

ISSN 2518-170X (Online),
ISSN 2224-5278 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ
Қ. И. Сәтпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Қазақстан Республикасының Ғылым Академиясының
Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің
техникалық зерттеу университетінің

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
Kazakh national research technical university
named after K. I. Satpayev

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

1 (439)

JANUARY – FEBRUARY 2020

THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

ALMATY, KAZAKHSTAN

NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series of geology and technical sciences scientific journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of geology and technical sciences in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of geology and engineering sciences to our community.

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы "ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы" ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді геология және техникалық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.

НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество и глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по геологии и техническим наукам для нашего сообщества.

Б а с р е д а к т о р ы
э. ғ. д., профессор, ҚР ҰҒА академигі

И.К. Бейсембетов

Бас редакторының орынбасары

Жолтаев Г.Ж. проф., геол.-мин. ғ. докторы

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Абаканов Т.Д. проф. (Қазақстан)
Абишева З.С. проф., академик (Қазақстан)
Агабеков В.Е. академик (Беларусь)
Алиев Т. проф., академик (Әзірбайжан)
Бакиров А.Б. проф., (Қырғызстан)
Беспәев Х.А. проф. (Қазақстан)
Бишимбаев В.К. проф., академик (Қазақстан)
Буктуков Н.С. проф., академик (Қазақстан)
Булат А.Ф. проф., академик (Украина)
Ганиев И.Н. проф., академик (Тәжікстан)
Грэвис Р.М. проф. (АҚШ)
Ерғалиев Г.К. проф., академик (Қазақстан)
Жуков Н.М. проф. (Қазақстан)
Қожахметов С.М. проф., академик (Қазақстан)
Конторович А.Э. проф., академик (Ресей)
Курскеев А.К. проф., академик (Қазақстан)
Курчавов А.М. проф., (Ресей)
Медеу А.Р. проф., академик (Қазақстан)
Мұхамеджанов М.А. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Нигматова С.А. проф. (Қазақстан)
Оздоев С.М. проф., академик (Қазақстан)
Постолатий В. проф., академик (Молдова)
Ракишев Б.Р. проф., академик (Қазақстан)
Сейтов Н.С. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Сейтмуратова Э.Ю. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Степанец В.Г. проф., (Германия)
Хамфери Дж.Д. проф. (АҚШ)
Штейнер М. проф. (Германия)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы».

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.).

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 30.04.2010 ж. берілген №10892-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
<http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2020

Редакцияның Қазақстан, 050010, Алматы қ., Қабанбай батыр көш., 69а.

мекенжайы: Қ. И. Сәтбаев атындағы геология ғылымдар институты, 334 бөлме. Тел.: 291-59-38.

Типографияның мекенжайы: «NurNaz GRACE», Алматы қ., Рысқұлов көш., 103.

Г л а в н ы й р е д а к т о р
д. э. н., профессор, академик НАН РК

И. К. Бейсембетов

Заместитель главного редактора

Жолтаев Г.Ж. проф., доктор геол.-мин. наук

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

Абаканов Т.Д. проф. (Казахстан)
Абишева З.С. проф., академик (Казахстан)
Агабеков В.Е. академик (Беларусь)
Алиев Т. проф., академик (Азербайджан)
Бакиров А.Б. проф., (Кыргызстан)
Беспаяев Х.А. проф. (Казахстан)
Бишимбаев В.К. проф., академик (Казахстан)
Буктуков Н.С. проф., академик (Казахстан)
Булат А.Ф. проф., академик (Украина)
Ганиев И.Н. проф., академик (Таджикистан)
Грэвис Р.М. проф. (США)
Ергалиев Г.К. проф., академик (Казахстан)
Жуков Н.М. проф. (Казахстан)
Кожаметов С.М. проф., академик (Казахстан)
Конторович А.Э. проф., академик (Россия)
Курскеев А.К. проф., академик (Казахстан)
Курчавов А.М. проф., (Россия)
Медеу А.Р. проф., академик (Казахстан)
Мухамеджанов М.А. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Нигматова С.А. проф. (Казахстан)
Оздоев С.М. проф., академик (Казахстан)
Постолатий В. проф., академик (Молдова)
Ракишев Б.Р. проф., академик (Казахстан)
Сейтов Н.С. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Сейтмуратова Э.Ю. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Степанец В.Г. проф., (Германия)
Хамфери Дж.Д. проф. (США)
Штейнер М. проф. (Германия)

«Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук».

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10892-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2020

Адрес редакции: Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.

Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334. Тел.: 291-59-38.

Адрес типографии: «NurNaz GRACE», г. Алматы, ул. Рыскулова, 103.

E d i t o r i n c h i e f

doctor of Economics, professor, academician of NAS RK

I. K. Beisembetov

Deputy editor in chief

Zholtayev G.Zh. prof., dr. geol-min. sc.

