

УДК 625.8/551.582

**ВЛИЯНИЕ НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД УЧЁТА РАЙОНИРОВАНИЯ ПО ГЛУБИНЕ
ПРОМЕРЗАНИЯ ГРУНТОВ КРУПНЫХ РАЙОНОВ РОССИИ
(НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН)**

Горячев Михаил Геннадьевич, д-р техн. наук, проф.,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, kafedra_sed@mail.ru.

Лугов Сергей Владимирович, канд. техн. наук, доц.,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, kafedra_sed@mail.ru.

Калёнова Екатерина Валерьевна, канд. техн. наук, доц.,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, kafedra_sed@mail.ru.

Яркин Сергей Васильевич, аспирант,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, kafedra_sed@mail.ru.

Аннотация. Территория Российской Федерации характеризуется значительными различиями условий промерзания грунтов. Проектирование как жёстких, так и нежёстких дорожных одежд выполняется по различным нормативным документам, но проверка их на сопротивление морозному пучению унифицирована. Средняя глубина промерзания грунта обычно назначается в соответствии с нормативной картой изолиний средних глубин промерзания, которая является довольно обобщённой и не учитывает возможные резкие климатические изменения в пределах одного региона страны или субъекта Российской Федерации. В статье приведены результаты вычислительного эксперимента, в ходе которого установлены расхождения в технико-экономических показателях дорожных одежд при использовании данных из нормативных документов на проектирование дорожных одежд и полученных на основе анализа территориальных норм по строительной климатологии (на примере Республики Башкортостан). Статья продолжает серию публикаций о проблемных вопросах, возникающих при проверке дорожных одежд на морозную устойчивость.

Ключевые слова: морозное пучение, дорожные одежды.

INFLUENCE ON THE TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS OF ROAD PAVEMENTS ACCOUNTING OF AREA ON THE DEPTH OF FREEZING OF SOILS IN LARGE AREAS OF RUSSIA (ON THE EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN)

Goryachev Mikhail G., Dr. Sc., professor,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, kafedra_sed@madi.ru.

Lugov Sergey V., Ph.D., associate professor,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, kafedra_sed@madi.ru.

Kalenova Yekaterina V., Ph.D., associate professor,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, kafedra_sed@madi.ru.

Yarkin Sergey V., postgraduate,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, kafedra_sed@madi.ru.

Abstract. The territory of the Russian Federation is characterized by significant differences in the conditions of soil freezing. The design of both rigid and flexible road pavements is carried out in accordance with various regulatory documents, but their testing for resistance to frost heaving is unified. The average depth of soil freezing is usually assigned in accordance with the normative map of isolines of average freezing depths, which is quite generalized and does not take into account possible sharp climatic changes within one region of the country or a subject of the Russian Federation. The article presents the results of a computational experiment, during which discrepancies in the technical and economic indicators of road pavements were established when using data from regulatory documents for the design of road pavements and obtained on the basis of an analysis of territorial norms for building climatology (for example, the Republic of Bashkortostan). The article continues a series of publications on problematic issues arising when checking road pavements for frost resistances.

Key words: frost heaving, pavements.

Введение

Практика показывает, что использование общероссийских норм по строительной климатологии, часто не позволяет в полной мере учесть климатические особенности отдельных территорий страны. Даже в пределах одного субъекта Российской Федерации возможно существенное

различие в климатических показателях, обусловленное, например, постепенной удалённостью от морского побережья или значительным увеличением высотных отметок. Так Республика Башкортостан занимает 27-е место по площади среди субъектов Российской Федерации, но при этом значительно превышает площадь многих стран Европы. Принимая во внимание региональную специфику климата Республики Башкортостан, были разработаны территориальные строительные нормы по климатологии, согласно которым максимальная глубина промерзания грунтов варьируется в диапазоне от 50 до 250 см [6]. В то же время согласно правилам проектирования дорожных одежд в пределах границ территории, занимаемой Республикой Башкортостан, глубина промерзания меняется несущественно. Указанное обстоятельство может приводить к решениям, не отражающим реальные условия эксплуатации дорожных одежд и неверному определению сметной стоимости и сроков строительства.

