

# 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](http://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 hissi 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.

## Resource-Efficient Designs and Organizational-Technological Solutions for Reinforcing the Subgrade in Sandy Soils

K.S. Lesov<sup>1</sup><sup>a</sup>, Sh.A. Tadjibaev<sup>1</sup><sup>b</sup>

<sup>1</sup>Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract:** This article examines current issues in enhancing the stability and load-bearing capacity of the subgrade for transport structures built in the complex engineering and geological conditions of sandy soils. It also analyzes the main deformation factors inherent to desert regions, including wind erosion and low soil cohesion. The paper proposes a set of resource-saving structural elements and organizational-technological solutions based on the use of modern geosynthetic materials and methods for stabilizing local barchan sands. These proposed technologies make it possible to significantly reduce transportation costs for imported soils and to minimize environmental damage. The practical significance of this work lies in the development of effective process flow diagrams that ensure the durability of the subgrade while optimizing material and technical expenditures.

**Keywords:** Earthwork, sandy soils, resource conservation, structural solutions, soil stabilization, volumetric geogrid, geotextile, arid zone

## Ресурсосберегающие Конструкции и Организационно-Технологические Решения Усиления Земляного Полотна в Песчаных Грунтах

К.С. Лесов<sup>1</sup><sup>a</sup>, Ш.А. Таджибаев<sup>1</sup><sup>b</sup>

<sup>1</sup>Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

**Аннотация:** В статье рассматриваются актуальные вопросы повышения стабильности и несущей способности земляного полотна транспортных сооружений, возводимых в сложных инженерно-геологических условиях песчаных грунтов. А также проанализированы основные деформационные факторы, присущие пустынным регионам, включая ветровую эрозию и низкую связность грунтов. Предложен комплекс ресурсосберегающих конструктивных элементов и организационно-технологических решений, основанных на применении современных геосинтетических материалов и методов стабилизации местных барханных песков. Предлагаемые технологии позволяют существенно снизить транспортные расходы на доставку привозных грунтов и минимизировать экологический ущерб. Практическая значимость работы заключается в разработке эффективных технологических схем, обеспечивающих долговечность земляного полотна при оптимизации материально-технических затрат.

**Ключевые слова:** Земляное полотно, песчаные грунты, ресурсосбережение, конструктивные решения, стабилизация грунтов, объемная георешетка, геотекстиль, аридная зона

### 1. ВВЕДЕНИЕ


В мире уделяется особое значение развитию строительного комплекса транспортной инфраструктуры, обеспечению безопасности железных дорог в сложных условиях, повышению устойчивости при возведении насыпи земляного полотна в технической системе «верхнее строение пути – земляное полотно – основание», укреплению откосовнасыпи, разработке перспективных ресурсосберегаемых методов и технологий по

противодефляционному и противодеформационному укреплению [1-3].

А также большое внимание уделяется на разработку новых конструкций по повышению устойчивости железнодорожной насыпи, возведенной из песчаных грунтов, укреплению откосов земляного полотна, уменьшению дефляций и деформаций грунтов насыпи и совершенствованию технологии работ по укреплению откосов [3-5].

Однако низкая эффективность существующих методов противодефляционной и

<sup>a</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9434-0713>

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9748-2568>



противодеформационной (ПДПД) защиты земляного полотна, возведённого из песчаных грунтов, а также проблемы развития транспортного строительства в регионах, где в естественных условиях залегают песчаные грунты, занимающие значительную часть территории Узбекистана, требуют решения ряда сложных научных задач [6].

## 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

С целью научного решения вышеуказанных проблемы на основе приказа председателя правления АО «Узбекистон темир йуллари» от 2020 года № 729-Н «О проведении экспериментальных исследований по укреплению откосов земляного полотна на участке ж.д. линии Бухара–Мискен» были проведены экспериментальные исследования.

Экспериментальные исследования по применению современных энергосберегающих и ресурсосберегающих материалов для укрепления откосов земляного полотна проведены на перегоне Кийикли – Хизирбобо км 4199 ПК 1 железнодорожной линии Бухара – Мискен (Рисунок 1-2).

Для научного экспериментов выбраны геосинтетические материалы, разработанные местным производителем ООО «SANFA ENGINEERING».

В эксперименте на откосы земляного полотна железнодорожного пути было уложено 1400 м<sup>2</sup> геотекстиля и 1200 м<sup>2</sup> объемных георешетки. Для крепления геосинтетических материалов откосу земляного полотна использовались арматурные анкеры общей длиной 2400 метров.