E d i t o r i a l b o a r d:

Abakanov T.D. prof. (Kazakhstan)
Abisheva Z.S. prof., academician (Kazakhstan)
Agabekov V.Ye. academician (Belarus)
Aliyev T. prof., academician (Azerbaijan)
Bakirov A.B. prof., (Kyrgyzstan)
Bespayev Kh.A. prof. (Kazakhstan)
Bishimbayev V.K. prof., academician (Kazakhstan)
Buktukov N.S. prof., academician (Kazakhstan)
Bulat A.F. prof., academician (Ukraine)
Ganiyev I.N. prof., academician (Tadjikistan)
Gravis R.M. prof. (USA)
Yergaliev G.K. prof., academician (Kazakhstan)
Zhukov N.M. prof. (Kazakhstan)
Kozhakhmetov S.M. prof., academician (Kazakhstan)
Kontorovich A.Ye. prof., academician (Russia)
Kurskeyev A.K. prof., academician (Kazakhstan)
Kurchavov A.M. prof., (Russia)
Medeu A.R. prof., academician (Kazakhstan)
Muhamedzhanov M.A. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Nigmatova S.A. prof. (Kazakhstan)
Ozdoev S.M. prof., academician (Kazakhstan)
Postolatii V. prof., academician (Moldova)
Rakishev B.R. prof., academician (Kazakhstan)
Seitov N.S. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Seitmuratova Ye.U. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Stepanets V.G. prof., (Germany)
Humphery G.D. prof. (USA)
Steiner M. prof. (Germany)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences.

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 10892-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2020

Editorial address: Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev
69a, Kabanbai batyr str., of. 334, Almaty, 050010, Kazakhstan, tel.: 291-59-38.

Address of printing house: «NurNaz GRACE», 103, Ryskulov str, Almaty.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 1, Number 439 (2020), 181 – 188

<https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.22>

UDC 624.21:620.178

V. G. Solonenko¹, N. M. Makhmetova¹, V. A. Nikolaev²,
M. Ya. Kvashnin¹, S. E. Bekzhanova¹, I. S. Bondar¹, S. A. Mirzabaev¹

¹Kazakh Academy of Transport and Communications named by M. Tynyshpaev, Almaty, Kazakhstan;

²Omsk State Transport University, Omsk, Russia.

E-mail: v.solonenko@mail.ru, makhmetova_n1958@mail.ru, NikolaevVA@omgups.ru,
kvashnin_mj55@mail.ru, s.bekzhanova@bk.ru, ivan_sergeevich_08@mail.ru, serzhan912705@gmail.com

ANALYSIS OF THE STRESS-STRAIN STATE OF TRAVEL PIPES WITH THE USE OF HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX

Abstract. In the work, the stress-strain state in the structural elements of reinforced concrete span structures of railway overpasses under its own weight and temporary load based on experimental and numerical methods was studied. Based on the analysis of the numerical results of the stress-strain state of the span structures of the railroad overpass, it was proved that for comparison assessment with the normalized stress range, the use of 2 loading options is sufficient as a static load: hitch and raft.

The results of the stress-strain state in the girder reinforced concrete span structures of the overpass can be used in the calculations of seismic stability and stability of similar structures with an increase in the operational load on railway bridges.

Proved the need for periodic monitoring of the stress-strain state of artificial structures under operational loads in order to determine the actual technical condition of structures, effective assessment of the reliability of bridge structures and to establish the correspondence between the design scheme and the actual working structures on the main lines of Kazakhstan.

Keywords: railroad overpass, beam span structures, stress-strain state, temporary load, own weight, stability, seismic resistance.

The article presents multivariate numerical and experimental data on the stress-strain state of the railroad overpass under the influence of loads from the operating rolling stock. These studies can then be used in the design of artificial structures and for comparison with the data obtained during the field tests to identify defects in the structural elements of railway bridges.

Description of the calculated model. The design model of the structure is constructed according to the data of the working documentation for the analysis of stress-strain state. A general view of the design model of the structure under consideration is presented in figure 1.

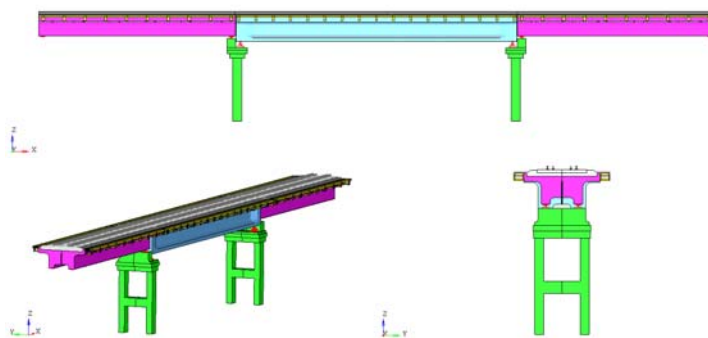


Figure 1 – A deformable finite element model of the overpass. General form

Models of reinforced concrete elements of supporting structures of the overpass take into account the joint work of reinforcing elements and concrete filling. The concrete filling of the structures of reinforced concrete blocks of the span structures of 16.5 m and 23.6 m, as well as the frames and pedestals of the intermediate supports of the overpass are given by volume elements. Reinforcing elements of structures (frames, grids, bundles of wires for prestressing concrete) of span structures and intermediate support structures are specified by core elements and take into account their spatial arrangement in concrete filling.