Основная часть

Важность и проблемные вопросы методики проверки дорожных одежд по критерию морозной устойчивости продолжает вызывать интерес к исследованию процесса морозного у широкого круга специалистов [2, 7, 8].

Проверка дорожных одежд на сопротивление морозному пучению проводится исходя из средней глубины промерзания грунта [3, 4, 5]. Для Республики Башкортостан ранее уже было выполнено районирование территории по средней глубине промерзания, которая меняется от 50 см в центральной части до 190 см и более в горных районах [1]. Средняя глубина промерзания грунта, задаваемая по нормативным картам изолиний глубин промерзания, составляет примерно 170-180 см [3, 4, 5]. Так для столицы Республики Башкортостан (г. Уфа) средняя глубина промерзания

по карте из методик проектирования дорожных одежд равна 180 см, а по данным региональных источников приблизительно 85 см [1].

Для оценки влияния на технико-экономические показатели дорожных одежд региональных условий промерзания грунтов спланирован и выполнен вычислительный эксперимент. Этапы вычислительного эксперимента:

- Определение требуемой толщины дорожных одежд по условиям сопротивления морозному пучению. Расчёты проведены для средних глубин промерзания грунтов 85 и 190 см для районов Республики Башкортостан и 170 см по нормам на проектирование дорожных одежд. Использован программный комплекс Топоматик Robur 5.2. Дорожные одежды – нежесткие, капитальные.
- Определение разницы объёмов работ на устройство морозозащитного слоя из песчаных материалов.
- Определение разницы в стоимости по федеральным единым расценкам на устройство морозозащитного слоя из песчаных материалов.

Оцениваемые конструкции дорожных одежд имели одинаковый конструктив слоёв покрытий и оснований: верхний и нижний слой покрытия из асфальтобетона толщинами соответственно 5 и 8 см, основание из щебёночно-гравийно-песчаной смеси толщиной 20 см. Варьированию подлежал только дополнительный слой основания (морозозащитный слой). При этом рассматриваемая дорожная одежда удовлетворяла всем другим критериям расчёта.

Расчёты охватывали три группы грунта по степени пучинистости: III (супесь лёгкая – песчанистая), IV (суглинок тяжёлый пылеватый) и V (суглинок лёгкий пылеватый). Для каждой группы грунта по степени пучинистости рассмотрены случаи расчётного расположения уровня грунтовых вод от низа дорожной одежды 1, 2 и 3 м.

Не удивительно, что наибольшее расхождение в технико-экономических показателях наблюдается при сопоставлении результатов вычислительного эксперимента для средних глубин промерзания грунтов 85 и 170 см – рис. 1...8 и табл. 1...4. Более всего, это отмечено для представителя грунтов группы V по степени пучинистости. Меньшее влияние грунта группы IV по сравнению с грунтом группы III обусловлено особенностями значений параметров расчётного аппарата. Дело в том, что ряд коэффициентов, применяемых в расчёте дорожных одежд по критерию морозоустойчивости, для супесей и суглинков имеют существенное различие.

