

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ

УДК 625.7/8

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19912954>**В. В. Губа, К. Р. Губа, Л. Н. Третьякова**

ПОЛЕВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ВОДНО-ТЕПЛОВЫМ РЕЖИМОМ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ СТЕПНОГО РАЙОНА ДОНБАССА

Исследован водно-тепловой режим дорожных конструкций в степных районах (на примере Донбасса) в течение годового цикла. Описаны четыре характерных периода: охлаждение и увлажнение, промерзание с миграцией влаги, оттаивание с пиковой влажностью, просыхание с ростом прочности грунта. Установлено, что влажность грунта достигает значительных величин (0,75–0,85 %), что требует пересмотра представления об «облегченном» режиме. Проанализированы источники увлажнения: выявлено ограниченное влияние грунтовых вод и боковых канав, при этом критическую роль играет затрудненный водоотвод. Доказана зависимость водно-теплого режима от плотности грунта и материала предельного слоя дорожной одежды. Сформулированы практические рекомендации по оптимизации конструкций с учетом сезонных изменений влажности и прочности грунта.

Ключевые слова: степной район, водно-тепловой режим, земляное полотно, грунт, влажность, плотность

Для цитирования: Губа, В. В. Полевые наблюдения за водно-тепловым режимом земляного полотна автомобильных дорог степного района Донбасса / В. В. Губа, К. Р. Губа, Л. Н. Третьякова // Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Road Institute. – 2025. – № 4(55). – С. 50–59. <https://doi.org/10.5281/zenodo.19912954>.

Введение

Водно-тепловой режим (ВТР) земляного полотна и дорожной одежды представляет собой один из ключевых факторов, определяющих долговечность, эксплуатационную надежность и безопасность автомобильных дорог. В степных районах Донбасса, характеризующихся специфическими климатическими и гидрогеологическими условиями (резкие сезонные колебания температуры, глубокое залегание грунтовых вод, особенности почвенного покрова), закономерности влаго- и теплопереноса имеют выраженную сезонную динамику. Это предъявляет особые требования к проектированию, строительству и содержанию дорожных конструкций автомобильных дорог, поскольку неправильный учет водно-тепловых процессов ведет к преждевременному появлению деформаций и разрушений земляного полотна и дорожной конструкции в целом.

Постановка проблемы

Эксплуатация автомобильных дорог в степных районах Донбасса сопряжена с серьезными вызовами, обусловленными спецификой водно-теплого режима земляного полотна и дорожной одежды. Сезонные колебания температуры, глубокое залегание грунтовых вод, особенности почвенного покрова и несовершенство систем водоотвода формируют сложную динамику влаго- и теплопереноса, которая напрямую влияет на:

- несущую способность грунта;
- устойчивость земляного полотна;
- долговечность дорожных покрытий;
- частоту и характер возникающих деформаций (просадки, пучение, трещины).

Существующая проблема заключается в том, что традиционные подходы к проектированию дорожных конструкций зачастую опираются на обобщенные нормативные модели,

не в полной мере учитывающие региональные особенности степных зон.

Следствием нерешенности этой проблемы являются:

- преждевременное разрушение дорожных покрытий автомобильных дорог;
- рост затрат на ремонт и содержание автомобильных дорог;
- снижение безопасности движения из-за деформаций земляного и дорожного полотна автомобильных дорог.

Таким образом, научная проблема формулируется как противоречие между необходимостью точного прогнозирования водно-теплового режима для обеспечения долговечности дорог и дефицитом эмпирически подтвержденных данных о региональных особенностях влагонакопления, миграции влаги и влиянии конструктивных решений в степных районах.

Соответственно, практическая проблема состоит в отсутствии унифицированных рекомендаций по:

- оптимизации плотности грунта и выбору материалов дорожной одежды с учетом сезонных изменений влажности;
- проектированию систем водоотвода, минимизирующих аккумуляцию воды у земляного полотна;
- корректировке нормативных параметров для III дорожно-климатической зоны.

Таким образом, актуальность исследования обусловлена потребностью в системном анализе водно-тепловых процессов в степных районах, который позволит:

- уточнить механизмы формирования влагонакопления;
- разработать научно обоснованные методы проектирования дорожных конструкций;
- повысить надежность и экономичность эксплуатации автомобильных дорог.