Accepted loads. All values of loads are taken without taking into account the various coefficients of the joint venture [1] and SNiP [2] (working conditions, reliability for loads, reliability for liability, etc.). The own weight of the structures of the structure is taken into account by the task of inertial load - gravity. Temporary loads are set according to the following types of effects: static load on the weight of the coupling according to the "locomotive-car" scheme; static load on the weight of a raft of three locomotives. The impact of the weight of the locomotive (TEM-18 diesel locomotive, 2 carts, 3 axles per carriage) is specified in the form of concentrated forces of 202.7 kN/axis in the nodes of the rail track model in accordance with the distances: 16,900 mm between axles of automatic couplings; 8800mm between the pins of carts; 1850 mm between bogie axles.

The impact of the weight of the car (hopper-metering model 55-76, 2 carts, 2 axles per carriage) is set in the form of concentrated forces of 228.7 kN/axis into the nodes of the rail track model in accordance with distances: 11 520 mm between the axles of the couplings; 7200 mm between the pins of carts (car base); 1850 mm between bogie axles. The considered schemes of temporary loads are presented in figure 2 - six schemes for coupling "one locomotive + one car" and in figure 3 – five schemes for raft "three locomotives".

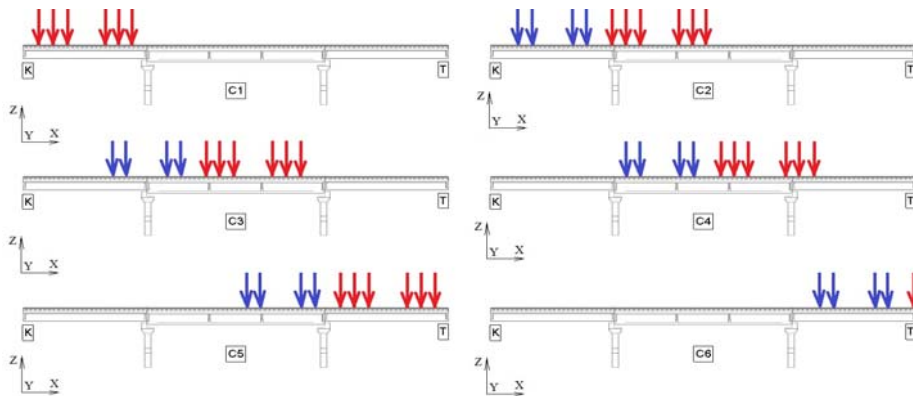


Figure 2 – Schemes of temporary loads from the coupling "locomotive-car" (C1-C6) "K" – Kulsary, "T" – Tengiz

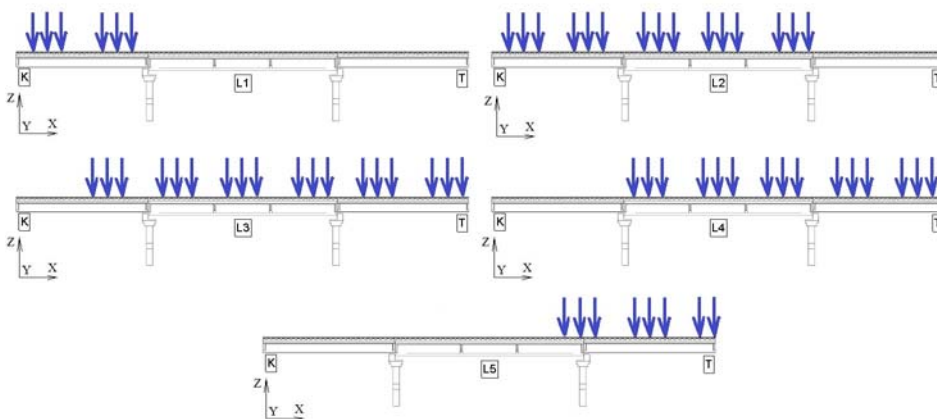


Figure 3 – Schemes of temporary loads from the raft "3 locomotive" (L1-L5) "K" - Kulsary, "T" – Tengiz

The results of the calculated static analysis. Calculations of the stress-strain state of the elements of the structure are performed for the given combinations of loads (design cases) [3, 4].

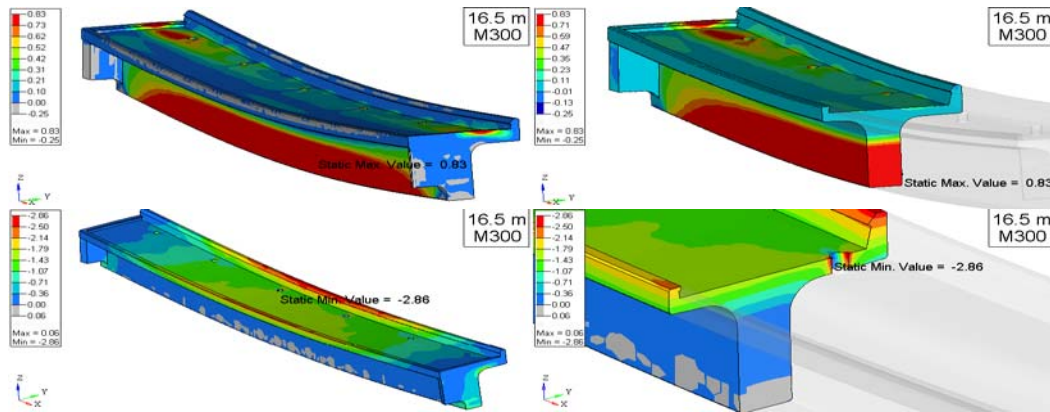
The following settlement cases are considered (12 cases in total), where they are indicated: C – Kulsary; T - Tengiz; PS0-1 - superstructure from the Kulsar; PS1-2 - span of 23.6 m; PS2-3 - superstructure from Tengiz:

- P0. "The tension of the reinforcement blocks 23.6 m + Own weight";
- C1. "P0 + coupling (middle of locomotive over middle of PS0-1)";
- C2. "P0 + coupling (middle of the car over the middle of PS0-1)";
- C3. "P0 + coupling (middle of the car above the support K)";
- C4. "P0 + coupling (middle of coupling over the middle of PS1-2)";
- C5. "P0 + coupling (middle of the coupling over support T)";
- C6. "P0 + coupling (middle of the car over the middle of PS2-3)";
- L1. "P0 + raft (middle of locomotive No. 1 over the middle of PS0-1)";
- L2. "P0 + raft (middle of locomotive No. 2 above bearing K)";
- L3. "P0 + raft (5th axis of the 2nd locomotive over the middle of PS1-2)";
- L4. "P0 + raft (2nd axis of the 3rd locomotive over the middle of PS1-2)";
- L5. "P0 + raft (2nd axis of the 3rd locomotive over the middle of PS2-3)".

The results of the calculations are presented as deformation values at the control points obtained using virtual sensors (compliant core elements with an initial length of 60 mm with linearly elastic properties of steel) installed on the concrete spans of the overpass. Control points are selected on the lower belt in the middle sections of the superstructure of the structure:

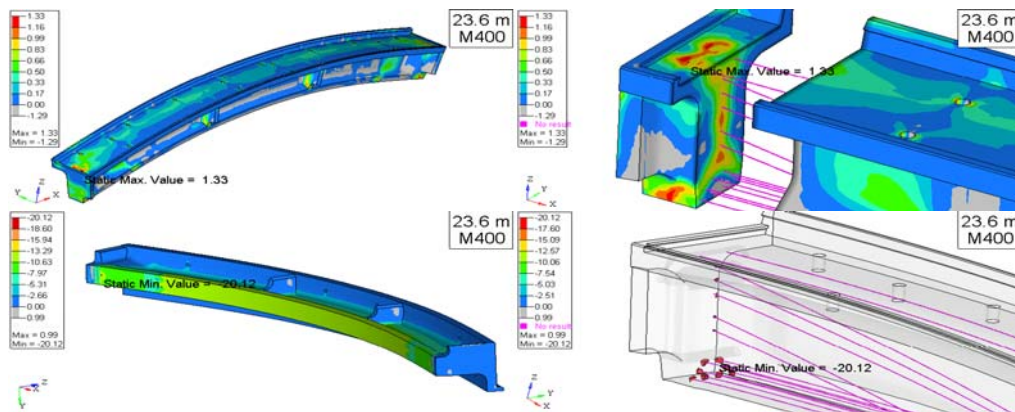
- "dat12" - a sensor in the middle of the superstructure PS0-1;
- "dat34" - a sensor in the middle of the span of the PS1-2;
- "dat56" - a sensor in the middle of the PS2-3 span.

Calculations of structural elements for given loads are presented in the form of stress distributions of concrete blocks of span structures of the overpass for the design case P0 (figures 4, 5) and as the stress values at test points and virtual sensors for all considered design cases (table 1).



main maximum stresses - top, main minimum stresses – bottom

Figure 4 – Calculated case P0. Deformed state and distribution of main stresses (MPa) in concrete of span structures 16.5m



main maximum stresses - top, main minimum stresses - bottom

Figure 5 – Calculated case P0. Deformed state and distribution of main stresses (MPa) in concrete of superstructures 23.6m

Table 1 – The calculated values of the virtual stresses on the concrete spans of the overpass

Settlement case	Stress, MPa			Stresses increment from temporary load, MPa		
	dat 1, 2	dat 3, 4	dat 5, 6	dat 1, 2	dat 3, 4	dat 5, 6
Rebar tension	0,00	-22,87	0,00	–	–	–
Π0	4,50	-17,97	4,50	–	–	–
C1	9,26	-17,97	4,50	4,76	0,00	0,00
C2	8,98	-15,20	4,50	4,48	2,77	0,00
C3	6,29	-14,01	4,50	1,79	3,96	0,00
C4	4,50	-14,08	5,23	0,00	3,89	0,73
C5	4,50	-16,00	9,24	0,00	1,97	4,74
C6	4,50	-17,97	8,96	0,00	0,00	4,46
L1	9,24	-17,97	4,50	4,74	0,00	0,00
L2	9,77	-14,08	4,50	5,27	3,89	0,00
L3	8,02	14,10	9,30	3,52	3,87	4,80
L4	4,50	14,08	9,80	0,00	3,89	5,30
L5	4,50	17,81	9,68	0,00	0,16	5,18

The results of experimentally obtained data. Field tests of a single-track railroad overpass through a highway in the production area were carried out in the spring of 2018 using a tensor metric software and hardware complex (TPAK) [5]. The overpass was built in 188, according to the following scheme: 16.5+23.6+16.5m for 56km of PK 9+50 railway line Kulsary-Tengiz, from prefabricated reinforced concrete structures.