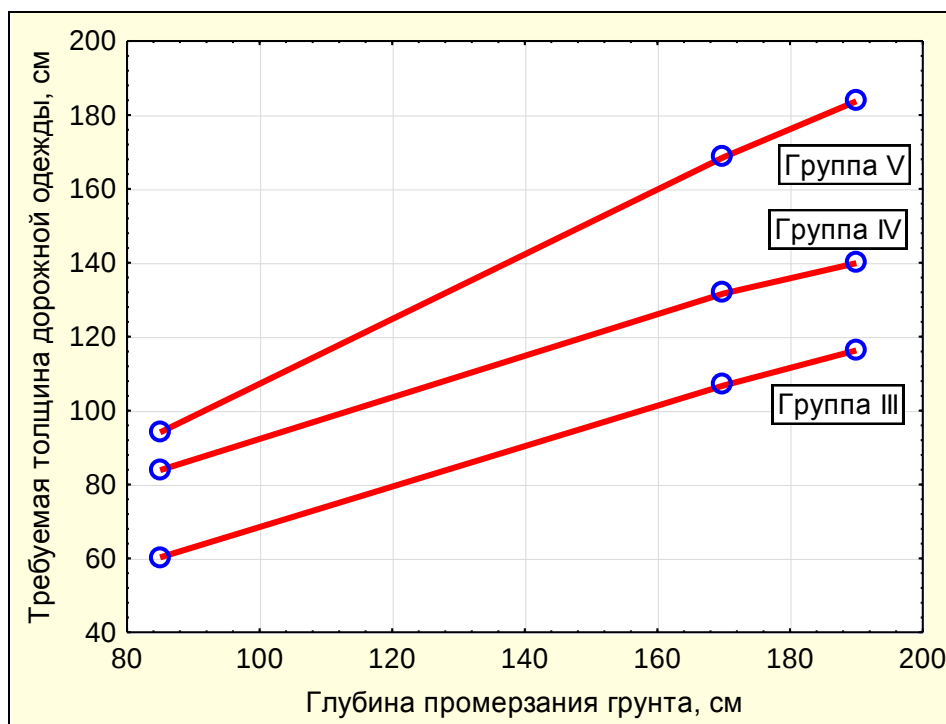


Рис. 1. Требуемая толщина дорожной одежды для грунтов различных групп по степени пучинистости при глубине расположения уровня грунтовых вод от низа дорожной одежды 1 м.

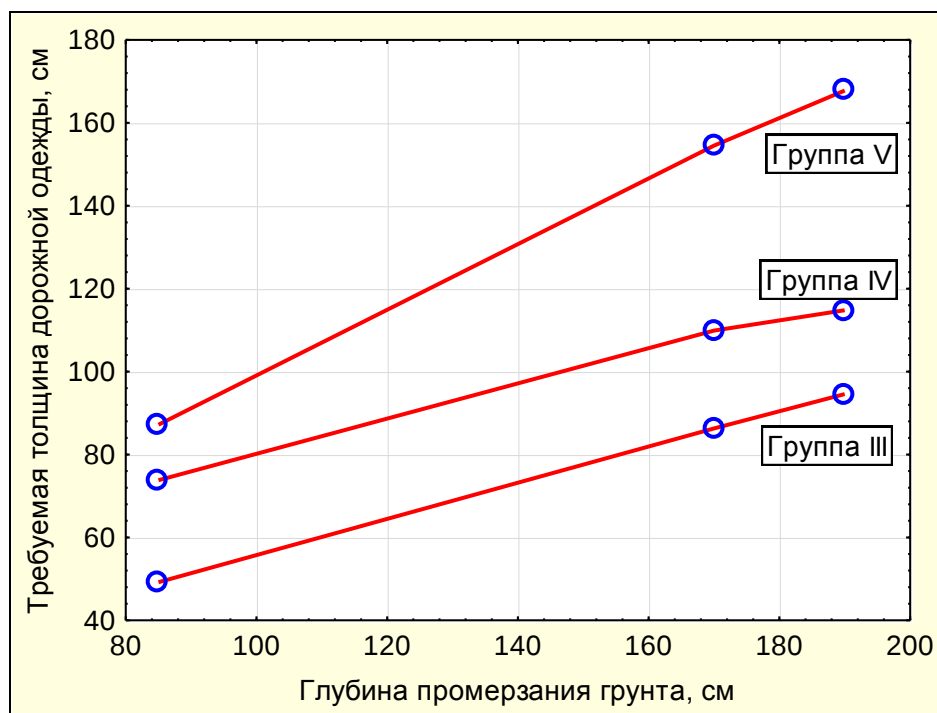


Рис. 2. Требуемая толщина дорожной одежды для грунтов различных групп по степени пучинистости при глубине расположения уровня грунтовых вод от низа дорожной одежды 2 м.