Анализ публикаций

Проблема водно-теплового режима дорожных конструкций – одно из ключевых направлений дорожно-строительной науки. Публикации последних десятилетий демонстрируют устойчивый интерес к региональным особенностям влагонакопления; влиянию климатических факторов на стабильность земляного полотна; оптимизации материалов дорожной одежды с учетом теплофизических свойств.

В степных районах исследования осложняются спецификой гидрогеологических условий (глубокое залегание грунтовых вод, макропористые лессовидные грунты), что требует адаптации общетеоретических моделей.

В работе А. П. Васильева, В. Д. Казарновского [1] рассматривается четырехфазная динамика ВТР, а именно: охлаждение и начальное увлажнение, промерзание с миграцией влаги, оттаивание с пиковой влажностью, просыхание и упрочнение. Эти этапы подтверждаются натурными наблюдениями, но параметры (глубина зон, темпы процессов) варьируются по регионам.

Исследования Н. А. Пузакова [2] показывают сезонное несовпадение пиков воды в канавах и оттаивания грунта, барьерную функцию мерзлого слоя, высокую инфильтрацию лессовидных грунтов (10–15 суток), что подтверждает выводы о второстепенной роли водоотводных канав в степных районах.

В публикациях ряда ученых подтверждается критическая роль предельного слоя в регулировании ВТР и подчеркивается важность пористых материалов (щебень, песок), которые увеличивают влажность грунта до 0,7–0,8 %, снижая модуль упругости до 8,8 МПа, а также плотность слоев, поддерживающих влажность на уровне 0,40–0,52 % при модуле упругости 22–38 МПа.

Исследования плотности грунта и влагонакопления, выполненные М. С. Коганзоном и Ю. М. Яковлевым [3] показывают, что при уплотнении 100 % нормативной плотности весенняя влажность не превышает 0,60–0,65 %; недоуплотнение (88–92 %) ведет к росту влажности до 0,73–0,78 % и потере прочности. Данные исследования подтверждают необходимость

строгого контроля уплотнения.

Несмотря на обширную базу публикаций остаются нерешенные вопросы:

1. Региональная специфика. Большинство моделей ВТР разработаны для лесостепных и таежных зон, тогда как степные районы (с их глубоким залеганием грунтовых вод и макропористостью грунтов) изучены слабее.

2. Критические глубины увлажнения. Зона увлажнения 10–40 см упоминается в ряде работ, ее зависимость от теплофизических свойств материалов и климата требует детализации.

3. Долгосрочные наблюдения. Многие исследования опираются на краткосрочные эксперименты, тогда как многолетняя динамика ВТР в степных районах проанализирована недостаточно.

4. Интеграция данных. Отсутствует единая методика совмещения натурных наблюдений, полевых экспериментов и численного моделирования для степных районов.

Таким образом, по анализу публикаций можно сделать вывод, что проблема водно-теплового режима дорожных конструкций активно изучается, однако степные районы остаются недостаточно исследованными.

Цель исследования

Выявление и систематизация закономерностей формирования водно-теплового режима дорожных конструкций в степных районах Донбасса на основе многолетних наблюдений и экспериментальных данных, а также разработка практических рекомендаций для проектирования и эксплуатации дорог в данных условиях.

Основной материал

Степная зона Донецкой Народной Республики охватывает значительную часть III дорожно-климатической зоны [4, 5]. Для данной территории характерны следующие особенности:

- сезонное промерзание грунта;
- глубокое расположение грунтовых вод (на глубине 10–12 м и более);
- преобладание черноземов на лесном и лессовидном суглинке с пределом текучести, варьирующимся от 32 до 44 %;
- равнинный рельеф местности (высота до 200 м);
- среднегодовое количество осадков составляет 450–600 мм, что близко к величине их испарения;
- наблюдается тенденция к неравномерному выпадению осадков и увеличению их количества.

Анализ многолетних наблюдений позволил определить характерные особенности водно-теплового режима автомобильных дорог Донбасса, проложенных в степной и лесостепной зонах [5, 6]. При этом увлажнение обеспечивается четырьмя источниками (рисунок 1).



Рисунок 1 – Источники увлажнения степной зоны Донбасса

Результаты непрерывных круглогодичных наблюдений подтверждают наличие четких сезонных циклов изменения физико-механических характеристик грунта земляного полотна. В годовом эксплуатационном цикле дороги выделяются четыре последовательных периода (рисунок 2).

