

ENGINEER



international scientific journal

SPECIAL ISSUE

E-ISSN

3030-3893

ISSN

3060-5172



SLIB.UZ
Scientific library of Uzbekistan



A bridge between science and innovation



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



ENGINEER

A bridge between science and innovation

E-ISSN: 3030-3893

ISSN: 3060-5172

SPECIAL ISSUE

27-june, 2026



engineer.tstu.uz

**TEXNIKA FANLARI DOKTORI, PROFESSOR
MIRAXMEDOV MAXAMADJON MIRAXMEDOVICH
TAVALLUDINING 80 YILLIGIGA BAG'ISHLANGAN
“SAMARALI QURILISH MATERIALLARI, KONSTRUKSIYALARI VA
TEKNOLOGIYALARI”
MAVZUSIDAGI XALQARO ILMIY-AMALIY KONFERENSIYASI
ILMIY ISHLARI TO'PLAMI**

Toshkent davlat transport universiteti RAASN akademigi, O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan yoshlar murabbiyi, texnika fanlari doktori, professor Miraxmedov Maxamadjon Miraxmedovich tavalludining 80 yilligiga bag'ishlangan, ilmiy ishlar to'plami nashr etilishi ko'zda tutilgan «Samarali qurilish materiallari, konstruksiyalari va texnologiyalari» mavzusidagi Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyani o'tkazishni rejalashtirmoqda.

M.M. Miraxmedov kompozitsion qurilish materiallarining polistruktura nazariyasini rivojlantirishga salmoqli hissa qo'shgan. Uning qurilish materialshunosligi sohasidagi ilmiy hissasi e'tirofi sifatida 1995-yilda Rossiya arxitektura va qurilish fanlari akademiyasining (RAASN) xorijiy a'zosi etib saylangan. M.M. Miraxmedov 6 ta monografiya, 200 dan ortiq ilmiy maqolalar va 25 ta ixtiroga mualliflik guvohnomalari muallifidir.

Ushbu konferensiyaning asosiy maqsadi - qurilish materialshunosligi, bino va inshootlarni loyihalash va qurilish sohasidagi ilmiy tadqiqotlar natijalarini, shuningdek, muhandislik ta'limini takomillashtirish yo'llarini muhokama qilishdan iborat.

Konferensiya ishida ishtirok etish uchun oliy o'quv yurtlari va ilmiy tadqiqot institutlari olimlari, O'zbekiston Respublikasi va xorijiy davlatlarning ishlab chiqarish vakillari, ilmiy tadqiqotlarda salmoqli natijalarga ega bo'lgan mutaxassislar taklif etiladi.

“Samarali qurilish materiallari, konstruksiyalari va texnologiyalari” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyaning asosiy yo'nalishlari quyidagilardan iborat:

1. Resurs va energiya tejovchi qurilish materiallari va texnologiyalari.
2. Atrof-muhitning transport infratuzilmasiga ta'siri va uni himoya qilish usullari.
3. Bino va inshootlarning qurilish konstruksiyalari: hisoblash va loyihalashning zamonaviy usullari.
4. Arxitektura, shaharsozlik va shahar muhitini rivojlantirish.
5. Qurilishni tashkil etishning innovatsion usullari va qurilish jarayonlari texnologiyalari.
6. Transport obyektlarini loyihalash va qurishda raqamli texnologiyalar hamda sun'iy intellekt.
7. Temir yo'l transporti infratuzilmasi obyektlarini loyihalash, qurish va ekspluatatsiya qilish.
8. Zamonaviy muhandislik ta'limi tizimini takomillashtirish.

Mazkur konferensiya ilmiy hamjamiyatning turli vakillarini bir joyga jamlab, qurilish materialshunosligi sohasidagi zamonaviy muammolar va istiqbollarni muhokama qilish uchun qulay platforma vazifasini bajardi.

