

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 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.

Predicting Railway Sand Drifts Using Meteorological Data

M.K. Muzaffarova¹ ^a

¹Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article investigates the patterns of sand drift formation on railway infrastructure located in arid zones. The study analyzes the dependence of track encroachment intensity on atmospheric process parameters, with a particular focus on moisture deficit in regions prevalent with dune sands. The research establishes a mathematical correlation between a decrease in annual precipitation and the maximization of sand accumulation on the track superstructure. Reduced moisture in the top sand layer causes a loss of cohesion, thereby intensifying deflation processes under wind loads. The findings enable the prediction of critical periods of track susceptibility to sand drifts and can be applied to optimize the design of protective structures and improve the scheduling of track clearing operations.

Keywords: Sand drifts, railway track, dune sands, atmospheric processes, annual precipitation, arid zone, encroachment dynamics, wind-sand flow

Прогнозирование Пескозаносимости Железнодорожных Путей По Метеорологическим Показателям

Музаффарова М.К.¹ ^a

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В статье исследуются закономерности формирования песчаных заносов на объектах железнодорожной инфраструктуры, расположенных в аридных зонах. Автором проанализирована зависимость интенсивности занесения путей от параметров атмосферных процессов, с особым акцентом на дефицит влаги в регионах распространения барханных песков. В ходе работы установлена математическая связь между снижением уровня годовых осадков и максимизацией объемов песчаных отложений на верхнем строении пути. Снижение влажности верхнего слоя песка приводит к потере его связности и интенсификации дефляционных процессов под воздействием ветровых нагрузок. Полученные результаты позволяют прогнозировать критические периоды заносимости дорог и могут быть использованы для оптимизации параметров защитных сооружений и планирования графиков очистки путей.

Ключевые слова: Песчаные заносы, железнодорожный путь, барханные пески, атмосферные процессы, годовые осадки, аридная зона, динамика заносимости, ветропесчаный поток

1. ВВЕДЕНИЕ

Опустынивание представляет собой глобальную экологическую проблему, вызванную масштабными климатическими изменениями. В аридных регионах дефицит увлажнения в сочетании с ветровой активностью определенной интенсивности выступает ключевым фактором формирования ветропесчаного потока, борьба с которыми является приоритетом для многих государств, включая Узбекистан [1, 2].

Для пустынного климата характерно аномально жаркое лето и концентрация осадков в зимне-весенний период.

Температурные амплитуды здесь экстремальны: от морозов ниже -35°C зимой до зноя выше $+50^{\circ}\text{C}$ летом. При этом уровень годовых осадков неравномерен: на равнинах он составляет всего 80–200 мм, в предгорьях возрастает до 300–400 мм [3, 4].

Климат пустынь признан самым жаркими и засушливыми. Осадки здесь носят случайный характер, а в отдельные годы могут полностью отсутствовать. Такие суровые условия формируются из-за континентальности климата [2, 4]. Суточные колебания температур крайне резки: дневной солнцепек раскаляет почву и губит семена растений, а ночью воздух и верхний слой песка стремительно остывают. Чтобы

^a  <https://orcid.org/0000-0002-0858-4704>



оперативно остановить выветривание (дефляцию) песков, биологическую рекультивацию эффективно сочетают с техническими методами [5–8].

В ранее выполненных исследованиях подчеркивается, что стабильность песчаных дюн напрямую определяется ветровым режимом и критическим разреживанием растительного покрова. Тем не менее, плотность растительного покрова на песчаных субстратах напрямую регулируется локальными гидротермическими факторами. В связи с этим мониторинг воздействия ветрового режима и атмосферных осадков на динамику эоловых форм рельефа необходим для среднесрочного прогнозирования подвижности песков и научно обоснованного планирования протипесчаных мероприятий [9, 10].