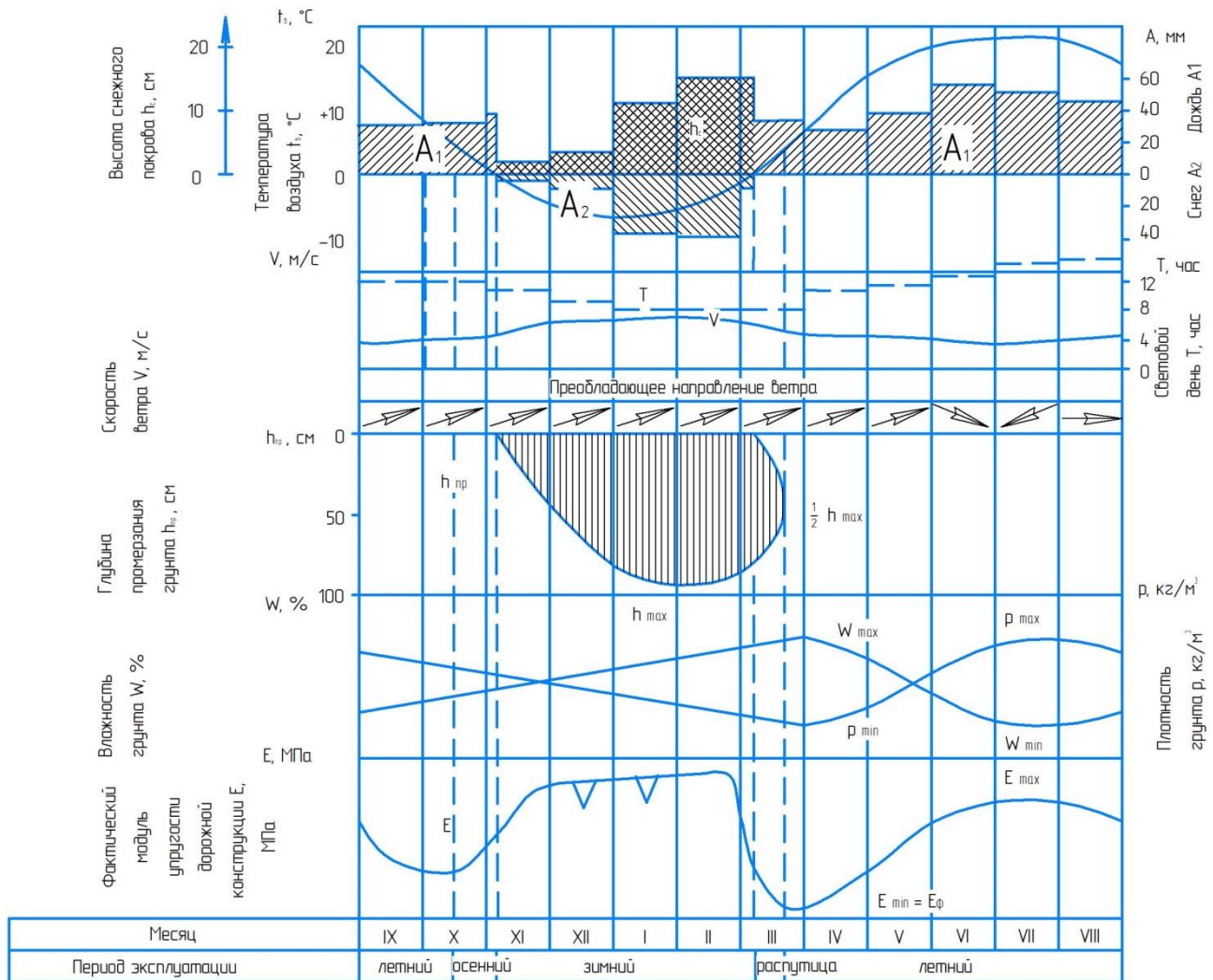


Рисунок 2 – Схема сезонных периодов водно-теплового режима дорожной конструкции степной зоны Донбасса

Первый период характеризуется охлаждением дорожной одежды и земляного полотна. Отмечается частичное повышение влажности и снижение плотности грунта. При значительной мощности источников увлажнения и интенсивном движении транспорта возможны просадки дорожного покрытия.

Второй период начинается с промерзания конструкции. При переходе воды в лед тонкие пленки, обволакивающие грунтовые частицы, истончаются. В верхних горизонтах земляного полотна влагосодержание и температура оказываются ниже, чем в нижних, что вызывает миграцию влаги вверх. К концу холодного периода влажность достигает максимума, а плотность – минимума; при этом мерзлый грунт демонстрирует максимальную прочность. Существует риск морозного пучения.