Assessment of the Operational Reliability of Railway Water Pipelines in Seismically Active Areas

S.T. Djabbarov¹, E.B. Abdualiev¹

¹Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: In this study, the stress-strain state of the railway subgrade and the water pipeline system under seismic and operational loads was assessed based on digital modeling. Calculations were performed using the finite element method based on a three-dimensional model. The research results revealed that soil moisture, embankment height, and pipe wall thickness significantly affect the deformation and reliability of the structure. An increase in soil moisture leads to a decrease in the deformation modulus and an increase in the amount of settlement. Decreasing the pipe wall thickness reduces the rigidity of the structure and does not ensure seismic safety. It has been substantiated that digital modeling methods are an effective tool for assessing the stability of railway infrastructure and developing optimal engineering solutions.

Keywords: Seismic safety, railway track, culvert, digital modeling, finite element method, sustainable engineering, operational reliability

Seysmik Faol Hududlardagi Temir Yo‘l Suv O‘tkazuvchi Quvurlarining Eksploatatsion Ishonchligini Baholash

Djabbarov S. T.¹, Abdualiyev E.B.¹

¹Toshkent davlat transport universiteti, Tashkent, O‘zbekiston

Annotatsiya: Mazkur tadqiqotda temir yo‘l yer polotnosi va suv o‘tkazuvchi quvurlar tizimining seysmik va eksploatatsion yuklamalar ta‘siridagi kuchlanish-deformatsiya holati raqamli modellashtirish asosida baholandi. Hisoblashlar chekli elementlar usuli yordamida uch o‘lchamli model asosida amalga oshirildi. Tadqiqot natijalari grunt namligi, ko‘tarma balandligi va quvur devori qalinligi konstruksiyaning deformatsiyasi va ishonchligiga sezilarli ta‘sir ko‘rsatishini aniqladi. Grunt namligining ortishi deformatsiya modulining kamayishiga va cho‘kish miqdorining oshishiga olib keladi. Quvur devori qalinligining kamayishi konstruksiyaning bikirligini kamaytirib, seysmik xavfsizlikni ta‘minlamaydi. Raqamli modellashtirish usullari temir yo‘l infratuzilmasining barqarorligini baholash va optimal muhandislik yechimlarini ishlab chiqishda samarali vosita ekanligi asoslandi.

Kalit so‘zlar: Seysmik xavfsizlik, temir yo‘l yer polotnosi, suv o‘tkazuvchi quvur, raqamli modellashtirish, chekli elementlar usuli, barqaror muhandislik, eksploatatsion ishonchlik

1. KIRISH

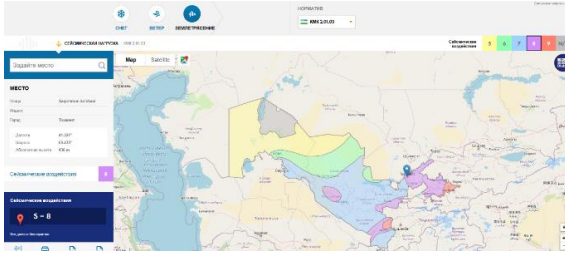
Zamonaviy temir yo‘l infratuzilmasini loyihalashda seysmik xavfsizlikni ta‘minlash, qurilish jarayonlarini raqamlashtirish va barqaror muhandislik yechimlarini qo‘llash muhim ahamiyatga ega. Temir yo‘l yer polotnosi ostida joylashgan suv o‘tkazuvchi quvurlar konstruksiyaning muhim elementlaridan biri bo‘lib, ularning deformatsiyasi temir yo‘l izining umumiy ishonchligiga bevosita ta‘sir qiladi.

Seysmik faol hududlarda gruntning fizik-mexanik xossalari, namlik darajasi va konstruktiv parametrlarning o‘zgarishi konstruksiyaning kuchlanish va deformatsiya holatini sezilarli darajada o‘zgartiradi. Shu sababli, zamonaviy raqamli modellashtirish usullaridan foydalanish

konstruksiyaning real holatini aniq baholash imkonini beradi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi temir yo‘l yer polotnosi va suv o‘tkazuvchi quvurlar tizimining deformatsiyasi va ishonchligini raqamli modellashtirish asosida baholashdan iborat. Tadqiqot uchastkasi sifatida 8 ballik seysmik xududda[1] joylashgan Toshkent viloyatidagi temir yo‘l linyasi qabul qilingan (1-rasm).





