

Министерство транспорта Российской Федерации  
Федеральное агентство железнодорожного транспорта  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»  
(ДВГУПС)**

Серышева ул., д. 47, г. Хабаровск, 680021, Россия  
Тел. (4212) 40-72-00, 40-75-16, Факс: (4212) 40-73-21  
E-mail: [root@festu.khv.ru](mailto:root@festu.khv.ru), [www.dvgups.ru](http://www.dvgups.ru)

**УТВЕРЖДАЮ:**

**Проректор по научной работе  
доктор технических наук, профессор  
федерального государственного  
бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Дальневосточный государственный  
университет путей сообщения»**



**Пугачев И.Н.  
31 января 2023г.**

**ОТЗЫВ**

**ведущей организации**

**федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Дальневосточный государственный университет  
путей сообщения»**

**на диссертационную работу**

**Макарова Алексея Сергеевича на тему:**

**«Влияние поверхностных длительно стоящих вод на температурный режим  
грунтов земляного полотна и многолетнемерзлого основания»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 2.1.2. Основания и фундаменты, подземные сооружения в  
диссертационный совет 24.2.419.02, на базе ФГБОУ ВО «Тюменский  
индустриальный университет»**

### **1. Актуальность темы исследования**

Вследствие подтопления придорожных полос и откосов дороги в тело земляного полотна проникает вода, вызывая криогенные процессы в конструкции автомобильной дороги и его основания. В большинстве случаев скопившаяся вода вдоль откосов дорог находится круглогодично в талом и мерзлом состоянии, что соответствует определению поверхностных длительно стоящих вод. Влияние таких вод может быть разным в зависимости от климатических, инженерно-геологических условий участка дороги на многолетнемерзлых грунтах. На таких

участках следует выполнять индивидуальный анализ и подход при разработке конструктивно-технологических решений, направленных на стабилизацию температурного режима грунтов земляного полотна и многолетнемерзлого основания.

Имеющийся опыт строительства и эксплуатации насыпей земляного полотна в криолитозоне показывает, что до сих пор существует ряд нерешенных задач по недопущению деградации многолетнемерзлых грунтов основания.

Все сказанное определяет **актуальность** темы проведенного диссертационного исследования.

**Актуальность** подтверждается также тем, что результаты исследования могут быть распространены на проблему снижения деградации многолетнемерзлых грунтов других инженерных сооружений.

## **2. Оценка структуры и содержания работы**

Диссертация состоит: из введения, четырех глав, выводов, списка литературы из 96 наименований, приложений. Результаты диссертационного исследования изложены на 156 страницах основного текста, включающего 77 рисунков, 18 таблиц.

**Во введении** раскрывается актуальность темы, сформулирована цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость работы, а также основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** отражен опыт строительства и эксплуатации насыпей земляного полотна, возводимых на многолетнемерзлых грунтах. Отмечено негативное влияние опасного природного процесса деградации грунта на эти сооружения. Проведен анализ трудов российских и зарубежных ученых, нормативных источников, имеющегося опыта строительства и эксплуатации грунтового основания в криолитозоне. Показано, что до сих пор существует ряд нерешенных задач по обеспечению устойчивости и стабильности насыпей на многолетнемерзлых грунтах. Обозначены методы защиты, использованные при строительстве и эксплуатации. Предлагается и исследуется способ обеспечения общей устойчивости многолетнемерзлых оснований при строительстве транспортных объектов в криолитозоне. Предложено исследовать в натуральных условиях температурный режим грунтов земляного полотна и многолетнемерзлого основания при влиянии поверхностных длительно стоящих вод и предложить методику прогноза величины промерзания-оттаивания геотехнической системы «земляное полотно-основание» с последующей разработкой конструктивно-технологического решения позволяющего ограничить тепловое влияние поверхностных длительно стоящих вод через откосную часть земляного полотна с сохранением притока холода в зимний период через основную площадку земляного полотна в основание. На основании

вышеизложенного обзора и анализа литературных источников определены цель и задачи диссертационного исследования.

**Во второй главе** выполнена оценка инженерно-геокриологических характеристик грунтов основания участка автомобильной дороги с поверхностными длительно стоящими водами.