Третий период связан с оттаиванием полотна. В активной зоне происходит интенсивное перераспределение влаги: влажность достигает пика, а плотность и прочность грунта – минимальных значений для талого состояния. Возрастает вероятность оседания дорожного покрытия и деформаций земляного полотна.

Четвертый период наступает после оттаивания верхней части дорожной конструкции. Наблюдается постепенное просыхание дорожной одежды и земляного полотна: влажность в активной зоне снижается, а плотность и прочность грунта возрастают.

Для выявления закономерностей водно-теплового режима проводились длительные наблюдения за изменением влажности и плотности грунта земляного полотна автомобильных дорог Донбасса.

Результаты проведенных наблюдений позволяют сделать ряд существенных выводов относительно водно-теплового режима дорожных конструкций в степных районах. Прежде всего установлено, что показатели влажности грунта земляного полотна достигают весьма значительных величин. В ходе измерений зафиксированы значения влажности грунта:

- максимальные значения на уровне 0,75 %;
- в отдельных случаях – повышенные показатели в диапазоне 0,80–0,85 %.

Данный факт имеет принципиальное значение для оценки водно-теплового режима. Он свидетельствует о том, что характеризовать режим как «облегченный» (в соответствии с трактовкой, представленной в ряде исследований) допустимо не во всех ситуациях. Напротив, высокие показатели влажности указывают на существенную водную нагрузку на грунтовое основание, что требует более тщательного учета при проектировании и эксплуатации дорожных конструкций.

Анализ источников увлажнения выявил следующую специфику:

1. Глубокое залегание грунтовых вод. Этот фактор исключает возможность капиллярного поднятия влаги в зону грунтового основания дорожных одежд. Соответственно, грунтовые воды как источник увлажнения практически не влияют на устойчивость земляного полотна. В данном аспекте водно-тепловой режим действительно характеризуется определенными «облегчающими» условиями.

2. Затрудненный водоотвод. В весенние и осенние периоды на участках с несовершенной системой водоотвода наблюдается аккумуляция воды вблизи земляного полотна. Влажностный обмен происходит через откосы, что приводит к дополнительному увлажнению грунтового основания. Этот механизм увлажнения представляет собой значимый фактор, влияющий на стабильность конструкции.

Для количественной оценки влияния данного источника увлажнения были проведены исследования на дорогах, характерных для III дорожно-климатической зоны. Объектом изучения стали участки с типичным для данной зоны возвышением бровки полотна – в диапазоне от 0 до 3 м. Полученные данные позволяют уточнить расчетные параметры влагонакопления и разработать рекомендации по оптимизации водоотвода для повышения устойчивости земляного полотна в условиях сезонного увлажнения.

При исследовании водно-теплового режима дорожных конструкций одним из рассматриваемых потенциальных источников увлажнения выступает скапливание воды в боковых канавах. Ключевой особенностью степных районов является сезонная динамика заполнения канав: максимальный уровень воды наблюдается исключительно в весенний период. Однако хронологическое несовпадение гидрологических и термических процессов существенно ограничивает возможность влагопереноса:

1. Ранневесенний период – вода накапливается в канавах до того, как грунт на откосах и обочинах дорожного полотна успевает оттаять.
2. Наличие мерзлого слоя – промерзший грунт обладает крайне низкой водопроницаемостью, что создает естественный барьер для миграции влаги из канав к грунтовому основанию.
3. Завершение оттаивания – к моменту полного оттаивания грунтов объем воды в канавах уже существенно снижается или вода полностью исчезает.

Дополнительным механизмом, который минимизирует влияние боковых канав, выступают специфические свойства степных грунтов, а именно:

- макропористая структура лессовидных грунтов обеспечивает высокую инфильтрационную способность;
- скорость впитывания – экспериментально установлено, что вода из канав полностью проникает в грунт в течение 10–15 суток.

Для верификации данных предположений был проведен полевой эксперимент с отбором проб грунта, которые отбирались с помощью бура из специально оборудованных скважин, что обеспечивало репрезентативность выборки и точность измерений. Первый отбор проб

выполнен в момент достижения максимального уровня воды в канавах (цель: зафиксировать начальное состояние влажности грунта). Второй отбор проб проведен после завершения процесса инфильтрации (цель: определить остаточную влажность и оценить глубину проникновения влаги).