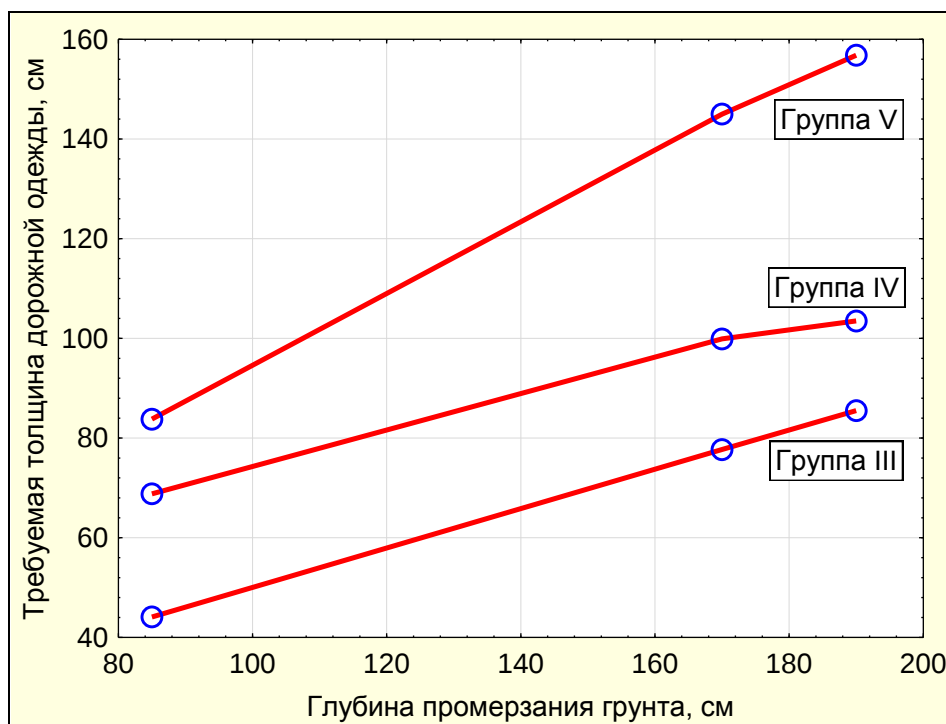


Рис. 3. Требуемая толщина дорожной одежды для грунтов различных групп по степени пучинистости при глубине расположения уровня грунтовых вод от низа дорожной одежды 3 м.

