

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Научная статья
УДК 624.131.8:625.7
doi:10.52170/1815-9265_2026_79_95

Учет характеристик грунтов земляного полотна автомобильных дорог при реализации дорожных проектов

Октябрин Владимирова Никулич¹, Валерий Степанович Воробьев^{2✉}

^{1, 2} Сибирский государственный университет путей сообщения, Новосибирск, Россия

¹ okti888@mail.ru

² vorobjevvs@yandex.ru✉

Аннотация. Реализация дорожных проектов по государственным программам развития автомобильных дорог, повышения безопасности дорожного движения и обеспечения безопасности населения на транспорте требует качественного проектирования автомобильных дорог, в частности земляного полотна и дорожной одежды. В указанных условиях повышаются требования как к проектным решениям, так и к достоверности исходных данных, в том числе к данным об инженерно-геологических условиях, которые являются основой обеспечения долговечности, безопасности и экономической эффективности дорожных конструкций при современной динамике увеличения стоимости строительства.

Для оценки влияния учета характеристик грунтов земляного полотна автомобильных дорог существующей сети на реализацию дорожных проектов по ремонту, капитальному ремонту и реконструкции проанализированы: информация о грунтах земляного полотна, полученная в ходе проведения инженерно-геологических изысканий; расхождения между расчетной и фактической относительной влажностью грунта (по формуле п. 3.5 ГОСТ Р 71404–2024); дорожные конструкции, определенные с применением расчетной и фактической относительной влажности грунта. По результатам анализа установлено распределение видов грунтов земляного полотна на территории Новосибирской области и определены характерные свойства, требующие специальных мероприятий по замене или укреплению грунта рабочего слоя земляного полотна. Выявлены различия в значении расчетной относительной влажности, устанавливаемой с использованием табличных данных из действующих нормативных документов, и фактической относительной влажности грунта, полученной на основе данных из отчетов по инженерно-геологическим изысканиям.

Результаты проведенного исследования позволяют для практических целей управления рисками дорожных проектов отнести региональный учет характеристик грунтов к фактору риска, напрямую влияющему на реализацию дорожных проектов. В связи с чем рекомендовано при проектировании учитывать фактические данные о грунтах и внести соответствующие требования по определению региональных характеристик грунтов в техническое задание на разработку дорожных проектов.

Ключевые слова: дорожный проект, дорожная конструкция, глинистые грунты, инженерно-геологические изыскания, относительная влажность грунта, рабочий слой, фактор риска

Для цитирования: Никулич О. В., Воробьев В. С. Учет характеристик грунтов земляного полотна автомобильных дорог при реализации дорожных проектов // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2026. № 2 (79). С. 95–101. DOI 10.52170/1815-9265_2026_79_95.

BUILDING AND ARCHITECTURE

Original article

Consideration of highway subgrade characteristics in the implementation of road projects

Oktiabrina V. Nikulich¹, Valery S. Vorobyov^{2✉}

^{1, 2} Siberian Transport University, Novosibirsk, Russia

¹ okti888@mail.ru

² vorobjevvs@yandex.ru✉

Abstract. Implementation of road projects under state programs for highway development, road safety improvement, and transportation safety requires high-quality design of road structures, particularly subgrade and pavement layers. Under these conditions, demands increase for both design solutions and the reliability of initial data, especially regarding geotechnical conditions, which form the basis for the durability, safety, and economic efficiency of road structures amid rising construction costs.

To assess the impact of accounting for subgrade soil characteristics on road projects involving repair, major repair, and reconstruction, the following were analyzed: soil data obtained during geotechnical investigations;

discrepancies between calculated and actual soil relative humidity (per Eq. 3.5 of GOST R 71404-2024); and road structures designed using both calculated and actual relative humidity values. The analysis revealed the distribution of subgrade soil types across Novosibirsk Region and identified key properties requiring special measures for soil replacement or reinforcement. Significant differences were found between calculated relative humidity values based on standard tables and those derived from actual field data in geotechnical reports.