На основании анализа временных закономерностей и экспериментальных данных можно заключить, что:

- боковые канавы в степных районах не являются существенным источником увлажнения грунтового основания земляного полотна дороги;
- ограничивающими факторами выступают: сезонное несовпадение периодов максимального заполнения канав и оттаивания грунта; низкая проницаемость мерзлого грунта; высокая инфильтрационная способность лессовидных грунтов.

Таким образом, при проектировании и эксплуатации дорожных конструкций в степной зоне влияние увлажнения через боковые канавы допустимо не учитывать как значимый фактор водно-теплового режима.

При отсутствии значительных деформаций дорожного покрытия, но наличии волосяных трещин или мелкой сетки трещин, проникновение атмосферных осадков в структуру дорожной одежды существенно ограничивается. Это обусловлено повышенным испарением с поверхности покрытия; недостаточным временем для глубокой инфильтрации влаги; локальным характером увлажнения без существенного влияния на общий водно-тепловой режим конструкции.

Таким образом, поверхностные трещины не создают значимых рисков для водно-теплового баланса дорожной конструкции.

Плотность грунта выступает одним из ключевых факторов, определяющих водно-тепловой режим земляного полотна. Экспериментальные данные демонстрируют четкую корреляцию между степенью уплотнения и показателями влажности:

1. При стандартном уплотнении (100 % от нормативного значения):
 - весенняя влажность грунта не превышает диапазона 0,60–0,65 %;
 - обеспечивается оптимальный баланс влагосодержания и несущей способности.
2. При недоуплотнении (88–92 % от стандартной плотности):
 - наблюдается рост влажности до уровня 0,73–0,78 %;
 - повышается риск снижения прочностных характеристик конструкции.

В активной зоне земляного полотна фиксируется закономерное изменение влажности грунта с четко выраженным максимумом на глубине 10–40 см. Данный феномен обусловлен двумя основными факторами:

1. Затухание суточных температурных колебаний – на указанной глубине нивелируется влияние суточных перепадов температуры, что создает условия для стабильной конденсации влаги.
2. Максимальная конденсация водяного пара – в этом слое происходит интенсивное накопление влаги за счет конденсации парообразной воды.

Критическая глубина (10–40 см) не является универсальной константой – она варьируется в зависимости от теплофизических свойств материалов дорожной конструкции; климатических особенностей региона; гранулометрического состава грунтов.

Анализ показывает, что:

- поверхностные дефекты покрытия не оказывают критического влияния на водно-тепловой режим;
- соблюдение норм уплотнения грунта позволяет поддерживать влажность в безопасных пределах;
- учет критической глубины увлажнения необходим при проектировании дренажных систем и выборе материалов для дорожной конструкции.

В регионах с глубоким залеганием грунтовых вод ключевую роль в формировании

водного режима земляного полотна дороги играет конструкция дорожной одежды, в особенности состояние ее покрытия и нижних предельных слоев [6–8]. Эти слои выполняют не только несущую, но и теплоизолирующую функцию, существенно влияя на влагообмен и прочностные характеристики грунта [8, 9].

Экспериментальные данные демонстрируют прямую зависимость между типом материала предельного слоя и параметрами грунта весной после оттаивания:

1. Пористые материалы (песок, щебень, гравий, горелая порода, шлак):
 - относительная влажность грунта – 0,7–0,8 %;
 - прочность (модуль упругости E_0) – 8,8 МПа.
2. Плотные материалы (битумоцементогрунт):
 - относительная влажность грунта – 0,40–0,52 %;
 - прочность (модуль упругости E_0) – 22–38 МПа.

Предельный слой функционирует как динамический регулятор водно-теплового режима за счет следующих процессов:

1. Аккумуляция конденсированной влаги – пористость материала определяет объем удерживаемой воды из парообразной фазы;
2. Сезонная динамика влажности – осеннее влагосодержание прямо пропорционально пористости слоя (чем выше пористость, тем больше накапливается влаги).

Таким образом, предельный слой выступает естественным буфером, регулирующим миграцию влаги между дорожной одеждой и земляным полотном.

Многолетние наблюдения подтверждают, что при идентичных грунтовых, гидрологических и климатических условиях: различные типы дорожной одежды формируют неодинаковый уровень влагонакопления в земляном полотне; разница во влажности напрямую коррелирует с прочностными характеристиками грунта – чем выше влажность, тем ниже несущая способность конструкции.

Выбор материала предельного слоя критически важен для оптимизации водно-теплового режима: пористые материалы повышают влажность и снижают прочность, плотные – обеспечивают обратный эффект.