Strain gages (dat 1,2,3,4,5,6) are installed, on each block of flying structures in the middle part (odd on the right blocks, even on the left blocks), the glued strain gauges are also protected from external influences environment for the purpose of further monitoring for 8-10 years.

As an example in figures 6, 7, diagrams of measured fibrous stresses in the stretched zone (lower part of the rib) in the middle of blocks of reinforced concrete span structures of a railroad overpass are given when exposed to temporary loads from the TEM-18 diesel locomotive and the Hopper - Dozator car (static tests table 2).

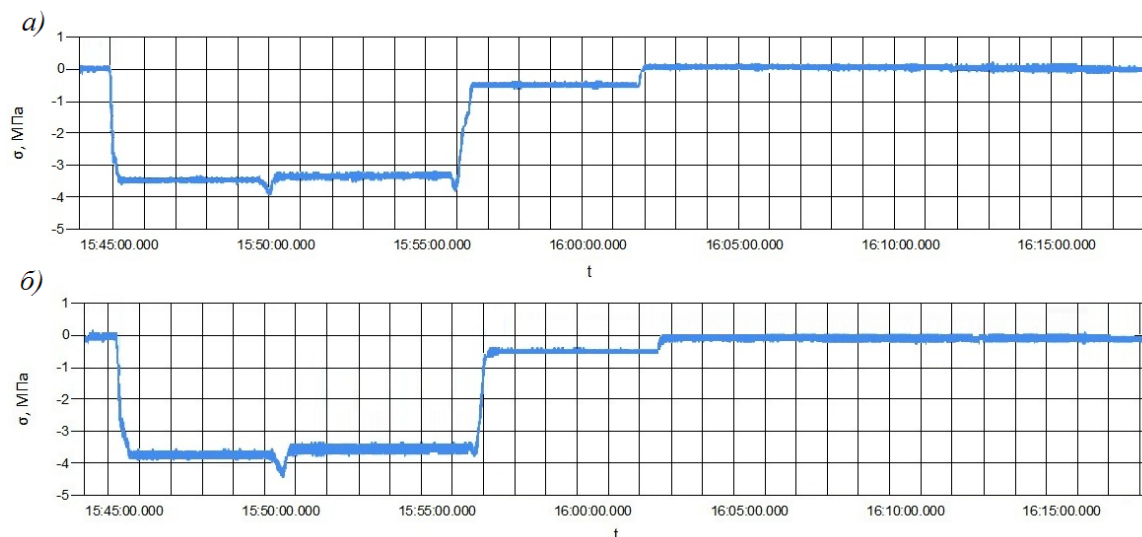


Figure 6 – Fiber stress diagrams of the tension zone PS 0-1 (dat 5, 6, load C1):
a – in the right block; b – in the left block

In [6], a detailed description of the technical part (primary and secondary converters) and software of the used TENZ hardware and software complex is presented. The data obtained by calculation are consistent with the experimental data obtained in [7–14].

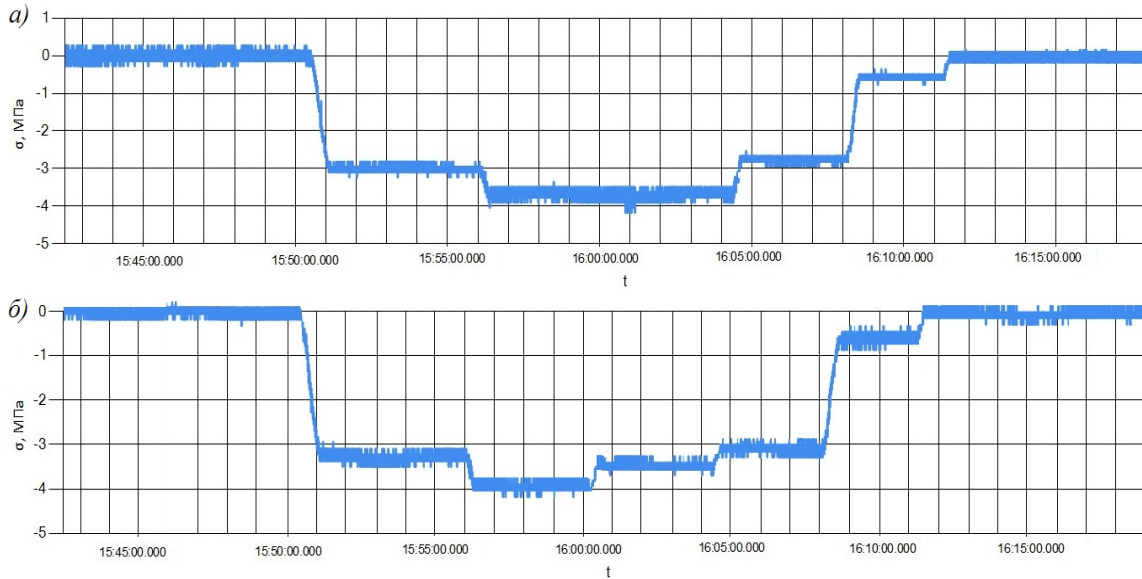


Figure 7 – Fiber stress diagrams of the tension zone PS 1-2 (dat 3, 4, load C4):
 a – in the right block; b – in the left block