Based on the study results, it is recommended that regional soil characteristics be classified as a critical risk factor directly affecting road project implementation. Therefore, it is advised to incorporate requirements for defining regional soil properties into technical specifications for road project development.

Key words: road project, road structure, loamy ground, engineering-geological survey, soil relative humidity, capping layer, risk driver

For citation: Nikulich O. V., Vorobyov V. S. Consideration of highway subgrade characteristics in the implementation of road projects. *The Siberian Transport University Bulletin*. 2026;(79):95–101. (In Russ.). DOI 10.52170/1815-9265_2026_79_95.

Введение

Согласно п. 8 ст. 3 ТР ТС 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог» безопасность автомобильных дорог и дорожных сооружений на них, а также связанных с ними процессов проектирования (включая изыскания), строительства, реконструкции, капитального ремонта и эксплуатации обеспечивается посредством установления и соблюдения соответствующих требований безопасности проектных значений параметров, показателей прочности, надежности и устойчивости конструктивных элементов в течение всего срока службы. Одним из ключевых условий выполнения этих требований является достоверность исходных данных о природно-климатических и инженерно-геологических условиях территории строительства.

Действующие нормативы [1–3] предъявляют обобщенные требования к грунтам, не дифференцируя их по типу, составу и региональным особенностям. Методики проектирования используют усредненные табличные значения влажности грунтов, не учитывающие региональную вариабельность, что приводит к недооценке деформационных характеристик и требуемой прочности дорожной конструкции и, как следствие, росту рисков при эксплуатации дорог.

Современные методы доведения грунтов рабочего слоя до нормативных показателей включают [4–7]:

- замену пучинистых грунтов на непучинистые или слабопучинистые;
- частичное укрепление вяжущими;
- стабилизацию грунта с применением химических или цементирующих добавок.

Перечисленные факторы (на примере вышеуказанных мероприятий по укреплению грунтов) свидетельствуют о том, что в процессе

строительно-монтажных работ на автомобильной дороге потребляется значительный объем привозных ресурсов. В свою очередь, это оказывает влияние на производственную логистику, связанную с поставками материально-технических ресурсов на участки строительства и необходимостью создания запасов на строительной площадке, что ведет к дополнительным затратам на транспортную и складскую логистику, соизмеримым со стоимостью самих ресурсов, и существенно влияет на экономическую эффективность проектов [8].

Кроме того, актуальность исследования обусловлена обновлением нормативной базы: во вступивших в силу СП 34.13330.2021 (актуализированной редакции СНиП 2.05.02-85*) и ГОСТ Р 71404–2024 «Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования» значительно повышены требования к транспортно-эксплуатационным характеристикам дорожной конструкции, в частности к определению модуля упругости рабочего слоя земляного полотна, который, согласно п. 6.13.1 ГОСТ Р 71404–2024, теперь жестко привязан к дорожно-климатической зоне.

Согласно данным [9] средняя стоимость дорожных проектов в Новосибирской области за 2020–2024 гг. выросла на 22 %, что частично обусловлено необходимостью адаптации проектов к новым требованиям, предъявляемым к грунтам, а также увеличением объемов укрепления и замены рабочего слоя.

Особое внимание к характеристикам грунтов земляного полотна и подходу к их учету при проектировании уделено в работах современных ученых. Исследования В. Н. и С. В. Ефименко [10] показали: около 40 % глинистых грунтов в Западной Сибири имеют физико-механические параметры, отличающиеся от нормативных зна-

чений, что указывает на необходимость региональной калибровки проектных решений. Аналогичные выводы содержатся в работах [11–13], в которых акцент делается на связи между характеристиками грунтов и возникновением деформаций в дорожной одежде. Учет только экономической составляющей инвестиционной значимости дорожного проекта производится в [14, 15]. Однако в проведенных исследованиях не предложены количественные методы интеграции этих данных в проектные алгоритмы.