Движение песков несет серьезную угрозу экономике: ущерб складывается не только из заносов отдельных объектов, но и из постоянных расходов на очистку дорог, гидромелиоративных узлов и орошаемых земель. Ежегодно железнодорожные службы вынуждены расчищать от песчаных завалов в среднем около 200 км путей [8].

Защита транспортно-технической инфраструктуры становится критически важной из-за роста скоростей поездов и перехода железных дорог с дизельной тяги на электрическую. Внедрение высокоскоростного пассажирского сообщения на стратегическом направлении от Бухары до Мискена превратило борьбу с песчаными заносами в ключевой фактор обеспечения безопасности движения.

По этой причине развернуты масштабные работы по модернизации строительства и эксплуатации железных дорог в аридных зонах, направленные на обеспечение безопасности. Эти мероприятия требуют значительного финансирования. Согласно многолетним эмпирическим данным дистанций защитных лесонасаждений, в периоды повышенного количества атмосферных осадков интенсивность эолового переноса резко снижается. Таким образом, установление точной зависимости между интенсивностью песчаных заносов и объемом атмосферных осадков позволит оптимизировать планирование сезонных защитных работ, существенно сократить их объем или полностью исключить необходимость их проведения на отдельных этапах, что минимизирует финансовые затраты.

2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

При участии инженерно-технического персонала дистанций пути Навоийского и Бухарского регионов осуществлен 10-летний мониторинг интенсивности песчаных заносов на исследуемых участках. На основе зарегистрированных уровней пескозаносимости железных дорог с использованием метода ранжирования М. М. Мирахмедова определена категориям заносимости участков (табл. 1).

На следующем этапе исследования проведен мониторинг параметров атмосферных процессов в аридных зонах по данным метеорологической сети рассматриваемых регионов за исследуемый период.

На основе полученных данных был выполнен сравнительный анализ корреляции между объемом годовых и сезонных атмосферных осадков, ветровым режимом и установленными категориями пескозаносимости железнодорожного пути.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Многолетний мониторинг осуществлялся на территории Навоийской и Бухарской областей — регионов, характеризующихся широким распространением барханных песков. Результаты проведенных исследований в пределах Навоийской области систематизированы и представлены в табл. 1.

Таблица 1
Параметры осадков и категорий заносимости пути (по годам)

Годы	Январь-Февраль	Март-Май	Июнь-Июль	Сентябрь-Декбрь	За год	Категория заносимости участков
Навоийская область						
2014	22	46,8	0	0	68,8	I
2015	-	-	-	-	-	III
2016	0	2,6	0	45	47,6	I
2017	63	47	0	22,4	132	II
2018	25	16	0	30	84	I
2019	49	168	29	20,4	266	III
2020	91	116	2	19	228	III
2021	26	105	3	22	156	II
2022	55	123	3	37	218	III
2023	45	37	3	45	130	II
2024	78	137	6	66	287	III



Результаты исследований свидетельствуют о том, что максимальная интенсивность песчаных заносов (I категория) фиксируется в периоды, когда годовой объем атмосферных осадков не превышает 100 мм. Напротив, для лет с уровнем осадков более 220 мм характерны минимальные объемы песчаных отложений на путях.

Промежуточные значения годовых осадков в диапазоне от 100 до 220 мм обуславливают формирование II категории пескозаносимости, при которых интенсивность дефляционных процессов напрямую зависит от сезонного распределения влаги. Наиболее критическим фактором в данном контексте выступает объем осадков именно в весенний период. Как показывают многолетние наблюдения, достаточная влажность почвы весной служит пусковым механизмом для массового прорастания семян псаммофитов и фитомелиорантов, находящихся в верхнем слое субстрата.

Физическая природа выявленной закономерности объясняется двумя факторами. Во-первых, при уровне осадков более 220 мм естественное обводнение песчаного массива временно увеличивает силы сцепления между частицами песка, что резко повышает пороговую скорость ветра, необходимую для начала дефляции. Во-вторых, избыточное весеннее увлажнение инициирует процесс спонтанного самозарастания барханов. Формирующийся растительный покров, даже при минимальном проективном покрытии, снижает приземную скорость ветропесчаного потока и надежно фиксирует подвижные пески.