Предельный слой может выполнять функцию регулятора влагообмена, если его пористость подобрана с учетом климатических особенностей региона.

Для повышения долговечности дорожных конструкций необходимо учитывать взаимосвязь между типом дорожной одежды, влажностью грунта и его прочностными параметрами.

Выводы

Проведенное исследование водно-теплового режима дорожных конструкций в степных районах Донбасса позволяет сформулировать выводы о четырехэтапном характере изменений (охлаждение – промерзание – оттаивание – просыхание), который определяет динамику влажности, плотности и прочности грунта, что необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации автомобильных дорог.

С точки зрения практических рекомендаций необходимо:

- выполнять контроль уплотнения грунта;
- оптимизировать подбор материалов, используемых в дорожных конструкциях;
- совершенствовать систему водоотвода земляного полотна и дорожной конструкции;
- учитывать критическую глубину увлажнения при проектировании дренажных систем и в выборе материалов, используемых в дорожной конструкции.

Реализация этих мер позволит повысить долговечность дорожных конструкций, снизить эксплуатационные затраты и обеспечить безопасность движения в условиях специфического климата степных районов Донбасса.

Работа выполнена за счёт средств федерального бюджета.

Список литературы

1. Справочная энциклопедия дорожника : [в 4 томах]. Т. 4 : Дорожная наука / под ред. А. А. Надежко. – Москва : Информавтодор, 2006. – 393 с. – ISBN 5-900121-27-5.
2. Пузаков, Н. А. Водно-тепловой режим земляного полотна автомобильных дорог : специальность 05.00.00 : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Пузаков Николай Антонович ; М-во транспортного строительства СССР, Гос. Всесоюз. дор. науч.-исслед. ин-т СоюздорНИИ. – Москва : Автотрансиздат, 1960. – 168 с.
3. Коганзон, М. С. Предложения по уточнению средней влажности связных грунтов при проектировании дорожных одежд нежесткого типа / М. С. Коганзон, Ю. М. Яковлев, М. Г. Горячев // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2000. – № 2. – С. 16–17.
4. ГОСТ 33063-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Классификация типов местности и грунтов = Automobile roads of general use. Types of terrain and soils classification : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 августа 2015 г. № 1118-ст : введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 декабря 2015 г. : дата введения 2015-12-01 : введен впервые / разработан Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский дорожный научно-исследовательский институт» Министерства транспорта Российской Федерации, Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 418 «Дорожное хозяйство» : внесен Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 54 с. – URL: <https://clck.ru/3QmgiC> (дата обращения: 19.11.2025). – Текст : электронный.
5. Бабков, В. Ф. Основы грунтоведения и механики грунтов : учебное пособие для автомобильно-дорожных специальностей вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / В. Ф. Бабков, В. М. Безрук. – Москва : Высшая школа, 1986. – 238 с.
6. Балашова, Ю. Б. Несущая способность армированных слабых водонасыщенных глинистых оснований с учетом реологических свойств почвы : специальность 05.23.02 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ю. Б. Балашов ; Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры. – Днепропетровск, 1999. – 16 с.
7. Банников, С. Н. Армирование грунтов – высокоэффективный метод усиления оснований зданий и сооружений / С. Н. Банников. – Текст : электронный // Наука – образованию, производству, экономике : материалы 14-й Международной научно-технической конференции (69-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных работников, докторантов и аспирантов БНТУ) : в 4 томах. Т. 2. – Минск : БНТУ, 2016. – С. 288. – URL: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/34313/nauka_obrazovaniyu_2.pdf?sequence=1&isAllowed=y (дата обращения: 20.11.2025).
8. Пономарев, А. Б. Значение геосинтетики для дорожного строительства в Пермском крае / А. Б. Пономарев, В. И. Клевеко // Дороги. Инновации в строительстве. – 2013. – № 25 (спецвыпуск). – С. 100–102.
9. Тимофеева, Л. М. Армирование грунтов, теория и практика применения : специальность 05.23.02 : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Людмила Михайловна Тимофеева ; Пермский политехнический институт. – Пермь, 1991. – 480 с.