Выявлено, что основной причиной развития деформаций конструкции автомобильной дороги является влияние поверхностных длительно стоящих вод и фильтрация воды через слой уплотненного торфа на границе «земляное полотно - основание» при воздействии незамерзающих поверхностных длительно стоящих вод вдоль откосов, которое сопровождается растеплением грунтов земляного полотна и многолетнемерзлого основания. Внедренное конструктивно-технологическое решение позволило снизить глубину оттаивания грунтов многолетнемерзлого основания в южной подоткосной части, тем самым снизить развитие циклических деформаций земляного полотна и основания автомобильной дороги. С учетом выявленного дополнительного теплового источника воздействия на грунты земляного полотна и многолетнемерзлого основания автомобильной дороги предложено разработать конструктивно-технологическое решение, направленное на температурную стабилизацию грунтов геотехнической системы «земляное полотно - основание». В качестве армирующего материала предложено использовать водонепроницаемый геосинтетический материал, что позволит сформировать противofильтрационный экран в толще грунтов земляного полотна и многолетнемерзлого основания. Для ограничения теплового влияния поверхностных длительно стоящих вод через откосную часть земляного полотна предложено использовать тепловой экран, сформированный гранулированным теплоизоляционным материалом.

**В третьей главе** рассмотрено математическое моделирование температурного режима грунтов земляного полотна и многолетнемерзлого основания автомобильной дороги. Предложена методика расчета процессов промерзания-оттаивания грунтов земляного полотна и многолетнемерзлого основания при влиянии поверхностных длительно стоящих вод. Проведено сравнение результатов предлагаемой методики расчета с численным моделированием в программе QFrost. Выполненные вычисления глубины промерзания-оттаивания грунтов земляного полотна и многолетнемерзлого основания при квазистационарном потоке тепла за счёт фильтрации воды через слой уплотненного торфа на границе «земляное полотно - основание» при влиянии поверхностных длительно стоящих вод по предлагаемой методике показали высокую сходимость с результатами численного моделирования, выполненного в программе QFrost. Максимальная погрешность результатов вычисления по предлагаемой методике относительно численного моделирования

в диапазоне характерных значений расхода воды через рассматриваемые (в толще) грунты составила менее десяти процентов.

**В четвертой главе** проведены экспериментально-теоретические исследования влияния поверхностных длительно стоящих вод на температурный режим грунтов земляного полотна и многолетнемерзлого основания с применением конструктивно-технологического решения. Было выявлено, что для исключения проникновения фильтрационного и теплового потока в многолетнемерзлое основание земляного полотна минимальная глубина траншеи принимается равной глубине сезоннооттаивающего слоя грунта основания, для обеспечения защемления водонепроницаемого геосинтетического материала в верхней кровле многолетнемерзлого основания. В результате проведенного исследования промерзание и оттаивание грунтового массива под основной площадкой земляного полотна согласуется с натурными наблюдениями рассматриваемого участка дороги в связи с отсутствием снежных отложений на основной площадке земляного полотна как в натурном, так и лабораторном эксперименте.

**В заключении** сделаны выводы о том, что разработанное автором конструктивно-технологическое решение стабилизирует температурный режим грунтов земляного полотна и многолетнемерзлого основания автомобильной дороги при влиянии поверхностных длительно стоящих вод. Предложенное конструктивно-технологическое решение ограничивает тепловое воздействие поверхностных длительно стоящих вод и прерывает фильтрационный и тепловой поток на границе «земляное полотно-основание». Практический интерес представляет предлагаемая методика определения глубины промерзания-оттаивания многолетнемерзлого основания автомобильной дороги при квазистационарном потоке тепла с учетом фильтрации воды через слой уплотненного торфа на границе «земляное полотно - основание» и при влиянии поверхностных длительно стоящих вод вдоль откосов, с учетом влияния конструктивно-технологического решения. Выявлена зависимость изменения геометрических параметров конструктивно-технологического решения на температурный режим грунтов земляного полотна и многолетнемерзлого основания автомобильной дороги.

### **3. Анализ обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и научная новизна**

На основе проведенного диссертационного исследования Макаровым А.С. получены следующие новые результаты:

- Теоретически и практически установлено влияние поверхностных длительно стоящих вод на температурный режим грунтов земляного полотна и многолетнемерзлого основания.

- Разработано конструктивно-технологическое решение для сохранения грунтов основания земляного полотна в мерзлом состоянии при влиянии поверхностных длительно стоящих вод, с последующей температурной стабилизацией грунтов геотехнической системы «земляное полотно - основание».

