

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.

A Technical and Engineering Analysis of the Parameters for Protective Forest Plantations Along Railways in Areas with Shifting Sands

K.S. Lesov^a, M.K. Kenjaliev^b, A.Kh. Mavlanov^c

¹Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article presents a computational and technological substantiation of the parameters of protective forest plantations along railways under conditions of mobile sands. It is established that the stability of railway infrastructure in arid regions is determined by the intensity of deflation processes, wind regime characteristics, and the condition of the railway right-of-way. Based on the analysis of natural and climatic factors, sand transport calculations, and assessment of the aerodynamic effect of protective forest belts, rational parameters for their placement and structural design are determined. It is shown that protective plantations with a height of 4–5 m form an aerodynamic influence zone extending over 60–100 m, while a 30–40% reduction in wind speed can reduce the volume of sand transport by approximately 75–80%. The results confirm the effectiveness of using protective forest plantations in combination with engineering measures to reduce deflation load and improve the stability of railway ecotechnical systems.

Key words: Protective forest plantations, protective forest belts, railways, mobile sands, sand transport, deflation, railway right-of-way, aerodynamic effect, arid conditions, stability of ecotechnical systems

Расчётно-Технологическое Обоснование Параметров Защитных Лесных Насаждений Вдоль Железных Дорог В Условиях Подвижных Песков

К.С. Лесов^a, М.К. Кенжалиев^b, А.Х. Мавланов^c

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: Статья посвящена расчётно-технологическому обоснованию параметров защитных лесных насаждений вдоль железных дорог в условиях подвижных песков. Установлено, что устойчивость железнодорожной инфраструктуры в аридных районах определяется интенсивностью дефляционных процессов, параметрами ветрового режима и состоянием полосы отвода. На основе анализа природно-климатических факторов, расчёта пескопереноса и оценки аэродинамического эффекта защитных лесных полос определены рациональные параметры их размещения и конструкции. Показано, что при высоте защитных насаждений 4–5 м формируется зона аэродинамического влияния протяжённостью 60–100 м, а снижение скорости ветра на 30–40 % обеспечивает сокращение объёма пескопереноса примерно на 75–80 %. Полученные результаты подтверждают эффективность применения защитных лесных насаждений в сочетании с инженерными мероприятиями для снижения дефляционной нагрузки и повышения устойчивости экотехнических систем железных дорог.

Ключевые слова: Защитные лесные насаждения, защитные лесные полосы, железные дороги, подвижные пески, пескоперенос, дефляция, полоса отвода, аэродинамический эффект, аридные условия, устойчивость экотехнических систем

1. ВВЕДЕНИЕ

Подвижные пески являются одним из наиболее опасных природных факторов, осложняющих эксплуатацию железных дорог в аридных и полуаридных районах. Ветровая эрозия, дефляция и миграция песчаных масс вызывают заносимость пути, ухудшение состояния земляного полотна, нарушение работы объектов полосы отвода и увеличение эксплуатационных затрат. Для пустынных территорий, включая район Кызылкума, вовлечение песчаных частиц в движение начинается уже при скорости ветра 4–6 м/с, а при скоростях 10–15 м/с процессы

пескопереноса приобретают интенсивный характер [1, 2].

В мировой научной литературе проблема эоловых процессов и защиты инфраструктуры от песчаных заносов рассматривается достаточно широко. Современные исследования подтверждают, что интенсивность пескопереноса определяется сочетанием ветрового режима, свойств песчаных грунтов, рельефа и состояния растительного покрова [11–14]. В прикладных работах показано, что наибольший эффект достигается при сочетании инженерных и биологических решений, включая применение

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

^b <https://orcid.org/0000-0003-4622-5937>



защитных лесных полос как долговременного средства снижения скорости ветра и уменьшения объёма переносимого песка [3, 11, 14]. По опубликованным данным, защитные лесные полосы способны снижать скорость ветра на 30–60 % и существенно уменьшать интенсивность ветровой эрозии [3, 11, 13].

Для условий Узбекистана вопросы защиты железных дорог от подвижных песков и ветровой эрозии нашли отражение в работах [2, 4–9], посвящённых изучению эоловых процессов, инженерной защите полосы отвода и совершенствованию конструктивно-технологических решений на железных дорогах пустынных районов. Вместе с тем недостаточно полно раскрыты вопросы расчётно-технологического обоснования параметров защитных лесных насаждений именно вдоль железных дорог, где эффективность защиты определяется не только видом насаждений, но и их высотой, шириной, конструкцией, просветностью и размещением относительно оси пути [2, 3, 6, 8, 14]. Для неблагоприятных участков железнодорожных линий расчётный объём пескопереноса при отсутствии защитных мероприятий может достигать 55–60 м³/км·год [2, 6, 8].