Целью данного исследования является установление статистической связи между отклонением фактической относительной влажности грунтов земляного полотна от расчетных значений, предписанных ГОСТ Р 71404–2024, и изменением прочностных параметров дорожных конструкций в Новосибирской области с целью обоснования необходимости включения грунтовых характеристик как количественно оцениваемого фактора риска в методику проектирования.

Материалы и методы исследования

Исследование основано на анализе данных из отчетов по инженерно-геологическим изысканиям на 100 объектах ремонта, капитального ремонта и реконструкции, выполненных на участках автомобильных дорог Новосибирской области в рамках реализации дорожных проектов.

Методы сбора и обработки данных включали:

- систематизацию данных о разновидностях грунтов (по классификации ГОСТ 25100–2020);
- сопоставление классификации грунтов по степени пучинистости (СП 34.13330.2021, таблица В.7) с их распространенностью по районам области;
- анализ расхождений между расчетной и фактической относительной влажностью грунта (по формуле п. 3.5 ГОСТ Р 71404–2024);
- анализ дорожных конструкций, определенных с применением расчетной и фактической относительной влажности грунта.

Объектами исследования выступили следующие участки территориальных и межмуниципальных автомобильных дорог Новосибирской области:

- 992 км а/д Р-254 – Купино – Карасук (50 ОП РЗ 50К-01);
- Чаны – Венгерово – Кыштовка (50 ОП РЗ 50К-02);
- Куйбышев – Северное (50 ОП РЗ 50К-04);

- Здвинск – 157 км а/д К-01 (50 ОП РЗ 50К-06);
- Здвинск – Довольное – 17 км а/д К-09 (50 ОП РЗ 50К-07);
- 60 км а/д К-09 – Довольное (50 ОП РЗ 50К-08);
- 203 км а/д К-17р – Каргат (50 ОП РЗ 50К-09);
- Новосибирск – Колывань – Томск (в границах НСО, 50 ОП РЗ 50К-12);
- 54 км а/д Р-254 – Завьялово – Факел Революции (50 ОП РЗ 50К-13);
- 104 км а/д Р-256 – Сузун (50 ОП РЗ 50К-14);
- 104 км а/д Р-256 – Черепаново – Маслянино (50 ОП РЗ 50К-15);
- Новосибирск – Кочки – Павлодар (в границах РФ, 50 ОП РЗ 50К-17р);
- Новосибирск – Ленинск-Кузнецкий (в границах НСО, 50 ОП РЗ 50К-19р);
- Барабинск – Куйбышев (50 ОП РЗ 50К-23);
- Сузун – Битки – Преображенка – 18 км а/д К-13 (в границах района, 50 ОП РЗ 50К-29);
- Инская – Барышево – 39 км а/д К-19р (в границах района, 50 ОП МЗ 50Н-2107).

Особое внимание уделено глинистым грунтам (глине, суглинку, супеси), поскольку им свойственна высокая пучинистость и наибольшая чувствительность к изменениям влажности, что напрямую влияет на долговечность дорожной конструкции.

Фактическая влажность определена по ГОСТ 5180–2015 (лабораторные испытания).

Расчетная относительная влажность связанного грунта W_p рассчитана по формуле (В.1), приведенной в приложении В к ГОСТ Р 71404–2024 [4]:

$$W_p = (W_{\text{табл}} + \Delta + \Delta_1 W - \Delta_2 W) \times (1 + V_r t) - \Delta_3.$$

В настоящем исследовании проанализировано 75 значений расчетной влажности, полученных по данным из отчетов по инженерно-геологическим изысканиям. В ходе исследования были изучены расчеты дорожных одежд на объектах реконструкции, капитального ремонта и ремонта автомобильных дорог в Новосибирской области, выполненные в соответствии с требованиями ГОСТ Р 71404–2024.

