bw^2coswt - Dw^2sinwt) - Bsinwt + Dwcoswt - Bwsinwt + Dwcoswt. \quad (28)$$

Ол бойынша:

$$-BMw^2tcoswt - MDw^2tsinwt - MBwsinwt + DMwcoswt - MBwsinwt + MDwcoswt + CBtcoswt + CDtsinwt = m_a sinwt.$$

Тұрақтылар табылды:

$$\begin{aligned} tcoswt : -BMw^2 + CB &= 0, \\ tsinwt : -MDw^2 + CD &= 0, \\ coswt : DM + MDw &= 0, \\ sinwt : -MBw - MBw &= m_a, \\ -2MBw &= m_a, \\ B &= -\frac{m_a}{2Mw}. \end{aligned}$$

Яғни шешім келесідей болды:

$$x_x = -\frac{m_a g t}{2Mw} \cdot \cos wt.$$

Бастапқы шарттар үшін жалпы шешім ($w \neq \sqrt{\frac{C}{M}}$) келесідей жазылды:

$$x_0 = \cos\sqrt{\frac{C}{M}}t + V_0\sqrt{\frac{M}{C}}\sin\sqrt{\frac{C}{M}}t + \frac{m_a g t}{C - w^2 M} \sin wt + \frac{S'}{C}.$$

Ал $w = \sqrt{\frac{C}{M}}$:

$$x_0 = \cos\sqrt{\frac{C}{M}}t + V_0\sqrt{\frac{M}{C}}\sin\sqrt{\frac{C}{M}}t - \frac{m_a g t}{2Mw} \cos wt + \frac{S'}{C}.$$

мұнда, $M = (m + m_a)g, S' = \sigma_{vd} + mg$. [1,7]

Мобильді жол өтпесінің тіреуі асфальтбетон бетіне күш түсірмес үшін, тіреуді резеңкемен қаптау қажет. Жол өтпе асфальтбетон бетін деформацияламау үшін, мобильді жол өтпесінен өтетін автокөлік салмағын, бастапқы шөгуді, автокөліктердің өту жиілігін тұрақты етіп қарап, резеңке мен асфальтбетон серпімділігін, тіреудің ауданын ескеруіміз қажет.

Жол өтпе тіреуінің айнымалы салмақпен жұмысының математикалық моделі жасалды. Тәжірибе мен талдамалы мәндер нәтижесі салыстыру барысында жеткілікті жинақтылықты берді;

Әдебиеттер тізімі

- 1 Балабекова К.Г., Кадыров А.С. Мобильді жол өтпесі құрылымының жұмысын зерттеу және негіздеу. – Қарағанды: ҚарМТУ. - 2019. – 150 б.
- 2 Кадыров А.С., Балабекова К.Г. Мобильді көпір өтпесінің жетілген модулінің сәйкестірілген элементтерін есептеу және конструкторлық шешу // ПМУ хабаршысы. Энергетикалық серия. – Павлодар: ПМУ. - 2016. – №3. – Б. 41-52.
- 3 Ганюков А.А., Балабекова К.Г. Расчет пространственной рамы модульного путепровода // Университет еңбектері. – Қарағанды: қарМТУ. - 2016. – №4. – Б. 63-68.
- 4 Кадыров А.С., Ганюков А.А., Балабекова К.Г. Напряженно-деформированное состояние ортотропных плит модульного мостового переезда // Вестник ПГУ. Физико-математическая серия. – Павлодар: ПГУ. - 2017. – №1. – С. 45-57.
- 5 Kadyrov A.S., Balabekova K.G., Ganyukov A.A., Akhmediyev S.K. The constructive solution and calculation of elements of the unified module of the mobile bridge overcrossing // Transport problems. – The Silesian University of Technology. - 2017. – Vol. 12. – P. 59-71.
- 6 Тимухина Е.Н., Шакинов А.А., Балабекова К.Г. Мобильді жол өтпе тіреулерінің жұмысы // Университет еңбектері. – 2017. – №3. – Б. 75-77.
- 7 А.с. 2400. РК. Методика расчета осадки под опорами мобильного путепровода / А.С. Кадыров, А.А. Ганюков, К.Г. Балабекова; опубл. 18.10.17. – 1 с.