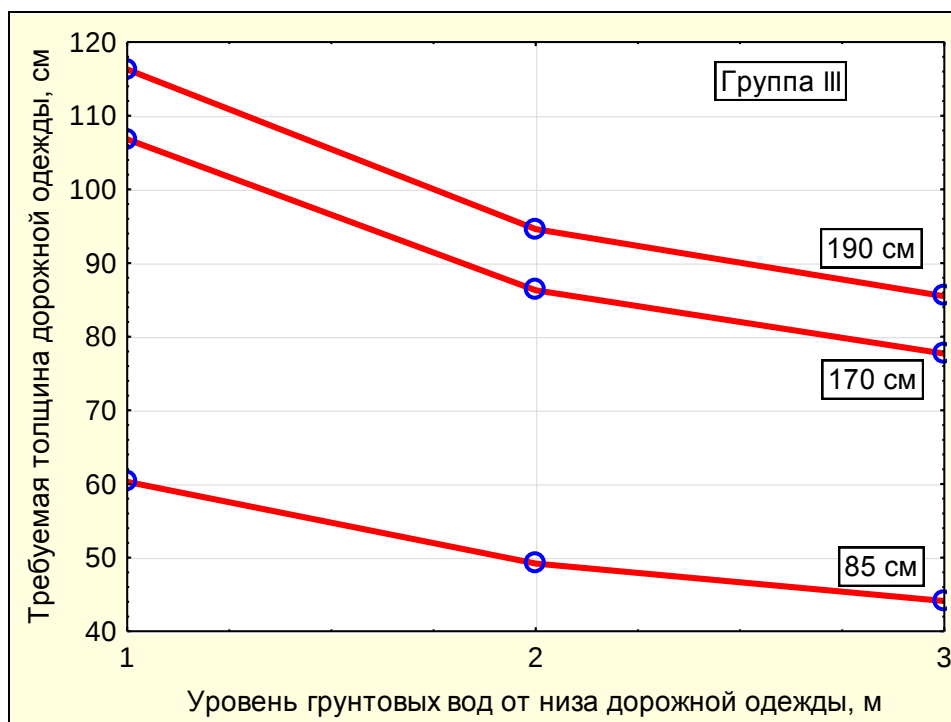


Рис. 4. Требуемая толщина дорожной одежды при различной глубине расположении уровня грунтовых вод от низа дорожной одежды для грунта группы III по степени пучинистости.

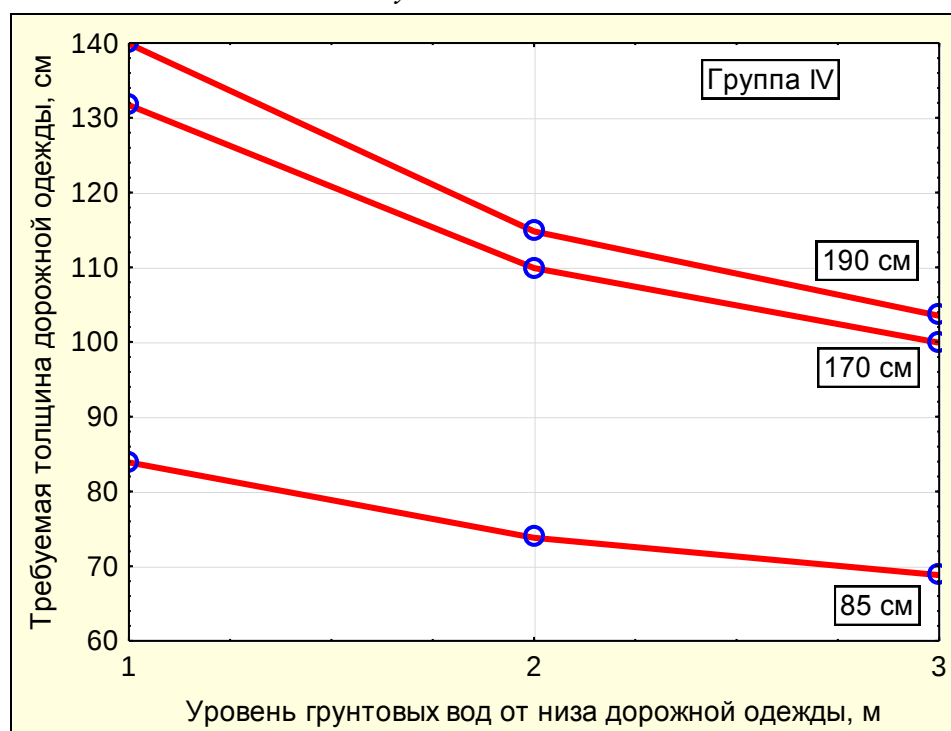


Рис. 5. Требуемая толщина дорожной одежды при различной глубине расположении уровня грунтовых вод от низа дорожной одежды для грунта группы IV по степени пучинистости.