References

1. Road worker's reference encyclopedia: [in 4 volumes]. Vol. 4 : Road science edited by A. A. Nadezhko. Moscow : Informavtodor, 2006. 393 p. (In Russ.) ISBN 5-900121-27-5.
2. Puzakov N. A. Water-thermal Regime of the Roadbed of Highways : Specialty 05.00.00: Dissertation for the Degree of Doctor of Technical Sciences; USSR Ministry of Transport Construction, State All-Union Road Research Institute SoyuzdorNII. Moscow : Avtotransizdat, 1960. 168 p. (In Russ.)
3. Koganzon M. S. Proposals for Clarifying the Average Moisture Content of Cohesive Soils in the Design of Flexible Road Pavements. Nauka i tekhnika v dorozhnoi otrasli [Science and Technology in the Road Industry]. 2000. № 2. Pp. 16–17. (In Russ.)
4. GOST 33063-2014. Automobile roads of general use. Types of terrain and soils classification : interstate standard : official edition : approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated August 11, 2015 No. 1118-st : put into effect as a national standard of the Russian Federation on December 1, 2015 : date of introduction 2015-12-01 : introduced for the first time, developed by the Federal State Budgetary Institution "Russian Road Research Institute" of the Ministry of Transport of the Russian Federation, Interstate Technical Committee for Standardization MTC 418 Road Management : introduced by the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology. Moscow : Standartinform, 2016, 54 p. (In Russ.) URL: <https://clck.ru/3QmgiC>.
5. Babkov V. F. Fundamentals of Soil Science and Soil Mechanics : a textbook for automobile and road engineering specialties of universities, 2nd ed., revised and enlarged. Moskva : Vysshaya shkola [High School]. 1986, 238 p. (In Russ.)
6. Balashova Yu. B. Bearing Capacity of Reinforced Weak Water-saturated Clay Foundations Taking into Account the Rheological Properties of the Soil : Specialty 05.23.02 : abstract of the Dissertation for the Degree of Candidate of

- Technical Sciences; Dnepr State Academy of Civil Engineering and Architecture. Dnepropetrovsk, 1999, 16 p. (In Russ.)
7. Bannikov S. N. Soil Reinforcement – a Highly Effective Method for Strengthening the Foundations of Buildings and Structures. *Nauka – obrazovaniyu, proizvodstvu, ehkonomie* : materialy 14-i Mezhdunarodnoi nauchno-tehnicheskoi konferentsii (69-i nauchno-tehnicheskoi konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnykh rabotnikov, doktorantov i aspirantov BNTU) : v 4 tomakh. [Science – for Education, Production, and Economics : Proceedings of the 14th International Scientific and Technical Conference (69th Scientific and Technical Conference of the Faculty, Researchers, Doctoral Students, and Postgraduate Students of BNTU): in 4 volumes]. Vol. 2. Minsk : BNTU, 2016. P. 288. (In Russ.) URL: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/34313/nauka_obrazovaniyu_2.pdf?sequence=1&isAllowed=y
8. Ponomarev A. B. The Importance of Geosynthetics for Road Construction in the Perm Region. *Dorogi. Innovatsii v stroitel'stve*. [Roads. Innovations in Construction]. 2013. № 25. Pp. 100–102. (In Russ.)
9. Timofeeva, L. M. Soil Reinforcement, Theory and Application Practice : Specialty 05.23.02: Dissertation for the Degree of Doctor of Technical Sciences; Perm Polytechnic Institute. Perm, 1991. 480 p. (In Russ.)

Статья поступила 24.11.2025

© В. В. Губа, К. Р. Губа, Л. Н. Третьякова, 2025

Рецензент: Л. Н. Морозова, канд. техн. наук, доц.,

Автомобильно-дорожный институт

(филиал) ДонНТУ в г. Горловка

В. В. Губа, К. Р. Губа, Л. Н. Третьякова

Полевые наблюдения за водно-тепловым режимом земляного полотна автомобильных дорог степного района Донбасса

Современное дорожное строительство вынуждено решать множество задач, направленных на повышение долговечности и надежности автомобильных дорог. Особое значение при этом имеет водно-тепловой режим дорожной конструкции – именно он во многом определяет эксплуатационные качества дорожного полотна автомобильных дорог. Неконтролируемые изменения температуры и влажности в слоях земляного полотна чреваты серьезными последствиями: снижается несущая способность дороги, появляются трещины и просадки, возникают иные дефекты, устранение которых требует значительных финансовых затрат. Чтобы дорожная конструкция оставалась стабильной, необходимо на протяжении всего года поддерживать оптимальные водно-тепловые параметры.