Table 2 – Fiber stresses from temporary loads of the coupler and raft (static tests)

Railway overpass 16.5 + 23.6 + 16.5 m for 56 km PK9 + 50						
Layout Scheme temporary load	PS 0-1		PS 1-2		PS 2-3	
	Right block	Left block	Right block	Left block	Right block	Left block
	σ , MPa	σ , MPa	σ , MPa	σ , MPa	σ , MPa	σ , MPa
C1	3,78	3,55	0	0	0	0
C2	2,95	3,02	2,96	3,23	0	0
C3	2,67	2,57	3,65	3,89	0,89	0,82
C4	0	0	3,67	3,53	3,46	3,41
C5	0	0	2,87	3,09	4,20	4,10
C6	0	0	0,67	0,75	2,87	2,71
L1	4,02	3,75	0,02	0,03	0	0
L2	4,97	5,08	3,42	3,71	0,02	0,06
L3	3,15	3,03	3,28	3,48	4,14	4,10
L4	0,12	0,15	3,56	3,49	4,99	4,96
L5	0	0	0,48	0,41	4,86	4,82

Conclusions. From the analysis of the stresses obtained by calculation in the beam-concrete concrete spans of the overpass it follows that to determine the stress-strain state of the spans of the railroad overpass in order to compare with the normalized range, 2 loading options are quite enough as a static load: (locomotive + wagon) and raft (3 locomotives).

The obtained results of stresses in girder reinforced concrete span structures of the overpass can be used in calculations of similar structures for seismic resistance, as well as in dynamic calculations of stability with increasing operational load on railway bridges.

To determine the actual technical condition of structures and the most effective assessment of the reliability of bridge structures and to establish consistency between the design scheme and the actual work of the structures on the trunk lines of Kazakhstan, it is necessary to periodically monitor the stress-strain state of artificial structures under operational loads.

**В. Г. Солоненко¹, Н. М. Махметова¹, В. А. Николаев²,
М. Я. Квашнин¹, С. Е. Бекжанова¹, И. С. Бондарь¹, С. А. Мирзабаев¹**

¹М. Тынышбаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы, Алматы, Қазақстан;

²Омбы мемлекеттік жол қатнасы университеті, Ресей

ЖОЛ ӨТПЕСІНІҢ КЕРНЕУЛІ ДЕФОРМАЦИЯЛЫҚ КҮЙІН АППАРАТ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ КЕШЕНІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП ТАЛДАУ

Аннотация. Жұмыста эксперименталдық және сандық әдістер негізінде темір жол өткелдерінің темір-бетон аралық құрылыстары конструкцияларының элементтерінің нақты салмағы мен уақытша жүктеменің әсері, кернеулі-деформацияланған жай-күйі (КДЖ) зерттелді. КДЖ сандық нәтижелерін талдау негізінде темір жол өткелінің аралық құрылыстары нормаланатын кернеу диапазонымен салыстыру үшін статикалық жүктеме ретінде тиеудің тіркеу және жинақтау 2 нұсқаларын қолдану жеткілікті екендігі дәлелденді.

Конструкциялардың нақты техникалық жай-күйін анықтау мақсатында, көпірлер конструкцияларының сенімділігін тиімді бағалау және Қазақстан магистральды желілеріндегі құрылыстың есептік схемасы мен нақты жұмысының арасындағы сәйкестікті белгілеу мақсатында, пайдалану жүктемелерімен жасанды құрылыстардың КДЖ мерзімді мониторингін жүргізу қажеттігі дәлелденген.

Жұмыста қолданыстағы жылжымалы құрамның жүктемелерінің әсер етуі кезінде темір жол өткелінің кернеулі-деформацияланған күйі туралы көп нұсқалы сандық және эксперименталдық деректер берілген. Осы зерттеулер бұдан ары жасанды құрылыстарды жобалау кезінде және темір жол көпірлері конструкцияларының элементтеріндегі ақауларды анықтау мақсатында, нақты сынақтар жүргізу кезінде алынған деректермен салыстыру үшін пайдаланылуы мүмкін.

Жол өткелінің көтергіш конструкцияларының темір-бетон элементтерінің модельдерінде армирлеуші элементтер мен бетон толтырылуындағы бірлескен жұмысы ескеріледі. Темір бетон блоктарының 16,5 м және 23,6 м аралық құрылымдардағы конструкциясының, сондай-ақ жол өткелінің аралық тіректерінің рамалары мен тумбаларын бетонмен толтырылуы көлемді элементтермен берілген. Аралық тіректердің аралық құрылыстары мен құрылыстарының конструкцияларының арматураланған элементтері (қаңқалар, торлар, бетонның алдын ала кернеуіне арналған сымдар шоғыры) өзекті элементтермен берілуі және олардың бетонды толтырудағы кеңістікте орналасуы ескерілген.