- Разработана методика расчета процессов промерзания-оттаивания грунтов земляного полотна и многолетнемерзлого основания при влиянии поверхностных длительно стоящих вод, с учетом воздействия конструктивно-технологического решения.

- Экспериментально-теоретически обоснованы геометрические параметры конструктивно-технологического решения.

#### **4. Значимость результатов для науки и практики и возможные пути их использования**

Значимость результатов заключается в использовании результатов исследования при обосновании и выборе конструктивно-технологических решений для усиления грунтов основания сооружений, возводимых с допущением оттаивания в районах распространения многолетнемерзлых грунтов, при научном сопровождении проектирования и строительства инженерных сооружений в условиях криолитозоны, при разработке проектов производства работ по усилению грунтового массива земляного полотна автомобильных насыпей на многолетнемерзлых основаниях.

Построенные математические модели обеспечивают системный подход к достижению поставленной цели снижения деградации многолетнемерзлых грунтов основания автомобильных насыпей.

Ценность результатов исследования для практики инженерного проектирования состоит во внедрении метода оценки процесса промерзания и оттаивания земляного полотна насыпей в районах с суровым климатом; в снижении трудоемкости вычислительного процесса.

Значимость результатов исследования для экономики страны заключается в уменьшении затрат на проектирование, монтаж и эксплуатацию протяженных сооружений в условиях промерзания и оттаивания грунта тела земляного полотна насыпи и его многолетнемерзлого основания.

Есть перспектива использования результатов исследования в практике проектирования земляного полотна насыпей автомобильных дорог в суровых климатических условиях.

## **5. Соответствие содержания автореферата основным идеям и выводам диссертации, качество оформления автореферата**

В реферате кратко изложены основные положения работы. На основе моделирования предложен новый способ защиты многолетнемерзлого основания земляного полотна насыпи от оттаивания использованием армирующего материала из водонепроницаемого геосинтетического материала, что позволяет сформировать противифльтрационный экран в толще грунтов земляного полотна и многолетнемерзлого основания. Изложены результаты математического моделирования температурного режима многолетнемерзлых грунтов основания и закономерности теплового взаимодействия грунтов земляного полотна и многолетнемерзлого основания при влиянии поверхностных длительно стоящих вод. Разработаны организационно-технологические решения по устройству грунтового основания в криолитозоне с использованием технологии противифльтрационного экрана в толще грунтов земляного полотна и многолетнемерзлого основания. Выполнено заключение по изложенным пунктам.

## **6. Анализ качества оформления диссертации**

Оформление текста диссертации и автореферата, иллюстративного материала, таблиц, приложений и списка литературы, соответствуют требованиям.

## **7. Замечания по диссертации и автореферату**

1. В первой обзорной главе не рассмотрена роль российских инженеров путей сообщения, в частности профессора Ливеровского А.В. строивших Транссибирскую магистраль, которая проходит на значительном протяжении по многолетнемерзлым грунтам.

2. На странице 38 рис. 2.2 диссертации приведен общий вид рассматриваемого участка автомобильной дороги и трассы железнодорожных подъездных путей. На правом верхнем фото видна водопропускная труба, которая явно по отметкам завышена и от этого водопропускная труба не работает в полном объеме. В подъездных железнодорожных путях в этом месте водопропускной трубы вообще нет. По правилам труба должна быть в одном створе с трубой автомобильной дороги. Из-за этого между двумя дорогами образуется застой воды. Это является одной из причин застоя воды. Почему не рассмотрен в дополнении к предлагаемым вариантам пропуск застоявшей воды с устройством водопропускных труб.

3. В своей работе автор ссылается на работы Г.П. Минайлова, который при исследовании за деформациями железнодорожных насыпей и грунтовыми основаниями Байкало–Амурской магистрали и пришел к выводу, что оттаивание

многолетнемерзлого основания происходит в основном из-за фильтрации и застоя поверхностных вод. Поэтому чтобы обеспечить устойчивость насыпи, необходимо в самом низком месте произвести надежное водоотведение от земляного полотна с устройством водопропускной трубы. Однако в расчетных схемах на рис. 3.1; 3.2. автор не рассматривает водопропускные трубы в конструкции сооружения в своих численных расчетах.