Основные исходные данные для расчетов включали:

- дорожно-климатическую подзону – III₁;
- региональную характеристику – Западно-Сибирский регион с равнинным рельефом;

- количество расчетных дней в году – 140;
- изолинию термического сопротивления дорожной конструкции – IX;
- категории дорог – III и IV;
- тип дорожных одежд – капитальные;
- физико-механические свойства грунтов рабочего слоя, определенные на основе инженерно-геологических изысканий и принятые по ГОСТ Р 71404;
- схему увлажнения рабочего слоя и глубину промерзания, установленные по результатам инженерно-геологических изысканий;
- среднегодовую температуру воздуха, взятую из СП 131.13330.2020;
- укрепление обочин (не менее 2/3 их ширины) каменными материалами без применения вяжущего (ЩПС).

Результаты исследования

Анализ грунтов земляного полотна, представленных в отчетах по инженерно-геологическим изысканиям на рассматриваемых участках, выявил характерные для Новосибирской области следующие виды:

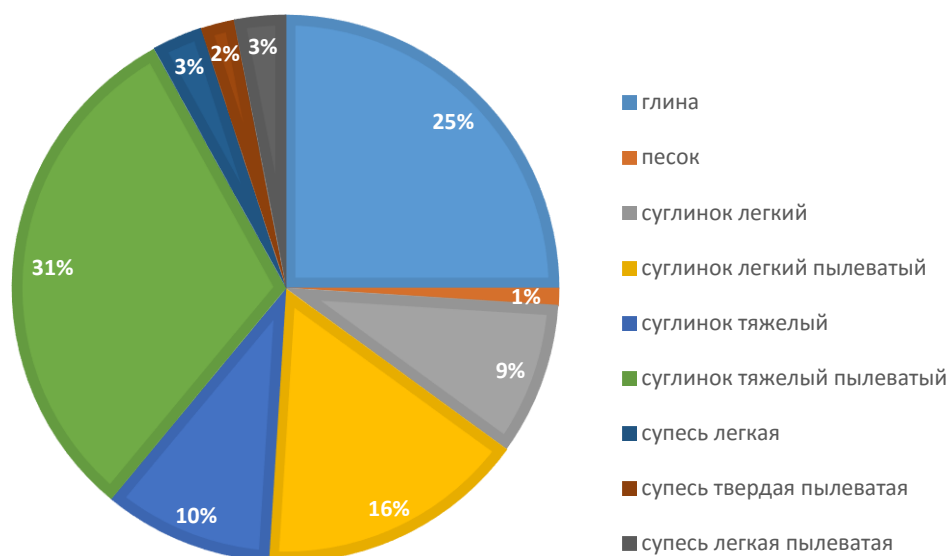
- глина;
- песок;
- суглинок легкий;
- суглинок легкий пылеватый;
- суглинок тяжелый;
- суглинок тяжелый пылеватый;
- супесь легкая;
- супесь твердая пылеватая;
- супесь легкая пылеватая.

- Наиболее распространенными оказались:
- суглинки тяжелые пылеватые (32 %);
 - глины (25 %);
 - суглинки легкие пылеватые (16 %).

Распределение грунтов по районам имеет выраженную региональную дифференциацию. На северо-западе области в Усть-Таркском, Венгеровском, Чановском, Северном районах преобладают глины, а в центральной части области (в Барабинском, Убинском, Доволенском районах), на юго-западе и юго-востоке (в Татарском, Чистоозерном, Сузунском, Черепановском, Маслянинском районах) представлены преимущественно суглинки тяжелые пылеватые. Суглинки легкие пылеватые можно встретить в центральной и северной частях Новосибирской области (в Ордынском, Новосибирском, Убинском районах). На рисунке представлено распределение вышеуказанных видов грунтов на автомобильных дорогах Новосибирской области.

Согласно таблице В.7 СП 34.13330.2021 суглинок тяжелый пылеватый относится к IV группе по степени пучинистости и классифицируется как сильнопучинистый, суглинок легкий пылеватый относится к V группе (чрезмерно пучинистый), а глины – к III (пучинистые). Это означает, что более 72 % грунтов на исследуемых участках требуют обязательных мероприятий по укреплению или замене рабочего слоя для соответствия требованиям ГОСТ Р 71404–2024.