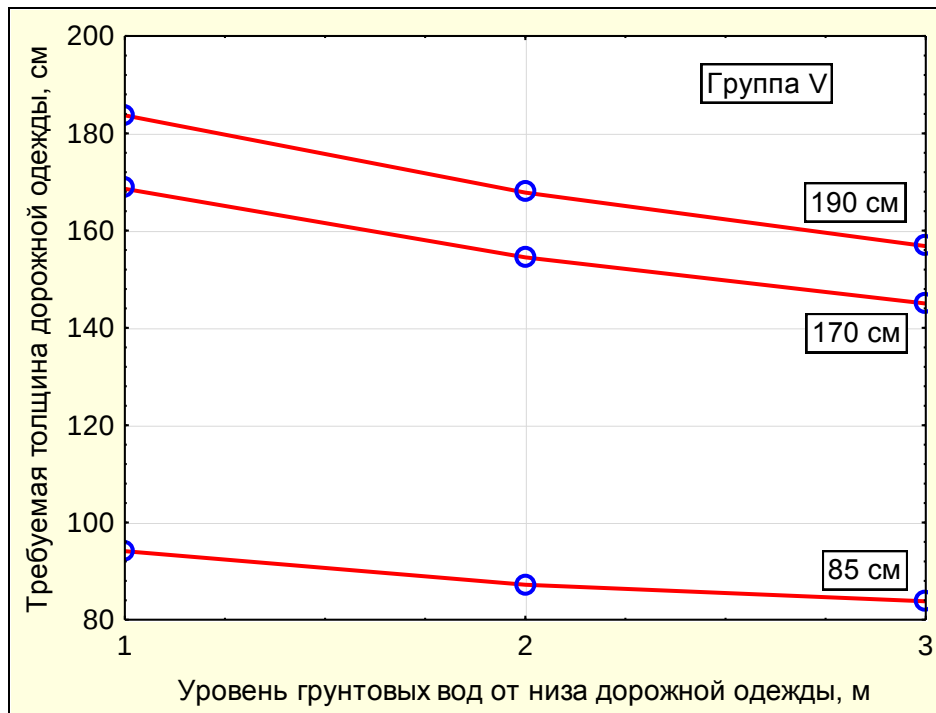


Рис. 6. Требуемая толщина дорожной одежды при различной глубине расположения уровня грунтовых вод от низа дорожной одежды для грунта группы V по степени пучинистости.

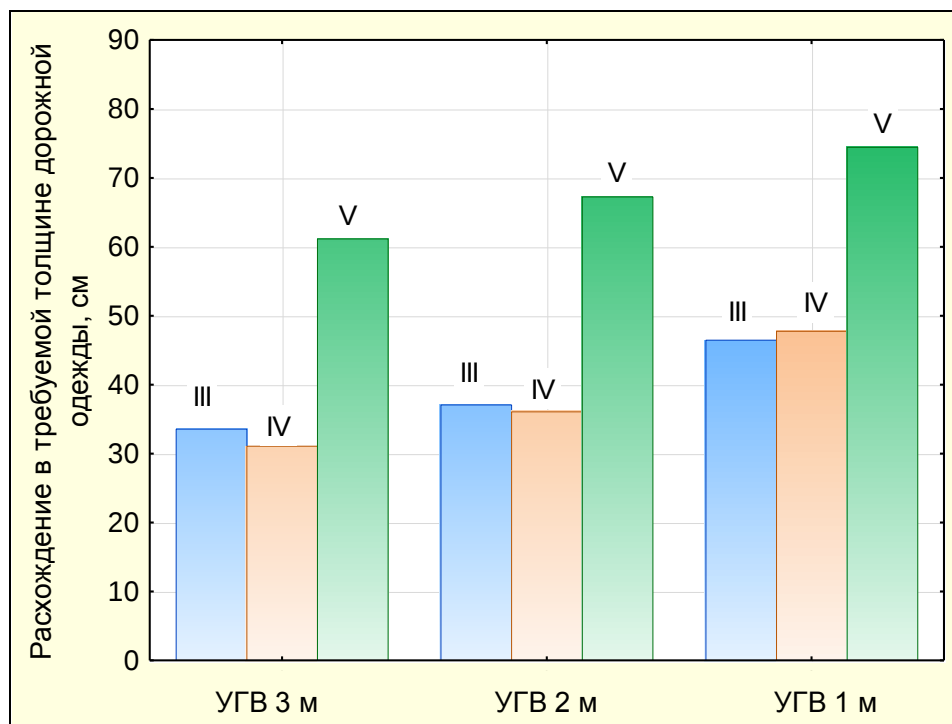


Рис. 7. Различие в требуемой толщине дорожной одежды (толщине морозозащитного слоя) при средней глубине промерзания 85 и 170 см.