Рис. 1. Процесс укладки геосинтетических материалов на откос земляного полотна



Рис. 2. Процесс заполнения ячеек георешеток уложенных на откосы местным грунтом и посев семян пескостойких трав

При проектировании новых железных дорог, строящихся в пустынных районах Узбекистана, АО «Боштранслойиха» разработана технологическая схема укрепления земляного полотна в песчаных грунтах. По данной технологической схеме предусмотрено укрепление откосов насыпи с устройством бермы и укладкой растительного грунта толщиной 0,15 м (Рисунок 3).

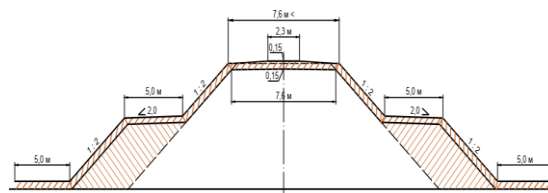
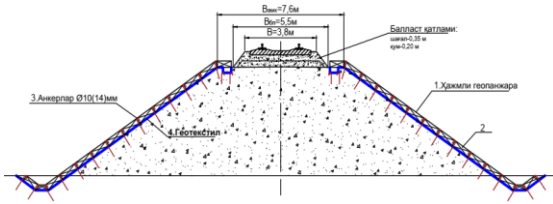


Рис. 3. Технологическая схема укрепления земляного полотна на песчаных грунтах, разработанная АО «Боштранслойиха»

В целях обеспечения устойчивости земляного полотна железных дорог, возведенных из барханных песков с применением инновационных технологий на основе «Программа и методика экспериментальных исследований по укреплению откосов земляного полотна железных дорог» путем укладки геосинтетических материалов (геотекстиль, объемная георешетка) разработана конструктивно-технологическая схема противодеформационного и противодеформационного укрепления (Рисунок 4).

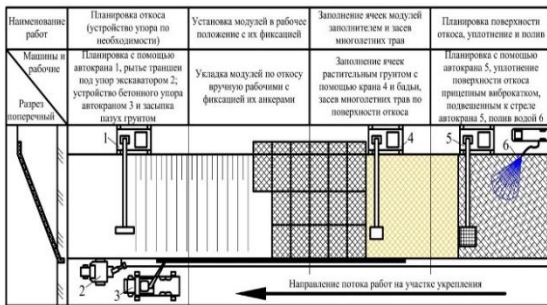




**Рис. 4. Конструкция насыпи с укреплением геосинтетическими материалами 1-георешетка (объемная), 2-заполнение местным грунтом ячеек георешеток (посевом семян пескoлюбивых трав), 3- анкер арматурный, 4- геотекстиль нетканый**

Геосинтетические материалы укладываются по подготовительному слою или слою растительного грунта, выполняя операции в соответствии с технологической схемой выполнения работ

Технологический процесс укрепления откосов земляного полотна геосинтетическими материалами приведен на рис. 5



**Рис. 5. Технологический процесс укрепления откосов земляного полотна геосинтетическими материалами**

### 3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ УКРЕПЛЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА, ВОЗВЕДЕННОГО ИЗ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ

На основе проведенных экспериментальных исследований и полученных выводов рассмотрим методы расчета устойчивости откосов земляного полотна с использованием геосинтетических материалов.

Вместе с тем, актуальной задачей, требующей комплексного подхода, является выбор типа полотна, его оценка и обеспечение устойчивости откосов. Значение коэффициента устойчивости земляного полотна во всех случаях должно быть  $K \geq 1,2$  [7-8].

Для теоретического расчета коэффициента устойчивости откосов насыпи земляного полотна используем формулу, разработанной проф. Г.М.Шахунянц [9].

$$K = \frac{\sum M_{\text{тр}}}{\sum M_{\text{сил}}} = \frac{\sum_{i=1}^n (c_i l_i + f_i N_i + T_{\text{т}})}{\sum T_{\text{сил}}} \tag{1}$$

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n (c_i l_i + f_i N_i + T_{\text{т}} + T_{\text{г.о.п}} + T_{\text{г.о.т}})}{\sum T_{\text{сил}}} \tag{2}$$

При использовании формулы (1) результатов расчета показывает, что нормативное значение коэффициента устойчивости откосов насыпи  $K \geq 1,2$  обеспечивается в грунтах кроме песчаных.