Актуальность исследования определяется необходимостью повышения устойчивости железнодорожной инфраструктуры в зонах распространения подвижных песков и разработки научно обоснованных параметров защитных лесных насаждений, обеспечивающих снижение дефляционной нагрузки на полосу отвода и железнодорожный путь [2, 3, 8].

Предмет исследования – расчётные и технологические основы обоснования параметров защитных лесных насаждений, влияющих на снижение пескопереноса и повышение устойчивости железнодорожной инфраструктуры в условиях подвижных песков.

Цель исследования – выполнить расчётно-технологическое обоснование параметров защитных лесных насаждений вдоль железных дорог в условиях подвижных песков.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: проанализировать природно-климатические и ветровые факторы, определяющие интенсивность пескопереноса и заносимость железнодорожного пути; выполнить расчётное обоснование параметров защитных лесных насаждений с учётом интенсивности дефляционных процессов, аэродинамического эффекта и требуемой ширины защитной зоны; определить рациональные конструктивные и пространственные параметры защитных лесных насаждений, обеспечивающие снижение дефляционной нагрузки и повышение

устойчивости железнодорожной экотехнической системы.

2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование выполнено на основе комплексного расчётно-аналитического и инженерно-технологического подхода, в рамках которого защитные лесные насаждения вдоль железных дорог рассматривались как элемент экотехнической системы «железная дорога – полоса отвода – подвижные пески – защитные насаждения» [2, 3, 6, 11–14].

Методика исследования защитных лесных насаждений включала шесть последовательно реализуемых этапов, что отражено на рисунке 1.

На рисунке 1 представлена последовательность выполнения исследования – от анализа природных условий до оценки эффективности защитных лесных насаждений.

На первом этапе анализировались природно-климатические условия района исследования, ветровой режим и интенсивность пескопереноса на открытых барханных участках железнодорожной линии Бухара–Мискин–Ургенч–Хива. В качестве исходных ориентиров принимались: требуемое снижение скорости ветра в приземном слое на 30–60 %, потенциальный объём пескопереноса без защитных мероприятий до 55–60 м³/км·год, допустимый эксплуатационный уровень заносимости порядка 20 м³/км·год и средняя проектная высота защитных насаждений 4–5 м [2, 6, 8].

На втором этапе выполнялось исследование характеристик песчаных грунтов, оказывающих влияние на развитие дефляционных процессов и устойчивость защитных мероприятий. При этом учитывались гранулометрический состав, степень подвижности песков, особенности поверхностного слоя и условия закрепления песчаной поверхности.

На третьем этапе изучались параметры защитных лесных насаждений, включая их высоту, конструкцию, просветность, породный состав и особенности размещения в полосе отвода. Для аэродинамического описания изменения скорости ветра за защитной полосой использовалась зависимость:

$$U_x = U_0(1 - e^{-x/H}),$$

где U_0 – исходная скорость ветра; U_x – скорость ветра на расстоянии x от защитной полосы; H – высота насаждений; x – расстояние от полосы по направлению воздушного потока; α – коэффициент аэродинамической эффективности, зависящий от плотности, рядности и просветности насаждений.

В расчётной интерпретации выделялись зона максимального торможения – до 5–7H и зона устойчивого аэродинамического влияния – до 15–



20Н. При высоте насаждений 4–5 м это соответствует защитной зоне порядка 60–100 м. Расчётная зависимость длины защитной зоны от высоты насаждений приведена в таблице 1.

Из данных таблицы 1 следует, что при высоте защитных насаждений 4–5 м формируется зона защитного влияния протяжённостью 60–100 м.

На четвёртом этапе выполнялось измерение скорости ветра и интенсивности пескопереноса, что позволило оценить фактическое изменение параметров воздушного потока и дефляционной нагрузки в зоне действия защитных мероприятий.

На пятом этапе осуществлялась обработка экспериментальных данных, включавшая их систематизацию, сопоставление с расчётными

параметрами и обобщение результатов по отдельным элементам защитной системы.