В ходе исследования получено распределение значений расчетной влажности, определен-



Виды и процентное распределение грунтов на территории Новосибирской области

ных в ходе инженерно-геологических изысканий. Распределение имеет нормальную форму, с пиком в интервале 0,611–0,670. Большинство значений (около 60 %) находится в диапазоне 0,552–0,729.

Ключевым выявленным расхождением стало отличие фактической относительной влажности грунта (по данным изысканий) от расчетной влажности, используемой в проектах и определяемой по табличным значениям ГОСТ Р 71404–2024. В 44 % от общего числа исследуемых объектов фактическая влажность превышала расчетную на 9–23 %, что, в случае использования в расчете табличных значений, приводило к завышению расчетного модуля упругости на поверхности рабочего слоя и, как следствие, недооценке толщины дорожной одежды.

Таким образом, использование усредненных табличных данных вместо фактических результатов изысканий повышает риск:

- недостаточной несущей способности дорожной конструкции;
- преждевременного разрушения покрытия;
- увеличения материальных и логистических затрат на реконструкцию, капитальный ремонт и ремонт автомобильных дорог.

Выводы

Установлено, что фактическая относительная влажность глинистых грунтов в Новосибирской области превышает расчетную в среднем на 16 %, а существующее земляное полотно автомобильных дорог преимущественно устроено из суглинков тяжелых пылеватых, глин и суглинков легких пылеватых.

Результаты анализа особенностей грунтов Новосибирской области позволяют сделать вы-

вод о том, что потенциально возможные неблагоприятные изменения основных решений в пользу табличных данных, связанные с принятием решений по доведению до нормативных требований характеристик глинистых грунтов на стадии проектирования, при наблюдающейся динамике увеличения стоимости строительства показывают высокую степень влияния характеристик грунтов земляного полотна автомобильных дорог на реализацию дорожных проектов.

В этих условиях вероятность использования результатов изысканий низкого качества и непроработанность технических решений при проектировании существенно повышают риск получения неэффективных дорожных конструкций, как в части их материалоемкости, так и по показателям прочности, надежности и долговечности.

На основании вышесказанного, согласно ОДМ 218.4.023–2015 «Методические рекомендации по оценке эффективности строительства, реконструкции, капитального ремонта и ремонта автомобильных дорог», учет характеристик грунтов можно классифицировать как фактор риска при осуществлении дорожных проектов, являющийся одним из важных условий обеспечения действительной реализуемости дорожных проектов.

Таким образом, для снижения рисков необходимо использовать в дорожных проектах фактические данные изысканий, а не табличные значения. Для заказчиков рекомендуется включать в техническое задание на проектно-изыскательские работы обязательное определение влажности по ГОСТ 5180–2015 с дальнейшим ее учетом при проектировании.

Список источников

1. ГОСТ Р 58397–2019. Дороги автомобильные общего пользования. Правила производства работ. Оценка соответствия : утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 апреля 2019 г. № 137-ст : внесено Изменение № 1. Москва : Стандартинформ, 2019. Доступ из справочно-правовой системы «Техэксперт».
2. СП 78.13330.2012. Автомобильные дороги : актуализированная редакция СНиП 3.06.03–85 : утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 30 июня 2012 г. № 272 : введен в действие с 1 июля 2013 г. : внесены Изменения № 1, 2, 3. Москва : Минрегион России, 2013. Доступ из справочно-правовой системы «Техэксперт».
3. ГОСТ 23558–94. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия : принят Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации и техническому нормированию в строительстве 10 ноября 1993 г. : внесены Изменения № 1, 2. Москва : Стандартинформ, 2005. Доступ из справочно-правовой системы «Техэксперт».

4. ГОСТ Р 71404–2024. Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования : утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 августа 2024 г. № 1022-ст. Москва : РСТ, 2024. Доступ из справочно-правовой системы «Техэксперт».