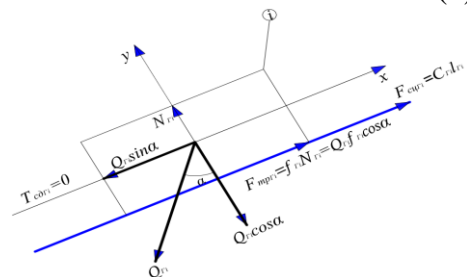
При расчете коэффициента устойчивости откосов с укреплением геосинтетическими материалами необходимо в формулу (1) внести изменения и добавить предлагаемые удерживающие силы  $T_{\text{г.о.п}}$  и  $T_{\text{г.о.т}}$ , который будет учитывать силы, действующие на каждой i-й ячейке георешетки и геотекстиля.

После этого с формула (1) получили следующий формула (2).

При расчете коэффициента устойчивости откосов земляного полотна с добавлением удерживающих силы  $T_{\text{г.о.п}}$  и  $T_{\text{г.о.т}}$  суммарная удерживающая сила повышается. В результате этого коэффициент устойчивости  $K_{\text{уст}}$  повышается и всегда обеспечивает требуемое условие  $K \geq 1,2$ .

При расчете сил, действующих на каждой i-й ячейке георешетки возникают удерживающие силы от георешетки  $T_{\text{г.о.п}}$ , согласно расчетной схеме и имеет следующий вид формулы:

$$T_{\text{г.о.п}} = \sum_{i=1}^n (c_{\text{иг}} l_{\text{иг}} + f_{\text{иг}} N_{\text{иг}}) \tag{3}$$



**Рис. 6. Расчетная схема сил, действующие на каждой i-й ячейке георешетки**

Удерживающая сила  $T_{\text{г.о.т}}$  принимает следующий вид.

$$T_{\text{г.о.т}} = d \cdot l \cdot \gamma \cdot \cos \alpha + a \cdot b \cdot \gamma \tag{4}$$

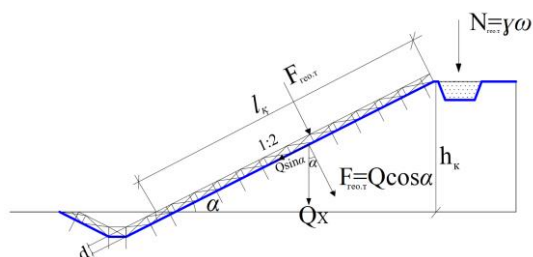


Рис. 7. Расчетная схема сил, действующие на геотекстиль

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Под действием неблагоприятных природно-климатических, гидрологических, техногенных и других факторов в грунтах тела земляного полотна происходят дестабилизирующие процессы, которые вызывают остаточные деформации основной площадки и откосов земляного полотна. Определено, что одним из перспективных и широко используемых в транспортном строительстве способов усиления земляного полотна является применение различных видов геосинтетических материалов.

2. Обосновано конкурентоспособность применения перспективных энергоэффективных и ресурсосберегаемых геосинтетических материалов (геотекстиль, объемная георешетка) при укреплении откосов земляного полотна.

3. Разработана программа и методика экспериментальных исследований по укреплению откосов земляного полотна, на основе мирового опыта применения различных инновационных технологий и материалов для совершенствования существующих, разработке новых конструкций земляного полотна при усилении земляного полотна железных дорог.

4. Определено увеличение удерживающей силы  $T_{\text{уд}}$  на 18-25 % при укреплении откосов земляного полотна возведенного из песчаных грунтов геосинтетическими материалами за счет дополнительных расчетных параметров  $T_{\text{геот.р}}$  и  $T_{\text{геот.т}}$ . В результате этого коэффициент устойчивости повышается на 14-23 % и обеспечивает требуемое условие  $K \geq 1,2$ .

5. Определены уменьшение затрат труда и материалов на 14 -18 % при выполнении работ по укреплению откосов земляного полотна с геосинтетическими материалами.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

[1] Lesov K.S., Tadjibayev Sh.A. Qumli gruntlardan barpo qilingan temir yo'l yer polotnosi ustivorligini oshirishda zamonaviy innovatsion texnologiyalarni qo'llash. "Arxitektura, qurilish va

dizayn" ilmiy – amaliy jurnal Toshkent.TAQU. maxsus son №2 2023 y. 212-215 b.

[2] Лесов К.С., Кенжалиев М.К., Мавланов А.Х., Таджибаев Ш.А. Stability of the embankment of fine sand reinforced with geosintetic materials. E3S Web of Conferences 264, 02011 (2021) CONMECHYDRO-2021. Tashkent, Uzbekistan.

<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126402011>

[3] Лесов К.С., Таджибаев Ш., Кенжалиев М.К. Технология укрепление откосов земляного полотна железных дорог из песчаных грунтов с применением геосинтетических материалов Проблемы архитектуры и строительства (научно-технический журнал. №4, 2019, Самарканд, СамГАСИ, С. 15-18.