Таблица 1

Зависимость длины защитной зоны от высоты защитных насаждений

Высота защитных насаждений, м	Зона максимального торможения, м (5–7Н)	Зона устойчивого аэродинамического влияния, м (15–20Н)	Общая защитная зона, м
3	15–21	45–60	45–60
4	20–28	60–80	60–80
5	25–35	75–100	75–100
6	30–42	90–120	90–120



Рис.1. Схема методики исследования защитных лесных насаждений

На шестом этапе проводилась оценка эффективности защитных лесных насаждений и сопутствующих инженерных мероприятий. На этой основе обосновывалась многоступенчатая схема размещения защитных мероприятий: ажурная ветроослабляющая полоса – на расстоянии 50–100 м от оси пути; плотная

пескозащитная полоса – на расстоянии 15–40 м; клеточные механические защиты – в пределах 10–20 м; локальные почвоукрепительные насаждения – на участках вторичной дефляции и откосах [2, 6, 8]. Схема размещения защитных насаждений и зон их аэродинамического влияния приведена на рисунке 2, а пространственное размещение элементов защитной системы – в таблице 2.

Таблица 2

Пространственное размещение элементов защитной системы в полосе отвода

Элемент защитной системы	Расстояние от оси пути, м	Основное назначение
Ажурная ветроослабляющая полоса	50–100	Предварительное снижение скорости ветра и уменьшение турбулентности
Плотная пескозащитная полоса	15–40	Основной барьер осаждения и аккумуляции песка
Клеточные механические защиты	10–20	Временная стабилизация песчаной поверхности



Элемент защитной системы	Расстояние от оси пути, м	Основное назначение
Почвоукрепительные насаждения	Локально	Закрепление откосов и участков вторичной дефляции

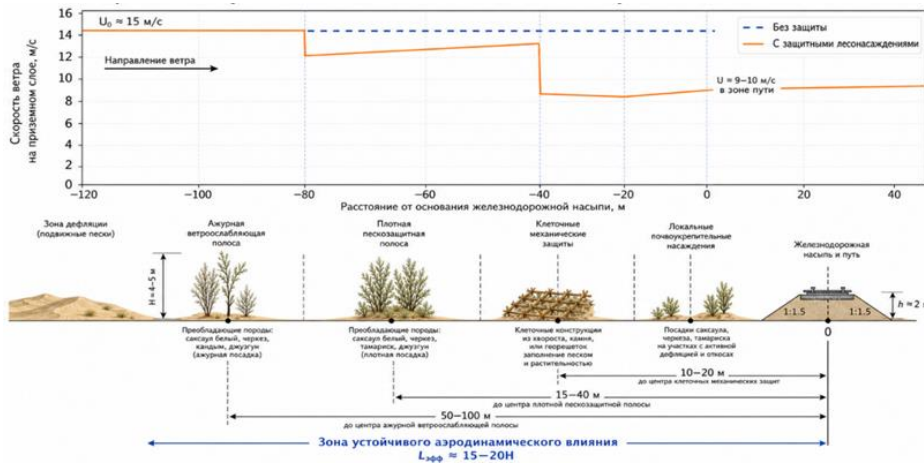


Рис.2. Схема размещения защитных лесных насаждений и зон их аэродинамического влияния вдоль железной дороги

На рисунке 2 показана многоступенчатая схема размещения защитных мероприятий и соответствующие зоны аэродинамического воздействия по отношению к железнодорожной насыпи.

Таблица 2 отражает поэтапное размещение защитных мероприятий по мере приближения к железнодорожному пути.

Дополнительно для участков различной степени дефляционной опасности определялись конструктивные параметры полос. Для расчётов использовались следующие интервалы: просветность – 15–35 %; число рядов – 5–8 для участков высокой заносимости, 3–5 – для средней и 2–3 – для локальной дефляции; шаг посадки в ряду – 1,0–2,0 м; междурядья – 2–5 м. Конструктивные параметры защитных лесных насаждений по категориям дефляционной опасности приведены в таблице 3.