1-rasm. O'zbekiston Respublikasining seysmik rayonlashtirish xaritasi

Tadqiqot yo'nalishi geotexnika, seysmik muhandislik va raqamli modellashtirish texnologiyalari (FEM, BIM) kesishmasida rivojlanib kelmoqda. Jahon va mahalliy ilmiy maktablarda grunt-inshoot o'zaro ta'siri (Soil-Structure Interaction, SSI) hamda temir yo'l inshootlarining seysmik barqarorligini baholash masalalari keng o'rganilgan.

Jahon miqyosida Z.G. Ter-Martirosyan [2] va D.A. Karpenko [3] gruntlarning dinamik xususiyatlari hamda zilzila sharoitida yer polotnosining kuchlanish-deformatsiya holatini chekli elementlar usuli (FEM) asosida modellashtirish bo'yicha fundamental nazariy asoslarni ishlab chiqqanlar. Ularning ishlari dinamik hisoblash algoritmlarini takomillashtirish va noxatolik zonalarini aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Yaponiya olimi K. Ishihara [4] gruntlarning suyuqlanish (liquefaction) hodisasini chuqur o'rganib, uning transport inshootlari, xususan temir yo'l poydevorlariga ta'sir mexanizmlarini aniqlagan. Uning tajriba va empirik modellari zilzila paytida ballast va lyoss gruntlarining mustahkamlik yo'qotish sharoitlarini baholashda keng qo'llaniladi.

N. Kyriazis va G. Gazetas [5] tomonidan yer osti inshootlari, jumladan quvurlar va grunt massivining seysmik to'lqinlar ostidagi kinematik o'zaro ta'siri o'rganilgan. Ular tomonidan taklif etilgan analitik va yarim empirik modellar quvurlarning deformatsiyalanish chegaralarini aniqlash hamda stress kontsentratsiyasini baholashda samarali hisoblanadi.

Temir yo'l izi oralig'i 1520 mm bo'lgan mamlakatlarida temir yo'l yo'nalishida raqamli modellashtirish bo'yicha kuchli ilmiy maktab shakllangan. E.S. Ashpiz [6] temir yo'l yer polotnosining ishonchligini baholash va diagnostika qilish bo'yicha kompleks metodikani ishlab chiqib, raqamli modellarning natijalarini real monitoring ma'lumotlari bilan integratsiyalash tamoyillarini taklif etgan. V.V. Vinogradov [7] esa seysmik hududlarda temir yo'l inshootlarining barqarorligini hisoblash usullarini takomillashtirib, dinamik koeffitsientlarni aniqlash va xavfsizlik zaxirasini baholash metodikasini rivojlantirgan.

O'zbekiston sharoitida, hududning yuqori seysmik faolligi sababli, ushbu masala dolzarb ahamiyatga ega. Akademik T.R. Rashidov [8] tomonidan yer osti inshootlari, ayniqsa quvurlarning seysmodinamikasi bo'yicha ilmiy maktab yaratilgan bo'lib, uning nazariy ishlanmalari zilzila sharoitida quvurlar chidamliligini baholashda metodologik asos vazifasini bajaradi. G.H. Xodjayev [9] temir yo'l yer polotnosining dinamik yuklamalar ostidagi barqarorligi va lyoss gruntlarining fizik-mexanik xususiyatlarini tadqiq qilgan. Sh.M. G'ulomov [10] va boshqa tadqiqotchilar esa raqamli texnologiyalarni joriy etish, shuningdek, TDTU olimlari suv o'tkazuvchi quvurlarning ishonchlik ko'rsatkichlarini matematik modellashtirish orqali baholash yo'nalishida ilmiy ishlar olib bormoqdalar [11,12]. Umuman olganda, mavjud adabiyotlar grunt va inshootlarning alohida yoki integratsiyalashgan holda seysmik tahlilini yoritadi. Biroq temir yo'l ko'tarmasi, ballast qatlami va suv o'tkazuvchi quvurlarning yagona uch o'lchamli dinamik FEM modeli asosida kompleks baholanishi yetarli darajada tizimlashtirilmagan. Mazkur tadqiqot aynan shu bo'shliqni to'ldirishga qaratilgan bo'lib, temir yo'l izi konstruksiyasining ekspluatatsion ishonchligini seysmik sharoitda raqamli modellashtirish orqali baholashni maqsad qiladi.