Жол өткелінің темір-бетон аралық құрылыстарындағы есептік жолмен алынған кернеулерді талдаудан, нормаланатын диапазонмен салыстыру мақсатында, темір жол өтпелерінің аралық құрылыстарының КДЖ анықтау үшін статикалық жүктеме ретінде тиеудің 2 нұсқасын қолдану жеткілікті: тіркеу (локомотив + вагон) және жинақтау (3 локомотив).

Жол өткелінің темір-бетон аралық құрылыстарындағы кернеулердің алынған нәтижелерін сейсмикалық төзімділікке ұқсас құрылыстардың есептерінде, сондай-ақ темір жол көпірлеріне пайдалану жүктемесін арттыру кезінде орнықтылықтың динамикалық есептерінде пайдалануға болады.

Конструкциялардың нақты техникалық жай-күйін анықтау және көпірлер конструкцияларының сенімділігін неғұрлым тиімді бағалау және құрылыстың есептік схемасы мен нақты жұмысының арасындағы сәйкестікті белгілеу үшін Қазақстанның магистральдык желілерінде пайдалану жүктемелерімен жасанды құрылыстардың КДЖ-ның мерзімді мониторингін жүзеге асыру қажет.

Түйін сөздер: темір жол өтпесі, арқалықты аралық құрылым, кернеулі-деформациялық күй, уақытша жүктеме, меншікті салмақ, орнықтылық, сейсмикалық тұрақтылық.

**В. Г. Солоненко¹, Н. М. Махметова¹, В. А. Николаев²,
М. Я. Квашнин¹, С. Е. Бекжанова¹, И. С. Бондарь¹, С. А. Мирзабаев¹**

¹Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, Алматы, Казахстан;

²Омский государственный университет путей сообщения, Россия

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПУТЕПРОВОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Аннотация. В работе изучено напряженно-деформированное состояние (НДС) в элементах конструкций железобетонных пролетных строений железнодорожных путепроводов под действием собственного веса и временной нагрузки на основе экспериментальных и численных методов. На основе анализа численных

результатов НДС пролетных строений железнодорожного путепровода доказано, что для сравнительной оценки с нормируемым диапазоном напряжений в качестве статической нагрузки достаточно применение 2-х вариантов загрузки: сцепка и сплотка.

Доказана необходимость проведения периодического мониторинга НДС искусственных сооружений под эксплуатационными нагрузками в целях определения фактического технического состояния конструкций, эффективной оценки надежности конструкций мостов и установления соответствия между расчетной схемой и действительной работой сооружений, на магистральных линиях Казахстана.

В работе представлены многовариантные численные и экспериментальные данные о напряженно-деформированном состоянии железнодорожного путепровода при воздействии нагрузок от эксплуатируемого подвижного состава. *Данные исследования в дальнейшем могут быть использованы при проектировании искусственных сооружений и для сравнения с данными, полученными при проведении натурных испытаний с целью выявления дефектов в элементах конструкций железнодорожных мостов.*

Модели железобетонных элементов несущих конструкций путепровода учитывают совместную работу армирующих элементов и бетонного заполнения. Бетонное заполнение конструкций железобетонных блоков пролетных строений 16,5 м и 23,6 м, а также рам и тумб промежуточных опор путепровода заданы объемными элементами. Армирующие элементы конструкций (каркасы, сетки, пучки проволок для предварительного напряжения бетона) пролетных строений и строений промежуточных опор заданы стержневыми элементами и учитывают их пространственное расположение в бетонном заполнении.

Из анализа полученных расчетным путем напряжений в балочных железобетонных пролетных строениях путепровода следует, что для определения НДС пролетных строений железнодорожного путепровода с целью сравнения с нормируемым диапазоном, в качестве статической нагрузки вполне достаточно применение 2-х вариантов загрузки: сцепка (локомотив + вагон) и сплотка (3 локомотива).

Полученные результаты напряжений в балочных железобетонных пролетных строениях путепровода, можно использовать в расчетах подобных сооружений на сейсмостойкость, а также в динамических расчетах устойчивости при увеличении эксплуатационной нагрузки на железнодорожные мосты.

Для определения фактического технического состояния конструкций и наиболее эффективной оценки надежности конструкций мостов и установления соответствия между расчетной схемой и действительной работой сооружений на магистральных линиях Казахстана необходимо осуществлять периодический мониторинг НДС искусственных сооружений под эксплуатационными нагрузками.

Ключевые слова: путепровод железнодорожный, балочные пролетные строения, напряженно-деформированное состояние, временная нагрузка, собственный вес, устойчивость, сейсмостойкость.