Таблица 3

Конструктивные параметры защитных лесных насаждений по категориям дефляционной опасности

Категория участка	Просветность, %	Число рядов	Шаг посадки в ряду, м	Междурядья, м	Конструктивная особенность
Высокая заносимость	15–25	5–8	1,0–1,5	3–5	Плотная многоярусная полоса
Средняя	20–35	3–5	1,5–2,0	2–4	Ажурная ветроослабляющая

Категория участка	Просветность, %	Число рядов	Шаг посадки в ряду, м	Междурядья, м	Конструктивная особенность
заносимость					яущая полоса
Локальная дефляция	20–30	2–3	1,0–1,5	2–3	Почвоукрепительные насаждения

Таблица 3 показывает дифференцированный выбор конструкции защитных насаждений в зависимости от степени дефляционной опасности участка.

Таким образом, методика исследования включала шесть взаимосвязанных этапов: анализ природных условий территории, исследование характеристик песчаных грунтов, изучение параметров защитных лесных насаждений, измерение скорости ветра и пескопереноса, обработку экспериментальных данных и оценку эффективности защитных лесных насаждений.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате выполненного расчётно-технологического анализа установлено, что для открытых барханных участков железнодорожной линии Бухара–Мискин–Ургенч–Хива требуемое снижение скорости ветра в приземном слое должно составлять 30–60 %. Именно такой диапазон позволяет перевести процесс переноса песка из режима интенсивной сальтации в состояние, при котором объём заносов не



превышает допустимых эксплуатационных значений для железнодорожного пути [2, 6].

Расчётное аэродинамическое моделирование показало, что при высоте защитных насаждений 4–5 м формируются две характерные зоны воздействия: зона максимального торможения на расстоянии 5–7Н и зона устойчивого влияния на расстоянии 15–20Н. В инженерной интерпретации это соответствует активной защитной зоне порядка 60–100 м [3, 6].

Для расчётного штормового эпизода при скорости ветра $U_{10} = 15$ м/с установлено, что снижение скорости потока на 40 % уменьшает её значение в защищённой зоне до 9 м/с. Уменьшение скорости до $0,6U_0$ приводит к сокращению объёма переноса примерно до 0,216 от исходного значения, то есть обеспечивает снижение пескопереноса примерно на 75–80 %. При исходной расчётной дефляционной нагрузке 55–60 м³/км·год это даёт уменьшение объёма заносов до 13–15 м³/км·год, что соответствует эксплуатационно допустимому уровню около 20 м³/км·год [2, 6, 8].

Показано, что наибольшую эффективность обеспечивает многоступенчатая система защиты, включающая ажурную ветроослабляющую полосу, плотную пескозащитную полосу, клеточные механические защиты и локальные почвоукрепительные насаждения. Основные параметры размещения элементов защитной системы вдоль железной дороги, их функциональное назначение и ожидаемый инженерный эффект приведены в таблице 4.

Таблица 4
Основные параметры размещения элементов защитной системы вдоль железной дороги и их функциональное назначение

Элемент защитной системы	Основные параметры размещения	Функциональное назначение	Ожидаемый инженерный эффект
Ажурная ветроослабляющая полоса	Расстояние до полосы 50–100 м; $N = 4-5$ м; ажурная конструкция	Снижение скорости ветра, уменьшение турбулентности	Ослабление дефляционного потока на подступах
Плотная пескозащитная полоса	Расстояние до полосы 15–40 м; $N = 4-5$ м; плотная	Перехват и аккумуляция песка	Основное снижение пескопереноса

	конструкция		
Клеточные механические защиты	Расстояние до защит 10–20 м	Стабилизация поверхности	Подавление локальной подвижности песка
Почвоукрепительные насаждения	Локально (откосы, дефляционные зоны)	Закрепление грунта	Повышение устойчивости откосов
Защитная система в целом	4–6 рядов; 8–12 м между полосами; зона 60–100 м; $\Delta U = 35-60$ %	Комплексная защита пути	Снижение заносов и дефляционной нагрузки

Таблица 4 объединяет расчётные параметры размещения элементов защитной системы, их функцию и ожидаемый инженерный результат.

При оценке конструктивных параметров установлено, что для участков высокой заносимости наиболее рациональны многорядные многоярусные полосы с просветностью 15–25 %, числом рядов 5–8, шагом посадки 1,0–1,5 м и междурядьями 3–5 м. Для участков средней заносимости целесообразны ажурные полосы с просветностью 20–35 % и числом рядов 3–5. Для зон локальной дефляции рациональны почвоукрепительные насаждения с просветностью 20–30 % и числом рядов 2–3 [3, 6, 14].