5. Могилевич В. М., Щербакова Р. П., Никитин В. П. Подбор состава цементогрунта с учетом технологии работ // Автомобильные дороги. 1969. № 2. С. 11–12.

6. СП 34.13330.2021. Автомобильные дороги : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 9 февраля 2021 г. № 53/пр : введен в действие с 10 августа 2021 г. Доступ из справочно-правовой системы «Техэксперт».

7. Безрук В. М. Основные принципы укрепления грунтов. Москва : Транспорт, 1987. 31 с.

8. Воробьев В. С., Ланис А. Л., Попова Ю. В. Оптимальное управление поставками и запасами материальных ресурсов на строительстве линейно-распределенных объектов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2017. № 7 (703). С. 100–109.

9. Никулич О. В. Актуальные проблемы проектирования дорожных одежд // Дорожная держава. 2023. № 121. С. 52–55.

10. Ефименко В. Н., Ефименко С. В., Самойлова А. В. Пути обеспечения качества проектирования дорожных одежд в природно-климатических условиях Западно-Сибирского региона // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21, № 5. С. 165–179. DOI 10.31675/1607-1859-2019-21-5-165-179.

11. Пути обеспечения качества проектирования дорожных одежд автомобильных дорог Западно-Сибирского региона / В. Н. Ефименко, С. В. Ефименко, М. В. Бадина, О. В. Коняева // Развитие дорожно-транспортного комплекса и строительной инфраструктуры на основе рационального природопользования : материалы VII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Омск, 26–27 апреля 2012 года. Книга 1. Омск : Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2012. С. 81–84.

12. Карелина Е. Л. Мониторинг и прогнозирование физико-механических характеристик грунтов в зоне расположения водопропускных труб автомобильных дорог : специальность 2.1.8 «Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Карелина Елена Леонидовна. Н., 2023. 24 с.

13. Воробьев В. С., Пак Е. Л. Влияние физико-механических характеристик грунта земляного полотна на образование деформаций дорожной одежды // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. № 1 (60). С. 190–199.

14. Горин В. С., Персианов В. А. Научно-методические аспекты денежной оценки эффективности проектов и программ развития транспорта // Вестник транспорта. 2017. № 6. С. 28–32.

15. Теория и практика принятия решений о реализации крупномасштабных транспортных проектов / В. Н. Лившиц, И. А. Миронова, Т. И. Тищенко, М. П. Фролова // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2023) : труды Шестнадцатой Международной конференции, Москва, 26–28 сентября 2023 года. Москва : Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, 2023. С. 155–165. DOI 10.25728/mlsd.2023.0155.

References

1. GOST R 58397–2019. Automobile roads of general use. Rules of carrying out the works. Conformity assessment: approved and put into effect by the Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology of 18.04.2019 No. 137-st. Official edition. Moscow: Standardinform; 2019. Access from the reference-legal system 'Tehekspert'. (In Russ.). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200163882?section=text>.

2. SP 78.13330.2012. Automobile roads (with Amendments No. 1, 2, 3): approved by the order of the Ministry of Regional Development of the Russian Federation (Minregion of Russia) from 30.06.2012 No. 272: enacted from 01.07.2013. Moscow: Ministry of Regional Development of Russia; 2013. Access from the reference-legal system 'Tehekspert'. (In Russ.). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095529?section=text>.

3. GOST 23558–94. Crushed stone-gravel-sandy mixtures, and soils treated by inorganic binders for road and airfield construction. Specifications (with Amendments No. 1, 2): adopted by the Interstate Scientific and Technical Commission on standardization and technical norming in construction on 10.11. 1993. Official edition. Moscow: Standardinform; 2005. Access from the reference-legal system 'Tehekspert'. (In Russ.). URL: <https://docs.cntd.ru/document/901705984?section=text>.