2. TADQIQOT USULI

Hisoblash modeli. Hisoblash chekli elementlar usuli asosida quyidagi tenglama yordamida amalga oshirildi:

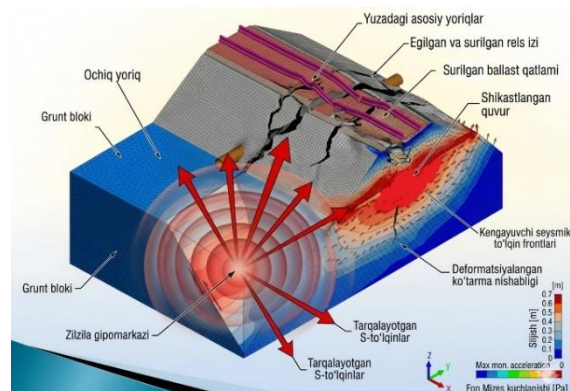
$$[K]\{u\}=\{F\}$$

bu yerda: $[K]$ -konstruksiyaning bikirlik matritsasi;

$\{u\}$ - tugun siljishlari vektori;

$\{F\}$ - yuklanishlar vektori.

Uch o'lchamli model tetraedrik chekli elementlar asosida qurildi. Modelda grunt asosi, ballast qatlami, yer polotnosi va temir-beton quvur va seysmik holat hisobga olindi (2-rasm).



2-rasm. Hisobiy model



Hisoblash parametrlari. Hisoblashda quyidagi parametrlar qabul qilindi:

- ko'tarma balandligi: 2–6 m;
- o'qiy yuklama: 25,5 t/o'q;
- grunt namligi: 18% va 28%;
- quvur devori qalinligi: 0,07–0,10 m;
- grunt deformatsiya moduli: 38–110 MPa.

Grunt materiali Mor-Kulon modeli asosida, quvur materiali esa elastik model asosida modellashtirildi [13].

Natijalar. Grunt namligining ta'siri grunt namligi oshganda deformatsiya moduli sezilarli darajada kamayishini ko'rsatdi. Natijada yer polotnosi va quvur deformatsiyasi ortdi. Maksimal cho'kish qiymati yuqori namlik sharoitida ikki baravargacha ortdi. Suv o'tkazuvchi quvur devori qalinligi $t = 0,10$ m bo'lganda (8 ball seysmikani hisobga olgan holda) 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Suv o'tkazuvchi quvur devorining qalinligi $t = 0,10$ m bo'lganda yer polotnosining cho'kish qiymatlari

| Tr/r | Ko'tarma balandligi (H), m | Namlik (W), % | Bosim (q), MPa | Bosim (qsb), MPa | Cho'kish (δ), mm | Cho'kish (δ_{sb}), mm | Ishonchlik (R), % | Ishonchlik (Rsb), % |
|------|----------------------------|---------------|----------------|------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------|---------------------|
| 1 | 2 | 18 | 18 | 18,90 | 9,9 | 10,40 | 97 | 92,2 |
| 2 | 2 | 28 | 30 | 31,50 | 22,8 | 23,94 | 84 | 79,8 |
| 3 | 3 | 18 | 19 | 19,95 | 10,4 | 10,92 | 96 | 91,2 |
| 4 | 3 | 28 | 31 | 32,55 | 24,3 | 25,52 | 83 | 78,9 |
| 5 | 4 | 18 | 20 | 21,00 | 10,9 | 11,45 | 95 | 90,3 |
| 6 | 4 | 28 | 32 | 33,60 | 25,4 | 26,67 | 82 | 77,9 |
| 7 | 5 | 18 | 20 | 21,00 | 11,5 | 12,08 | 94 | 89,3 |
| 8 | 5 | 28 | 33 | 34,65 | 27,3 | 28,67 | 81 | 77,0 |
| 9 | 6 | 18 | 21 | 22,05 | 12,1 | 12,71 | 93 | 88,4 |
| 10 | 6 | 28 | 34 | 35,70 | 28,7 | 30,14 | 80 | 76,0 |