4. На странице 86 рис.3.7. диссертации приведена расчетная схема земляного полотна на участке п. Пангоды (км 877+210), где правая часть находится в талом состоянии, а от оси насыпи с глубины одного метра под основанием находится торф пластичномерзлый, льдистый (розовый цвет на рисунке). На рис. 3.8 приведены результаты расчета, где показано, что грунты основания земляного полотна с правой стороны уже многолетнемерзлые. Как интерпретировать в этом случае результаты расчета?

5. На странице 102 диссертации сказано, что количество тепла, выделяемого фильтрационной прослойкой принималось  $11,61 \text{ Вт/м}^3$  согласно натурным наблюдениям рассматриваемого участка дороги. При моделировании конструктивно технологического решения моделировался гранулированный теплоизоляционный материал (ГТМ) с теплофизическими характеристиками  $\lambda=0,1 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ,  $C=575,0 \text{ кДж/(м}^3\cdot\text{°C)}$ . Как определялся в данном случае тепловой поток и теплофизические свойства ГТМ.

## **8. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пунктам 9-11, 13-14**

Диссертация подготовлена в виде рукописи, написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, а также сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов, что свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку (п. 10 «Положения о присуждении ученых степеней»).

Предложенное автором диссертации решение аргументировано и оценено по сравнению с другими известными решениями.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях (п. 11 «Положения о присуждении ученых степеней»).

Количество публикаций, в которых автор излагает основные научные результаты своей диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, в рецензируемых изданиях составляет 3, что соответствует п. 13 «Положения о присуждении ученых степеней».

В диссертации автор ссылается на авторов и источники заимствования материалов или отдельных результатов. При использовании в диссертации результатов научных работ, выполненных автором лично и (или) в соавторстве, соискатель ученой степени отметил в диссертации это обстоятельство (п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней»).

Диссертация Макарова Алексея Сергеевича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а её автор Макаров Алексей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.2. Основания и фундаменты, подземные сооружения.

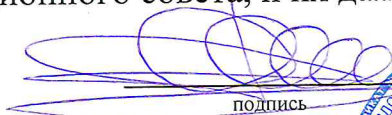
Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрен и утвержден на заседании кафедры «Мосты, тоннели и подземные сооружения» ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» «30» января 2023 г., протокол №5. Присутствовали: 14 чел. Проголосовали: «за» 14, «против» – 0, «воздержались» 0.

Председательствующий на заседании кафедры кандидат технических наук по специальности 05.23.02 (2.1.2) «Основания и фундаменты, подземные сооружения», доцент, заместитель заведующего кафедрой «Мосты, тоннели и подземные сооружения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения»



Цвигунов Дмитрий Геннадьевич

Согласен на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



Цвигунов Дмитрий Геннадьевич

Подпись Цвигунова Дмитрия Геннадьевича  
Заверяю Островский П.Ю.  
Зам. Начальника - Начальник отдела кадров  
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения»



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения».  
Россия, 680021, г. Хабаровск, ул. Серышева, дом 47  
Телефон: +7 (4212) 40-72-00, (4212) 35-9585, (4212) 64-7348  
E-mail: [root@festu.khv.ru](mailto:root@festu.khv.ru)  
Официальный сайт: <https://dvgups.ru/>



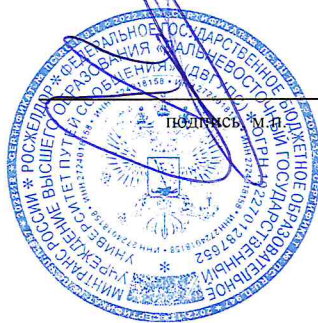
Ректору ФГБОУ ВО «Тюменский  
индустриальный университет»,  
канд. экон. наук, доценту,  
В.В. Ефремовой

## СОГЛАСИЕ

Я, Пугачев Игорь Николаевич, доктор технических наук, профессор, проректор федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» Министерства транспорта Российской Федерации Федерального агентства железнодорожного транспорта, в соответствии со ст. 9 Федерального закона от 27.07.2006 №152-ФЗ «О защите персональных данных» даю согласие на обработку моих персональных данных ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», а именно совершение действий, предусмотренных п. 3 ст. 3 Федерального закона №152-ФЗ со всеми данными, которые находятся в распоряжении ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет».

Согласие вступает в силу со дня его подписания и действует в течение неопределенного срока. Согласие может быть отозвано мною в любое время на основании моего письменного заявления.

«31» 01 2023 г.



Пугачев И.Н.