4. GOST R 71404–2024. Automobile roads of general use. Flexible pavement. Design rules [Electronic resource]: approved and put into effect by the Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology of 05.08. 2024,

No. 1022-st. Official edition. Moscow: 'RST'; 2024. Access from the reference-legal system 'Tehekspert'. (In Russ.). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1306977203?marker§ion=text>.

5. Mogilevich V. M., Scherbakova R. P., Nikitin V. P. Selection of cement-soil composition taking into account the technology of works. *Automobile Roads*. 1969;(2):11–12. (In Russ.).

6. SP 34.13330.2021. Automobile roads: approved by the order of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation from 09.02.2021 № 53/pr: enacted from 10.08.2021. Access from the reference-legal system. (In Russ.). URL: 'Tehekspert'. <https://docs.cntd.ru/document/573818172?section=text>.

7. Bezruk V. M. Basic principles of soil reinforcement. Moscow: Transport; 1987. 31 p (In Russ.).

8. Vorobyov V. S., Lanis A. L., Popova Ju. V. Optimal management of supplies and reserves of material resources on the construction of linear-distributed objects. *Journal of High Schools. Construction*. 2017;(703):100–109. (In Russ.).

9. Nikulich O. V. Current problems of pavement design. *Road Empire*. 2023;(121):52–55. (In Russ.).

10. Efimenko V. N., Efimenko S. V., Samoilova A. V. Quality design of road pavements in west Siberian climatic conditions. *Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2019;21(5):165–179. (In Russ.). DOI 10.31675/1607-1859-2019-21-5-165-179.

11. Efimenko V. N., Efimenko S. V., Badina M. V., Konyayeva O. V. Ways to ensure the quality of design of road pavements of motorways in the West Siberian region. *Development of road transport complex and construction infrastructure on the basis of rational nature management. Proceedings of the VII All-Russian Scientific and Practical Conference (with international participation), Omsk, 26–27 April 2012*. Book 1. Omsk: Siberian State Automobile and Highway University (SibADI); 2012. P. 81–84. (In Russ.).

12. Karelina E. L. Monitoring and forecasting of physical and mechanical characteristics of soils in the zone of road culverts location: specialty 2.1.8 'Design and construction of roads, subways, airfields, bridges and transport tunnels. Author's abstract of the candidate's thesis. Karelina Elena Leonidovna. N.; 2023. 24 p. (In Russ.).

13. Vorobyov V. S., Pak E. L. Mechanical-and-physical properties of subgrade soil and pavement deformation. *Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Building*. 2017;(60):190–199. (In Russ.).

14. Gorin V. S., Persianov V. A. Scientific and methodological aspects of monetary evaluation of the effectiveness of projects and programmes of transport development. *Transport Bulletin*. 2017;(6):28–32. (In Russ.).

15. Livshits V. N., Mironova I. A., Tishchenko T. I., Frolova M. P. Theory and practice of decision-making on the implementation of large-scale transport projects. *Management of Large Scale Systems Development (MLSD'2023): Proceedings of the Sixteenth International Conference, Moscow, 26–28 September 2023*. Moscow: V. A. Trapeznikov Institute of Control Problems, Russian Academy of Sciences; 2023. P. 155–165. (In Russ.). DOI 10.25728/mlsd.2023.0155.

Информация об авторах

О. В. Никулич – аспирант кафедры «Технология, организация и экономика строительства» Сибирского государственного университета путей сообщения.

В. С. Воробьев – доктор технических наук, профессор кафедры «Технология, организация и экономика строительства» Сибирского государственного университета путей сообщения.

Information about the authors

O. V. Nikulich – Postgraduate of the Organization and Economics of Construction Department, Siberian Transport University.

V. S. Vorobyov – Doctor of Engineering, Professor of the Technology, Organization and Economics of Construction Department, Siberian Transport University.

Статья поступила в редакцию 07.05.2026; одобрена после рецензирования 13.05.2026; принята к публикации 14.05.2026.

The article was submitted 07.05.2026; approved after reviewing 13.05.2026; accepted for publication 14.05.2026.