Полученные результаты согласуются с данными других авторов и подтверждают высокую эффективность защитных лесных полос в снижении скорости ветра и интенсивности ветровой эрозии [3, 11, 13, 14].

Результаты показывают, что защита железных дорог в условиях подвижных песков должна рассматриваться как единая расчётно организованная система регулирования дефляционных процессов в полосе отвода. Такой подход особенно важен для аридных территорий, где ветровой режим, слабая закреплённость песчаной поверхности и высокая подвижность песчаных частиц формируют устойчивую дефляционную нагрузку на железнодорожную инфраструктуру [1, 2, 7, 8].

Ключевым условием эффективности защитных лесных насаждений является обоснованный выбор их параметров – высоты, ширины, просветности, рядности и пространственного размещения относительно оси пути. Именно сочетание этих характеристик определяет аэродинамическое воздействие полосы на ветропесчаный поток и её



реальную защитную способность. В этом состоит отличие настоящего исследования от работ, в которых защитные лесные полосы рассматриваются преимущественно как общее средство снижения скорости ветра без детальной увязки с расчётной интенсивностью пескопереноса и условиями функционирования железнодорожной полосы отвода [3, 11, 13, 14].

С теоретической точки зрения результаты подтверждают нелинейный характер эолового транспорта песка. Расчёты показали, что даже сравнительно умеренное снижение скорости ветра на 30–40 % обеспечивает сокращение дефляционной нагрузки примерно на 75–80 %, что позволяет перевести участок из состояния высокой заносимости в эксплуатационно допустимое состояние [2, 6, 8, 11–14].

Сопоставление с данными других авторов показывает содержательную согласованность полученных результатов. В отечественных и зарубежных исследованиях указывается, что защитные лесные полосы способны снижать скорость ветра на 30–60 %, а интенсивность ветровой эрозии – в несколько раз [3, 11, 13, 14]. Вместе с тем предложенный подход отличается большей инженерной конкретизацией применительно к железнодорожной инфраструктуре, поскольку учитывает не только общий ветроослабляющий эффект, но и параметры размещения элементов защитной системы, их функциональное назначение и ожидаемый инженерный эффект, представленные в таблице 4.

Принципиально важным является и то, что защитные лесные насаждения рассматриваются в сочетании с инженерными средствами защиты. Такой подход соответствует как региональному опыту, так и современным зарубежным исследованиям, в которых подчёркивается, что наибольшая эффективность достигается при комбинированном применении биологических и инженерных решений [4, 5, 11–14]. Для железных дорог это особенно существенно, поскольку на начальном этапе формирования насаждений требуется дополнительная стабилизация песчаной поверхности, а в наиболее чувствительной зоне полосы отвода целесообразно использовать механические или геосинтетические элементы.

С практической точки зрения предложенное расчётно-технологическое обоснование имеет прикладное значение для железных дорог, проходящих по территориям с активными эоловыми процессами, прежде всего в условиях Узбекистана. Обоснованные параметры размещения защитных мероприятий позволяют перейти от общих рекомендаций к проектно ориентированным решениям, учитывающим реальный уровень дефляционной опасности участка. Вместе с тем результаты имеют

преимущественно расчётно-аналитический характер и требуют дальнейшей натурной проверки на конкретных участках железных дорог.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье выполнено расчётно-технологическое обоснование параметров защитных лесных насаждений вдоль железных дорог в условиях подвижных песков. Установлено, что эффективность такой защиты определяется не только наличием лесонасаждений, но прежде всего их обоснованными аэродинамическими, конструктивными и пространственными параметрами.

Показано, что при высоте защитных насаждений 4–5 м формируется зона аэродинамического влияния протяжённостью 60–100 м, а снижение скорости ветра на 30–40 % обеспечивает уменьшение объёма пескопереноса примерно на 75–80 %. Обосновано, что наибольшую результативность обеспечивает многоступенчатая система защиты, включающая ажурную ветроослабляющую полосу, плотную пескозащитную полосу, клеточные механические защиты и локальные почвоукрепительные насаждения.

Полученные результаты согласуются с современными представлениями о ветроослабляющем и пескозадерживающем действии защитных лесных полос, но отличаются большей инженерной конкретизацией применительно к железнодорожной инфраструктуре. Практическая значимость работы заключается в возможности использования предложенных положений при проектировании и совершенствовании систем защиты железных дорог на участках, подверженных воздействию подвижных песков.