[4] Лесов К.С., Кенжалиев М.К., Таджибаев Ш.А. Определение устойчивости насыпи земляного полотна железных дорог возведенного из мелких песков. Международная научно-техническая конференция «Глобальное партнерство - как условие и гарантия устойчивого развития» II том. Ташкент, 21-23 ноября 2019. С. 248-252.

[5] Lesov K.S., Tadjibayev Sh.A. Matematik modellashirish orqali geosintetik materiallar bilan mustahkamlangan temir yo'l yer polotnosi qiyaliklarining ustivorligini oshirish. "Me'morchilik va qurilish muammolari" ilmiy-texnik jurnal.Samarqand.SamDAQU, №3 2023 y. 79-82 b

[6] Закиров Р. С., Омаров А.Д. Противодеформационное укрепление земляного полотна из песчаного грунта в Казахстане. Алматы: «Гылым», 1999- 164 с.

[7] Жабко А. В. Теория расчета устойчивости откосов и оснований. анализ, характеристика и классификация существующих методов расчета устойчивости откосов // Известия Уральского государственного горного университета. Научно – технической журнал. Екатеринбург, 2015 г. №4 (40), С 45-57

[8] Маковский Е. Анализ моделей расчета устойчивости откосов земляного полотна // Жел. дороги мира. 1984. № 3. С. 66-78.

[9] Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь: учебник для вузов ж.-д. трансп. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1987. – 479 с.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Лесов  
Кувандик  
Сагинович

Заведующий кафедрой  
"Инженерия железных  
дорог", Ташкентский  
государственный



транспортный университет  
E-mail: [kuvandikl@mail.ru](mailto:kuvandikl@mail.ru)  
Tel.:+99899 876 19 63  
<https://orcid.org/0000-0002-9434-0713>

---

**Таджибаев**      Доцент      кафедры  
**Шерзод**      "Железнодорожная  
**Амиркулович**      инженерия," Ташкентский  
государственный  
транспортный университет  
E-mail:  
[sherzod140585@mail.ru](mailto:sherzod140585@mail.ru)  
Tel.:+99893 293 51 20  
<https://orcid.org/0000-0001-9748-2568>



<b>V. Soy, U. Shermukhamedov, A. Babaev , N. Mukhammadiev, G. Malikov</b> <i>Analysis of The Influence of Loading Time and Technological Factors on the Deformation of Long-Term Creep of Lightweight Concretes.....</i>	<b>124</b>
<b>E. Urazxanova, K. Markabaeva</b> <i>Passive Cooling Strategies in Residential Architecture of Hot-Dry Uzbek Cities: A Design-Screening Model.....</i>	<b>128</b>
<b>G. Dosjanova</b> <i>Technological Efficiency of Modular Green Roof Systems for Operated Flat Roofs in Nukus Conditions.....</i>	<b>131</b>
<b>Sh. Khalimova, A. Karabaev</b> <i>The Practical Importance of QGIS Technologies in Engineering Geological Mapping.....</i>	<b>135</b>
<b>J. Sodikov, K. Musulmanov, A. Adizov</b> <i>Integrating Roadside Greening and Urban Microclimate into Pedestrian Accessibility Assessment: A Case Study of Tashkent City .....</i>	<b>140</b>
<b>K. Lesov, Sh. Tadjibaev</b> <i>Resource-Efficient Designs and Organizational-Technological Solutions for Reinforcing the Subgrade in Sandy Soils.....</i>	<b>147</b>
<b>U. Dosmetov</b> <i>Management of Transformation Processes in the Railway Industry of Uzbekistan: Problems, Solutions, and Initial Results.....</i>	<b>152</b>
<b>S. Djabbarov, N. Kodirov</b> <i>Forecasting the Fatigue Life of Rails R65 Using Digital Technologies and Artificial Intelligence.....</i>	<b>158</b>
<b>Kh. Umarov</b> <i>Positive and Negative Aspects of Organizing Heavy-Duty Train Traffic in Increasing the Carrying Capacity of Uzbekistan's Railway Network.....</i>	<b>164</b>
<b>P. Begmatov, F. Eshonov, Sh. Jonkobilov</b> <i>Assessment of Rail Reliability on Metro Tracks.....</i>	<b>169</b>
<b>U. Ergashev, Sh. Makhamadjonov</b> <i>Research of Foreign Experiences in Planning Railway Track Repairs Based on Diagnostic Data.....</i>	<b>173</b>