Information about the authors:

Solonenko Vladimir Gelievich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev, Almaty, Kazakhstan; v.solonenko@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6503-6598>

Makhmetova Narzankul Musayevna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev, Almaty, Kazakhstan; makhmetova_n1958@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7324-5832>

Nikolaev Viktor Aleksandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Omsk State Transport University, Russia; NikolaevVA@omgups.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0850-1796>

Kvashnin Mikhail Yakovlevich, Candidate of Technical Sciences, Professor, Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev, Almaty, Kazakhstan; kvashnin_mj55@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3969-9299>

Bekzhanova Saule Ertayevna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev, Almaty, Kazakhstan; s.bekzhanova@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6272-9567>

Bondar Ivan Sergeevich, Senior lecturer, Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev, Almaty, Kazakhstan; ivan_sergeevich_08@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7376-5643>

Mirzabaev Serzhan Abilkhanovich, doctoral student, Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev, Almaty, Kazakhstan; serjan91_2705@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8078-310X>

REFERENCES

- [1] SP 35.13330.2011 Mosty i truby, Aktualizirovannaya redaktsiya SNIp 2.05.03-84*, Moskva, 2011.
- [2] SNIp 3.06.07-86 Mosty i truby. Pravila obsledovaniy i ispytaniy. M., 1987.
- [3] Tekhnicheskiiy otchet. Obsledovaniye i ispytaniye zheleznodorozhnogo puteprovoda po skheme 16,5+23,6+16,5m cherez avtomobil'nyuyu dorogu II kategorii na km 56 PK9+50 zheleznodorozhnoy linii Kul'sary-Tengiz. Almaty: AO «KazATK im. M. Tynyshpayeva», 2018. 126 p.
- [4] Vasil'yev A.I. Veroyatnostnaya otsenka ostatochnogo resursa fizicheskogo sroka sluzhby zhelezobetonnykh mostov // Trudy TSNIIS. Vyp. No 208. M.: TSNIIS, 2002. P. 101-120.
- [5] Kvashnin M.Ya., Khasenov S.S., Bondar' I.S. Deformatsii balochnykh proletrykh stroyeniyy mostov // Sbornik nauchnykh trudov VI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Avtomobil'nyye dorogi i transportnaya tekhnika: problemy i perspektivy razvitiya» posvyashchennoy 15-tiletiyu KazADI im. L. B. Gancharova. Almaty, 2017. P. 43-51.
- [6] Bondar' I.S. Izmereniye deformatsiy balochnykh proletrykh stroyeniyy mostov // Mir transporta. 2016. N 6(67). P. 36-51.
- [7] Kvashnin M.YA., Burombayev S.A., Bondar' I.S., Zhangabylova A.M. Vliyaniye vibrodinamicheskogo vozdeystviya lokomotivov s vysokimi osevyimi nagruzkami na zh.d. put' i balochnyye zh.b. proletryye stroyeniya mostov // Trudy KHII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Sovremennyye problemy proyektirovaniya, stroitel'stva i ekspluatatsii zheleznodorozhnogo puti». Chteniya, posvyashchennyye pamyati professora G. M. Shakhunyantsa. M: MGUPS (MIIT), 2015. P. 163-166.
- [8] Kvashnin M.Ya., Bondar' I.S., Rystygulov P.A., Kystaubayev S.B. Eksperimental'nyye issledovaniya konstruktsiy zheleznodorozhnykh mostov, usilivayemykh kompozitnym materialom // Trudy Shestnadtsatoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Bezopasnost' dvizheniya poyezdov». M.: MGUPS (MIIT), 2015. P. 43-47.
- [9] Burombayev S.A., Kvashnin M.Ya. Diagnostika i monitoring iskusstvennykh sooruzheniy magistral'nykh liniy AO «NK «K, TZH» // Vestnik KazATK. 2016. N 3(98). P. 38-57.
- [10] Bondar' I.S. Vliyaniye podvizhnoy nagruzki na deformatsii proletrnogo stroyeniya zheleznodorozhnogo mosta // Sbornik trudov s Mezhdunarodnym uchastiyem. Vypusk 7 – «Inzhenernyye sooruzheniya na transporte». M.: MGUPS (MIIT), 2016. P. 64-67.
- [11] Kvashnin M.Ya., Bondar' I.S., Zhangabylova A.M. Monitoring vozdeystviya podvizhnogo sostava na balochnyye proletryye stroyeniya zheleznodorozhnykh mostov // Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Transportnaya nauka i innovatsii», posvyashchennoy poslaniyu Prezidenta RK N. A. Nazarbayeva «Nyryly zhol – put' v budushcheye». Almaty: KazATK, 2015. P. 275-279.
- [12] Makhmetova N.M., Solonenko V.G., Bekzhanova S.E. The calculation of free oscillations of an anisotropic three-dimensional array of underground structures // News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2017. Vol. 2, N 422. P. 175-184.
- [13] Solonenko V.G., Makhmetova N.M., Bekzhanova S.E., Kvashnin M.Ya. Determination of rail voltages after impact of mobile composition // News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2017. Vol. 5, N 425. P. 262-269.
- [14] Solonenko V.G., Makhmetova N.M., Musayev J.S., Bekzhanova S.E., Kvashnin M.Ya. The method of limiting speed when passing turnouts of railway vehicles with bogies of model zk1 // News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2019. Vol. 1, N 433. P. 151-162 (in Eng.). <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.19>

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print)

<http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/>

Редакторы *Д. С. Аленов, М. С. Ахметова, Т. А. Апендиев*
Верстка *Д. А. Абдрахимовой*

Подписано в печать 05.02.2020.
Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
12,5 п.л. Тираж 300. Заказ 1.