Таким образом, защитные лесные насаждения следует рассматривать как базовый долговременный элемент защиты железных дорог от песчаных заносов, а их расчётно-технологическое обоснование – как необходимое условие повышения устойчивости железнодорожной инфраструктуры в условиях активных эоловых процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- [1] Закиров, Р.С. Железные дороги в песчаных пустынях / Р.С. Закиров. – Москва: Транспорт, 1980. – 221 с.
- [2] Закиров, Р.С. Теория и практика защиты железных дорог от песчаных заносов / Р.С. Закиров. – Ташкент : Фан, 1987. – 128 с.



[3] Кириллов, С. Н. Применение защитных лесных насаждений вдоль железных дорог для повышения устойчивости экотехнических систем /С.Н. Кириллов, А.А. Матвеева //Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13, № 5-2. – С. 188–190.

[4] Лесов, К.С. Применение геосинтетических материалов для укрепления земляного полотна железных дорог / К.С. Лесов, А.Х. Мавланов, Ш.А. Таджибаев. – Ташкент: Ташкентский государственный транспортный университет, 2021. – 128 с.

[5] Лесов, К.С. Технология укрепления откосов земляного полотна железных дорог из песчаных грунтов с применением геосинтетических материалов /К.С. Лесов, Ш.А. Таджибаев, М.К. Кенжалиев //Проблемы архитектуры и строительства. – 2019. – № 3. – С. 52–56.

[6] Лесов, К.С. Конструктивно-технологические решения на основе климатического районирования железнодорожной линии Бухара–Мискин /К.С. Лесов, А.Ш. Уралов, М.Т. Яхьяева // Journal of Transport. – 2025. – Т. 2, № 2. – С. 159–163.

[7] Мирахмедов, М. Основы методологии организации пескозакрепительных работ и защита природно-технических объектов от песчаных заносов / М. Мирахмедов. – Ташкент: Фан ва технологиялар, 2008. – 248 с.

[8] Мирахмедов, М. М. Ресурсосберегающие организационно-технологические решения борьбы с проявлениями экзогенных процессов на железных дорогах / М.М. Мирахмедов. – Ташкент : ТА’ЛИМ, 2016. – 424 с.

[9] Мирахмедов, М.М. Комплексная система подготовки производства пескозакрепительных работ и её результативность /М.М. Мирахмедов //Проблемы механики. – 2002. – № 2. – С. 12–16.

[10] Шахунянц, Г.М. Железнодорожный путь /Г.М. Шахунянц. – Москва: Транспорт, 1987. – 479 с.

[11] Bruno, L. Windblown sand along railway infrastructures: A review of challenges and mitigation measures / L. Bruno, M. Horvat, L. Raffaele // Journal of Arid Environments. – 2018. – Vol. 152. – P. 1–23.

[12] Fathali, M. Aeolian sand challenges in desert rail infrastructures: overview of Iran’s experience and advancement / M. Fathali, M. M. Kabiri Nasrabad, H. R. Abbasi, A. Amrollahi, M. Soleymani // Construction and Building Materials. – 2024. – Vol. 438. – Art. 136953.

[13] Huang, N. Spatial Characteristics of Aeolian Sand Transport Affected by Surface Vegetation along the Oshang Railway / N. Huang, Y. Song, X. Li, B. Han, L. Xu, J. Zhang // Sustainability. – 2024. – Vol. 16, no. 10. – Art. 3940.

[14] Zhang, K. Protective Efficiency of Railway Arbor-Shrub Windbreak Forest Belts in Gobi Regions: Numerical Simulation and Wind Tunnel Tests / K. Zhang, J. Qu, X. Zhang, L. Zhao, S. Li // Frontiers in Environmental Science. – 2022. – Vol. 10. – Art. 885070.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Лесов Кувандык Сагинович / Lesov Kuvandik Saginovich
Ташкентский государственный транспортный университет, Кандидат технических наук, профессор,
E-mail: kuvandikl@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9434-0713>

Кенжалиев Мухамедали Казбек угли / Kenjaliyev Muhamedali Kazbek o'g'li
Ташкентский государственный транспортный университет, PhD, и.о. доцента,
E-mail: mkenjaliyev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4622-5937>

Мавланов Ахмаджан Хакимджанович / Mavlanov Axmadjan Hakimdjanovich
Ташкентский государственный транспортный университет, PhD, и.о. доцента,
E-mail: max23011970@mail.ru



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