Suv o'tkazuvchi quvur devori qalinligi $t = 0,07$ m bo'lganda (8 ball seysmikani hisobga olgan holda)

natijalar ($t = 0,07$ m, 8 ball, $k_s=0,05$) 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

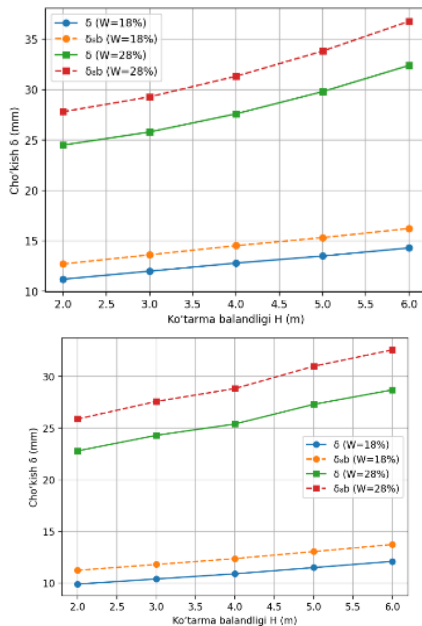
Suv o'tkazuvchi quvur devorining qalinligi $t = 0,07$ m bo'lganda yer polotnosining cho'kish qiymatlari

| Tr/r | Ko'tarma balandligi (H), m | Namlik (W), % | Bosim (q), MPa | Bosim (qsb), MPa | Cho'kish (δ), mm | Cho'kish (δ_{sb}), mm | Ishonchlik (R), % | Ishonchlik (Rsb), % |
|------|----------------------------|---------------|----------------|------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------|---------------------|
| 1 | 2 | 18 | 18 | 18,90 | 11,2 | 11,76 | 94 | 89,3 |
| 2 | 2 | 28 | 30 | 31,50 | 24,5 | 25,73 | 79 | 75,1 |
| 3 | 3 | 18 | 19 | 19,95 | 12,0 | 12,60 | 93 | 88,4 |
| 4 | 3 | 28 | 31 | 32,55 | 25,8 | 27,09 | 77 | 73,2 |
| 5 | 4 | 18 | 20 | 21,00 | 12,8 | 13,44 | 91 | 86,5 |
| 6 | 4 | 28 | 32 | 33,60 | 27,6 | 28,98 | 76 | 72,2 |
| 7 | 5 | 18 | 20 | 21,00 | 13,5 | 14,18 | 90 | 85,5 |
| 8 | 5 | 28 | 33 | 34,65 | 29,8 | 31,29 | 74 | 70,3 |
| 9 | 6 | 18 | 21 | 22,05 | 14,3 | 15,02 | 88 | 83,6 |
| 10 | 6 | 28 | 34 | 35,70 | 32,4 | 34,02 | 72 | 68,4 |

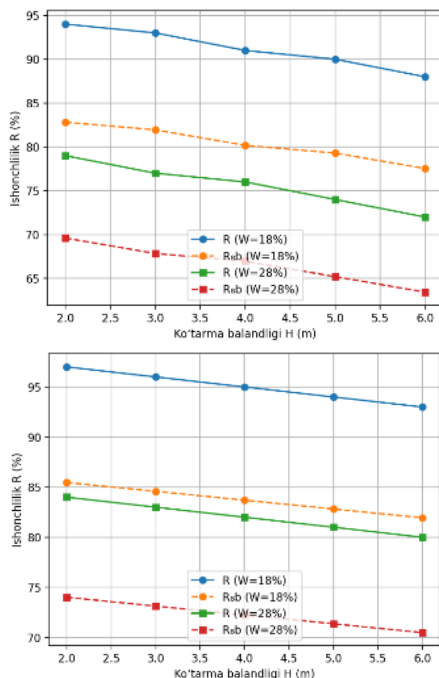


Quvur devori qalinligini 0,10 m dan 0,07 m gachakamayish natijasida:

- cho‘kish miqdori 12–14% ga ortdi;
- konstruktsiya bikirligi kamaydi;
- ishonchlilik koeffitsiyenti kamaydi.



2-rasm. Suv o‘tkazuvchi chegarasida quvur devori qalinligini 0,07 va 0,10m oraliqda 8 ballik sesysmikani inobatga olgan holda temir yo‘l izining cho‘kishi



3-rasm. Suv o‘tkazuvchi chegarasida quvur devori qalinligini 0,07 va 0,10m oraliqda 8 ballik sesysmikani inobatga olgan holda temir yo‘l izining ishonchliyligi

Ko‘tarma balandligining ta’siri. Ko‘tarma balandligi oshishi bilan kuchlanish va deformatsiya qiymatlari ortdi. Eng katta deformatsiya 6 m balandlikda kuzatildi. Maksimal kuchlanish qiymati 10 MPa gacha yetdi.

Muhokama. Natijalar grunt namligi konstruktsiya deformatsiyasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini ko‘rsatdi. Namlik ortishi grunt bikirligini kamaytiradi va cho‘kishni oshiradi. Quvur devori qalinligini kamayishi konstruktsiyaning seysmik xavfsizligini kamayadi va deformatsiya ortadi. Raqamli modellashtirish usullari konstruktsiyaning real holatini baholash va optimal loyihaviy yechimlarni ishlab chiqish imkonini beradi.

3. XULOSA

O‘tkazilgan tadqiqot natijalari quyidagicha xulosalar qilish imkonini berdi:

- grunt namligi konstruktsiya ishonchliligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi;
 - quvur devori qalinligini kamayishi konstruktsiya ishonchliligini kamaytirdi;
 - ko‘tarma balandligi deformatsiya va kuchlanishga bevosita ta’sir qiladi;
 - raqamli modellashtirish seysmik xavfsizlikni ta’minlashda samarali vosita hisoblanadi.
- Raqamli modellashtirish usullarini qo‘llash temir yo‘l infratuzilmasining barqarorligini oshirish va seysmik xavfsizlikni ta’minlash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR / REFERENCES

- [1] ШНК 2.01.20-16. Сейсмик хуудларда транспорт иншоотларини қуриш. https://mc.uz/uploads/mcuz_262886446214.pdf
- [2] Тер-Мартirosян А.З., Тихонюк И.А. Обзор численных методов расчета осадок поверхности грунта при щитовой проходке // Construction and Geotechnics. 2025. Т. 16. № 1. С. 47–81. DOI: 10.15593/2224-9826/2025.1.04.
- [3] Карпенко Д.А. О возможности использования существующих программных комплексов для численного моделирования работы машин и механизмов в лесных грунтах буронабивная свая с расширением в лессовых грунтах, проседающих под действием собственного веса // Науково-технічний збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». Вінниця: Вінницький національний технічний університет, 2008. Том 5. № 1. С. 74–78.
- [4] Ishihara K. Soil Behaviour in Earthquake Geotechnics. Oxford University Press, 1996.
- [5] Kyriazis N., Gazetas G. Seismic Design of Underground Structures and Pipelines // Geotechnique. 2012.



[6] Ашпиз Е.С. Мониторинг земляного полотна при эксплуатации железных дорог. М.: Путь-Пресс, 2002. 112 с.

[7] Виноградов В.В., Локтев А.А., Фазилова З.Т. Математическое моделирование участков переменной жёсткости перед искусственными сооружениями // Мир транспорта. 2018. Т. 16. № 3. С. 72–85.