К.Г. Балабекова

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилев, Нур-Султан, Казахстан
Исследование математической модели работы опоры мобильного путепровода

Аннотация. Одной из наиболее проблем современных городов, нарушающих функционирование всей городской инфраструктуры, являются многочисленные дорожные заторы. Для решения проблемы дорожных заторов в статье предлагается использование мобильных путепроводов. Мобильные путепроводы улучшают состояние окружающей среды и повышают экономическую эффективность города. Описаны основные характеристики мобильного автомобильного путепровода. Приведена оптимальная длина. Показан сравнительный расчет, проведенный методом конечных элементов и конечных разностей. Подведен итог об устойчивой, прочной и жесткой работе конструкции мобильного автомобильного путепровода. Пространственная рама мобильного путепровода проведена методом аналитического перемещения. В статье основное внимание уделяется основанию и опорам мобильного путепровода. Для работы опор мобильного путепровода в упругой среде рекомендуется облицевать основание опор резиной, в которой выполнены прорези. Разработана математическая модель работы опоры путепровода с присоединенной массой.

Ключевые слова. мобильный путепровод, метод конечных элементов, метод конечных разностей, прорезиненное основание, опора.

K.G. Balabekova

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan
Research of a mathematical model of mobile overpass support operation

Abstract. One of the urgent problems of modern cities that disrupt the functioning of the entire urban infrastructure are numerous traffic jams. To solve the problem of traffic jams, the article suggests the use of mobile overpasses. Mobile overpasses improve the environment and increase the cost-effectiveness of the city. The basic characteristics are described of a mobile automobile overpass. The optimum length is given. A comparative calculation is shown by the finite element and finite difference method. The summary of the stable, durable and stiff work of the design of a mobile automobile overpass. The spatial frame of the mobile overpass is carried out by the method of analytical displacement. The article focuses on the base and supports of the mobile overpass. For the support of the mobile overpass in an elastic medium, it is recommended to lining the base of the supports with rubber in which the slots are made. A mathematical model of the support of the overpass support is developed with attached mass.

Keywords. mobile overpass, finite element method, finite difference method, rubberized base, support.

References

- 1 Balabekova K.G., Kadyrov A.S. Mobildi zhol otpesi kurylymynyn zhumysyn zertteu zhane negizdeu [Substantiation and study of the design of a mobile automobile overpass], KSTU, Karaganda, 2019, 150 p) [in Kazakh].
- 2 Kadyrov A.S., Balabekova K.G. Mobildi zhol otpesinin zhetilgen modulini saikestirilgen elementterin esepeteu zhane konstukturlyk sheshu [Mobile bridge overflows computing and design solution of the elements of the module], PMU habarshysy. Energetikalik seriya [Bulletin PSU], **3** (101), 41 - 52 (2016). [in Kazakh].
- 3 Ganyukov A.A., Balabekova K.G. Raschet prostranstvennoi ramy modulnogo puteprovoda [Calculates the total modular mobile bridge], Universitet enbekteri, KarMTU [The work of the university, KSTU], **4**, 63-68 (2016).[in Russian].
- 4 Kadyrov A.S., Ganyukov A.A., Balabekova K.G. Napriyazhannodeformirovannoe sostoyanie ortotropnykh плит mod-ulnogo mostovogo perezda [The conjugate deformed condition of the modular transverse transformation of the orthotropic tiles], Vestnik PGU. Fiziko – matematicheskaya seriya [Bulletin of the PSU. Physical and mathematical series], **1**, 45-57 (2017).[in Russian].

- 5 Kadyrov A.S., Balabekova K.G., Ganyukov A.A., Akhmediyev S.K. The constructive solution and calculation of elements of the unified module of the mobile bridge overcrossing, *Transport problems*, **12**, 59-71 (2017). [in English].
- 6 Timuhina E.N., Shakenov A.A., Balabekova K.G. Mobilni zhol otre tireulerinin zhumysy [Work on the mobile bridge], *Universitet enbekteri .KarMTU* [The work of the university, KSTU], **3**, 75-77 (2017). [in Kazakh].
- 7 7. A.s. 2400. PK. Metodika rascheta osadki pod oporami mobilnogo puteprovoda [Methods of calculating precipitation under the supports of a mobile overpass] / A.C. Kadyrov A.S., Ganyukov A.A., Balabekova K.G.; opubl [publication]. 18.10.17. – 1 s.

Сведения об авторах:

Балабекова К.Г. - PhD, Көлік, көлік техникасы және технологиялары кафедрасының доценті, Еуразия ұлттық университеті, Қажымұқан 13, Нұр – Сұлтан, қазақстан.

Balabekova K.G. - PhD, Associate Professor of the Department Transport, Transport Equipment and Technologies, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur - Sultan, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 15.05.2019