Эксплуатация автодорог в степных районах Донбасса осложняется специфическими инженерно-геологическими и климатическими условиями: резкими сезонными перепадами температуры; глубоким залеганием грунтовых вод; специфической характеристикой почвенного покрова. В этих обстоятельствах критически важно грамотно управлять водно-тепловым режимом земляного полотна и дорожной одежды. Водно-тепловой режим представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов влаго- и теплопереноса. От их динамики зависят прочность грунта и устойчивость дорожного покрытия, долговечность, надежность и безопасность автомобильных дорог.

Процессы влаго- и теплопереноса демонстрируют ярко выраженную сезонную изменчивость. Это накладывает особые требования на все этапы работы с дорожными конструкциями (от проектирования и строительства до последующего содержания). Пренебрежение особенностями водно-тепловых процессов может привести к преждевременному разрушению земляного полотна и всей дорожной конструкции.

СТЕПНОЙ РАЙОН, ВОДНО-ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ, ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО, ГРУНТ, ВЛАЖНОСТЬ, ПЛОТНОСТЬ

V. V. Guba, K. R. Guba, L. N. Tretiakova

Field Observations of the Roadbed Water-thermal Regime of the Donbass Steppe Region

Modern road construction is forced to solve many tasks aimed at improving the durability and reliability of highways. In this case, the water-thermal regime of the road structure is of particular importance – it largely determines the operational qualities of the roadway. Uncontrolled changes in temperature and humidity in the layers of the roadbed are fraught with serious consequences: the bearing capacity of the road decreases, cracks and subsidence appear, and other defects arise, the elimination of which requires significant financial costs. In order for the road structure to remain stable, it is necessary to maintain optimal water and thermal parameters throughout the year.

The road maintenance in the Donbass steppe regions is complicated by specific engineering, geological, and climatic conditions: sharp seasonal temperature fluctuations; deep groundwater; and specific soil characteristics. In these circumstances, it is critically important to properly manage the water-thermal regime of the roadbed and road surface. The water-thermal regime is a set of interrelated processes of moisture and heat transfer. The strength of the soil and the

stability of the road surface depend on their dynamics.

As a result, the processes of moisture and heat transfer exhibit pronounced seasonal variability. This imposes special requirements on all stages of work with road structures (from design and construction to subsequent maintenance). Neglecting the specifics of water-thermal processes can lead to premature failure of the roadbed and the entire road structure.

STEPPE REGION, WATER-THERMAL REGIME, ROADBED, SOIL, HUMIDITY, DENSITY

Сведения об авторах:

Губа Виктория Викторовна

Кандидат технических наук, доцент,

доцент кафедры «Автомобильные дороги и искусственные сооружения» Автомобильно-дорожного института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка, ДНР, Российская Федерация,

SPIN-код РИНЦ: 7398-9000

Телефон: +7 949 367-31-88

Эл. почта: guba.victorya@yandex.ru

Губа Константин Романович

Старший преподаватель кафедры «Автомобильные дороги и искусственные сооружения» Автомобильно-дорожного института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка, ДНР, Российская Федерация,

SPIN-код РИНЦ: 6818-8047

Телефон: +7 949 367-31-90

Эл. почта: guba.constantin@yandex.ru

Третьякова Людмила Николаевна

Старший преподаватель кафедры «Автомобильные дороги и искусственные сооружения» Автомобильно-дорожного института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка, ДНР, Российская Федерация,

SPIN-код РИНЦ: 9623-0647

Телефон: +7 949 372-17-82

Эл. почта: lyda-tret5667@yandex.ru

Authors' information:

Guba Viktoriia Viktorovna

Candidate of Technical Sciences,

Associate Professor of the Chair "Highways and Artificial Structures" of Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Donetsk National Technical University" in Gorlovka, DPR, Russian Federation,

RSCI SPIN: 7398-9000

Phone: +7 949 367-31-88

Email: guba.victorya@yandex.ru

Guba Konstantin Romanovich

Senior Lecturer of the Chair "Highways and Artificial Structures" of Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Donetsk National Technical University" in Gorlovka, DPR, Russian Federation,

RSCI SPIN: 6818-8047

Phone: +7 949 367-31-90

Email: guba.constantin@yandex.ru

Tretiakova Ludmila Nikolaevna

Senior Lecturer of the Chair "Highways and Artificial Structures" of Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Donetsk National Technical University" in Gorlovka, DPR, Russian Federation,

RSCI SPIN: 9623-0647

Phone: +7 949 372-17-82

Email: lyda-tret5667@yandex.ru