[8] Рашидов Т.Р., Нишонов Н.А. Колебания подземных полимерных трубопроводов Г-образной конфигурации при сейсмическом воздействии // Современные вопросы устойчивости, пластичности и ползучести в механике деформируемого твердого тела. 2020. С. 75–85.

[9] Ходжаев Г.Х. Динамическая устойчивость железнодорожного земляного полотна и механика лёссовых грунтов. Транспорт, 2010.

[10] G‘ulomov Sh.M. Seysmik Hududlarda Temir Yo‘l Yer Polotnosi Va Sun‘iy Inshootlarning Ishonchliligini Oshirish. Toshkent, 2018.

[11] Djabbarov S.T. The Impact on People and Facilities of Air Flow Caused by High-Speed Train Traffic // Procedia Engineering. Vol. 189. P. 554–559.

[12] Djabbarov S.T. Prospects for Raising Passenger Train Speed on the Reconstructed Section

of the Uzbekistan Railways // Transport Problems. 2016. DOI: 10.20858/tp.2016.11.4.10.

[13] Djabbarov S.T., Abdualiyev E.B. Subsidence of the Railway Track Embankment at the Boundaries of Water Pipelines // Transport Inshootlari: Zamonaviy Texnologiyalar, Seysmik Barqarorlik. <https://engineer.tstu.uz/index.php/engineer-tstu/article/view/278/255>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS/ MUALLIFLAR TO‘G‘RISIDA MA‘LUMOT

| | |
|--|--|
| Djabbarov Saidburxon To‘laganovich / Saidburkhon Djabbarov Tulaganovich | Toshkent davlat transport universiteti, Texnika fanlari doktori, professor saidhon_inbox.ru Tel: +998901852934 |
| Abdualiyev Elyorbek Begali o‘g‘li / Elyorbek Abdualiev Begali ugli | Toshkent davlat transport universiteti E-mail: elyorekaeb@mail.ru Tel: +998998379118 |



| | |
|--|------------|
| A. Mamadaliev, S. Jabbarova <i>Analysis of Modern Research on the Impact of Desert Winds and Sand Processes on Railway Tracks.....</i> | 60 |
| Z. Kakharov, I. Purtseladze <i>Improving Saline Soils with a Fiberglass Reinforcing Layer.....</i> | 68 |
| K. Lesov, A. Uralov <i>Assessment of the Effect of Geomats on Reducing the Intensity of Deflation of Sandy Soils on Railway Embankment Slopes.....</i> | 72 |
| K. Lesov, M. Kenjaliev, A. Mavlanov <i>A Technical and Engineering Analysis of the Parameters for Protective Forest Plantations Along Railways in Areas with Shifting Sands.....</i> | 78 |
| A. Uralov, D. Kenjalieva <i>Assessment of Erosion Reduction on Railway Slopes Using Geomats.....</i> | 85 |
| M. Muzaffarova <i>Predicting Railway Sand Drifts Using Meteorological Data.....</i> | 90 |
| Z. Fazilova <i>Application of Composite Sleepers on Railway Bridge Approaches.....</i> | 94 |
| S. Djabbarov, E. Abdualiev <i>Assessment of the Operational Reliability of Railway Water Pipelines in Seismically Active Areas.....</i> | 99 |
| S. Salikhanov <i>Modern Principles of Sustainable Bridge Design.....</i> | 104 |
| S. Salikhanov, J. Zokirov <i>Methodological Framework for Assessing Durability and Reliability of Reinforced Concrete Bridge Structures.....</i> | 108 |
| M. Miralimov, Kh. Urazov, Z. Rakhimjonov, K. Juraev <i>Methods for Calculating Retaining Walls Composed of Modern Prefabricated Elements and Their Stability Conditions.....</i> | 113 |
| G. Malikov <i>Analysis of the Strength Characteristics and Micro-Crack Formation Boundaries of Ceramic Concrete During Compression.....</i> | 119 |