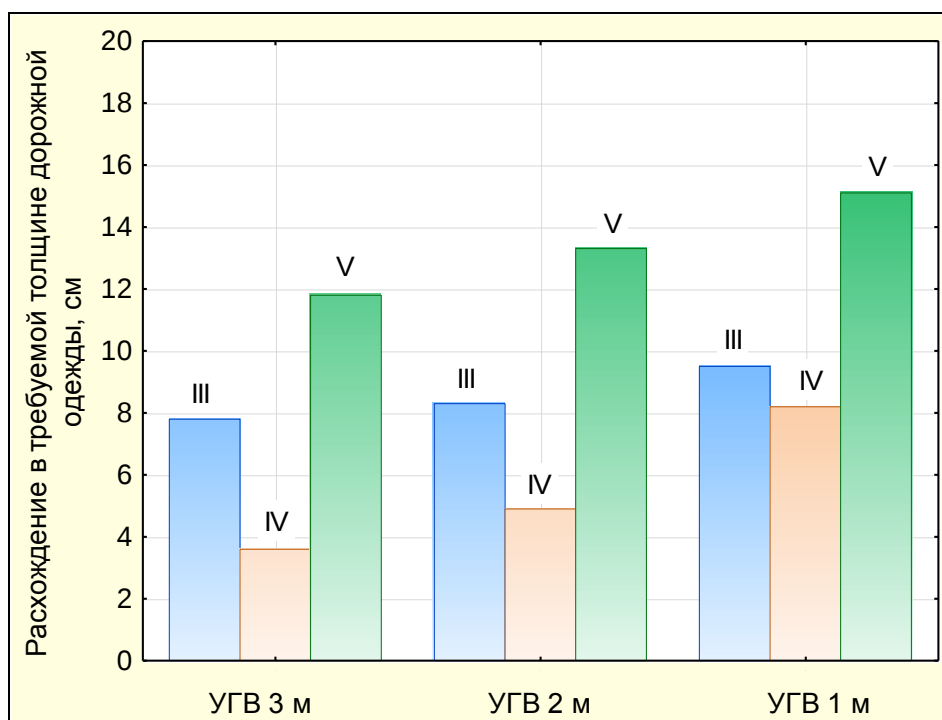


Рис. 8. Различие в требуемой толщине дорожной одежды (толщине морозозащитного слоя) при средней глубине промерзания 170 и 190 см

Таблица 1

Сокращение объёмов работ на устройство морозозащитного слоя при средней глубине промерзания 85 см

Сокращение объёмов работ, м³ на 1000 м²								
Уровень грунтовых или поверхностных вод от низа дорожной одежды								
3 м			2 м			1 м		
Группа грунта по степени пучинистости								
III	IV	V	III	IV	V	III	IV	V
370	342	673	408	397	740	512	526	820

Таблица 2

Увеличение в объёмах работ на устройство морозозащитного слоя при средней глубине промерзания 190 см

Увеличение объёмов работ, м³ на 1000 м²								
Уровень грунтовых или поверхностных вод от низа дорожной одежды								
3 м			2 м			1 м		
Группа грунта по степени пучинистости								
III	IV	V	III	IV	V	III	IV	V
86	40	130	91	54	146	105	90	166

Таблица 3

Сокращение затрат на устройство морозозащитного слоя при средней глубине промерзания 85 см

Сокращение затрат, тыс.руб. на 1000 м²								
Уровень грунтовых или поверхностных вод от низа дорожной одежды								
3 м			2 м			1 м		
Группа грунта по степени пучинистости								
III	IV	V	III	IV	V	III	IV	V
111	103	202	122	119	222	153	158	246

Таблица 4

Увеличение затрат на устройство морозозащитного слоя при средней глубине промерзания 190 см