Напротив, в экстремально засушливые годы (менее 100 мм осадков) семена фитомелиорантов выгорают под воздействием интенсивной солнечной инсоляции, не выходя из состояния покоя. Полное отсутствие естественного растительного барьера в сочетании с потерей связности иссушенного песчаного грунта детерминирует максимальную интенсивность дефляции и отрыва частиц ветровым потоком. В такие периоды объемы заносов на верхнем строении пути достигают пиковых значений, переводя участки железной дороги в категорию повышенной опасности.

В результате проведенного анализа определены граничные значения осадков, разграничивающие уровни опасности

песчаных заносов на железнодорожных путях (табл. 2).

Таблица 2
Оценка влияния атмосферных осадков на динамику песчаных заносов

Осадки, мм		Категория пескозаносимости
В году	В том числе весной	
$D \geq 220$	$D \geq 110$	III
$150 < D < 220$	$50 < D < 110$	II
$D < 150$	$D \leq 50$	I

4. ВЫВОД

Ключевым фактором снижения интенсивности годовых песчаных заносов на железнодорожных путях является годовое количество осадков, обеспечивающее естественное зарастание песчаных массивов псаммофитной растительностью. В связи с этим, прогнозирование уровня пескозаносимости железных дорог предполагает проведение исследований, направленных на установление корреляции между объемом годовых осадков, динамикой развития растительного покрова и объемом аккумулярованного песка.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- [1] Мирахмедов М. М. Основы методологии организации пескозакрепительных работ и защита природно-технических объектов от песчаных заносов: Монография. — Ташкент: ТАСИ, 2008. — 248 с.
- [2] Jessyca Adelle Silva Santos, Queila Souza Garcia. Ethylene in the regulation of seed dormancy and germination: Biodiversity matters // *Seed Germination. The Crop Journal*, 2021. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/seed-germination>
- [3] Фазилов Т. И., Фазилова З. Т. Борьба с подвижными песками. — Ташкент: ТашиИИТ, 2003. — 124 с.
- [4] Бабаев А.Г. Принципы и методы закрепления подвижных песков: Монография. Центр международных проектов ГКНТ. — Москва, 1986.
- [5] Адылходжаев А.И. Применение госсиполовой эмульсии в качестве вяжущего для закрепления подвижных песков: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. — Ташкент, 1978. — 241 с.



[6] Мирахмедов М., Ивушкина А.А. Прогнозирование строительно-технологических характеристик способов технической мелиорации песков // I Республиканская конференция магистров: Сборник докладов. Ч. 2. — Ташкент: ТГТУ, 2003. — С. 34–36.

[7] Закиров Р.С., Омаров А.Д. Организация сооружения земляного полотна при строительстве дорог в аридных регионах: Монография. — Алматы: Издательство «Бастау», КазАТК им. М. Тынышпаева, 2001. — 156 с.

[8] Muzaffarova M. Dilatation of the method of the fixation of moveable sands // *Transport Problems*. 2022. Vol. 17, No. 4. P. 79–89.

[9] Ashkenazy Y., Yizhaq H., Tsoar H. Sand dune mobility under climate change in the Kalahari and Australian deserts // *Climatic Change*. 2012. Vol. 112. Issues 3–4. P. 901–923.

[10] L.Y. Liu, E. Skidmore, E. Hasi, L. Wagner, J. Tatarko. Dune sand transport as influenced by wind directions, speed and frequencies in the Ordos Plateau, China.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2004.10.005>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Музаффарова
Маужуда
Кадирбаевна**

Доцент кафедры «Инженерия железных дорог», Ташкентский государственный транспортный университет

E-mail: mauguda@mail.ru

Tel.: +99897130063

<https://orcid.org/0000-0002-0858-4704>



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