Увеличение затрат, руб. на 1000 м²								
Уровень грунтовых или поверхностных вод от низа дорожной одежды								
3 м			2 м			1 м		
Группа грунта по степени пучинистости								
III	IV	V	III	IV	V	III	IV	V
26	12	39	27	16	44	31	27	50

Заключение

Подтверждена целесообразность учёта региональных норм строительной климатологии в части средних глубин промерзания грунтов для проектирования дорожных одежд. Полученные результаты свидетельствуют как о крупном резерве для экономии бюджетных средств на строительство автомобильных дорог, так и в отдельных случаях о проектировании недостаточно морозоустойчивых дорожных конструкций.

Список литературы

1. Горячев, М.Г. Обоснование средней глубины промерзания почвы при дорожно-климатическом районировании Республики Башкортостан для проектирования дорожных одежд / М.Г. Горячев, С.В. Яркин // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2019. – № 4.
2. Каменев, А.М. Расчёт нежёстких дорожных одежд на морозоустойчивость по заданному уровню надёжности / А.М. Каменев, С.Н. Киреев // Дороги и мосты. – 2011. – № 2(26). – С. 108-122.
3. Методические рекомендации по проектированию жёстких дорожных одежд (взамен ВСН 197-91) / Министерство транспорта РФ. Государственная служба дорожного хозяйства (Росавтодор). – М., 2004. – 135 с.

4. ПНСТ 265-2018. Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование нежестких дорожных одежд / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – М.: Стандартинформ, 2018.
5. Проектирование нежестких дорожных одежд. ОДН 218.046-01 / Министерство транспорта Российской Федерации. Государственная служба дорожного хозяйства. – М., 2001.
6. ТСН 23-357-2004 РБ. Строительная климатология / Министерство строительства, архитектуры и дорожного комплекса Республики Башкортостан, Уфа, 2005.
7. Чурилин, В.С. Совершенствование норм проектирования дорожных одежд по критерию морозоустойчивости (на территории Томской области) / В.С. Чурилин, С.В. Ефименко // Инновационные факторы развития транспорта. Теория и практика: сборник материалов Международной научно-практической конференции: в 3 частях. – 2018. – С. 114-118.
8. Щепотин, Г.К. Повышение морозоустойчивости земляного полотна автомобильных дорог / Г.К. Щепотин, Н.А. Машкин // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2015. – № 3 (675). – С. 85-91.

References

1. Goryachev M.G., Yarkin S.V. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*, 2019, no. 4.
2. Kamenev A.M., Kireev S.N. *Dorogi i mosty*, 2011, no. 26, pp. 108-122..
3. Metodicheskie rekomendacii po proektirovaniyu zhyostkih dorozhnyh odezhd (vzamen VSN 197-91) (Guidelines for the design of rigid road pavements (instead of VSN 197-91)), Moscow, 2004, 135 p.
4. Dorogi avtomobil'nye obshchego pol'zovaniya, PNST 265-2018. Proektirovanie nezhyostkiy dorozhnyh odezhd (General automobile roads, PNST 265-2018. Flexible pavements design), Moscow, Standartinform, 2018.
5. Proektirovanie nezhyostkiy dorozhnyh odezhd, ODN 218.046-01 (Design of flexible pavements, ODN 218.046-01), Moscow, 2001.
6. Stroitel'naya klimatologiya, TSN 23-357-2004 RB (Construction climatology, Territorial'nye stroitel'nye normy 23-357-2004 Respubliki Bashkortostan), Ministry of construction, architecture and road complex of the Republic of Bashkortostan, Ufa, 2005.
7. Churilin V.S., Efimenko S.V. *Innovacionnye faktory razvitiya transporta. Teoriya i praktika*, Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, 2018, pp. 114-118.
8. Schepotin G.K., Mashkin N.A. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Stroitel'stvo*, 2015, no. 675, pp. 85-91.

Рецензент: Ю.Э. Васильев, д-р техн. наук, проф. МАДИ