

ОТЗЫВ

официального оппонента **Титкова Сергея Николаевича**
на диссертационную работу Исакова Владимира Александровича
«Влияние криогенных процессов на устойчивость автомобильных и железных дорог»,
представленную на соискание учёной степени кандидата географических наук
по специальности 25.00.31 – Гляциология и криология Земли

Россия является единственной страной в мире, где строительство железных и автомобильных дорог в криолитозоне носит столь массовый характер. При этом более чем вековой опыт транспортного строительства в суровых климатических условиях не избавляет от необходимости раз за разом расходовать колоссальные средства для поддержания более или менее устойчивого функционирования транспортных систем, минимизации последствий негативного воздействия процессов, вызванных нарушениями естественных условий теплообмена несущих грунтов с окружающей средой и последующими деформациями дорожного полотна и железнодорожных путей. Как следствие этого – расходы на поддержание в рабочем состоянии автомобильных и железных дорог в некоторых регионах уже приблизились, а то и превысили стоимость собственно строительства.

В связи с этим очевидна **актуальность** темы диссертации В. А. Исакова. Она определяется необходимостью борьбы с последствиями проявлений деформаций на дорогах северных и восточных регионов России, что снижает их эксплуатационные свойства и эффективность освоения богатых ресурсами территорий. Оценка роли криогенеза в развитии деформаций и снижении устойчивости дорог затрагивает не только прикладные аспекты криолитологии, но и позволяет изучить развитие криогенных процессов в системе с определёнными условиями теплообмена, свойственными большому количеству искусственных грунтовых массивов.

Объектом исследования в работе являются сезонно- и многолетнемёрзлые грунты, определяющие эксплуатационную надёжность дорог, в различных регионах криолитозоны.

Предметом исследования работы являются криогенные процессы с позиции их влияния на устойчивость дорог и возникновение деформаций земляного полотна.

Научная новизна диссертации заключается в первую очередь в широком географическом охвате, что позволило получить новые данные о закономерностях криогенеза в пределах объекта исследования для различных по геокриологическим условиям регионам криолитозоны. Во-вторых, в работе впервые проведён прогноз развития криогенных процессов в насыпных грунтах, а прогноз развития криогенных процессов в естественных грунтах дополнен важным критерием – типом

квазистационарного температурного состояния. В третьих, по результатам работы автор классифицирует основные типы деформаций в зависимости от ведущих криогенных процессов, и на основании этого предлагает наиболее эффективные решения по стабилизации деформаций. Важной стороной работы является рассмотрение деформаций дорог как следствия внутренней динамики природно-технической системы без учёта субъективных ошибок при изысканиях, проектировании и строительстве. Подробное рассмотрение внутренней структуры природно-технической системы дороги позволило выделить 3 основных типа грунтовых масс с характерными для них нагрузками и воздействием.

Личный вклад автора заключается в богатом фактическом материале, собранном в ряде экспедиций (в 2008 г – Верхнезейская равнина, Становой хребет и полуостров Ямал; в 2009 г. – Центральная Якутия; в 2010 г. – Енисейский Север; в 2011 – север Западной Сибири); анализе производственных отчётов, выпущенных с участием автора, и результатах выполненного соискателем моделирования температурного поля грунтов и развития криогенных процессов.

По теме диссертации опубликовано 11 работ, 3 из которых включены в перечень ВАК. Основные положения диссертации были доложены на российских и международных научных конференциях

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения и списка литературы. Объём работы составляет 155 страниц текста, 47 иллюстраций и 14 таблиц. Список литературы насчитывает 173 наименования.

Основное содержание диссертации

Во Введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулирована цель исследований – изучение закономерностей криогенеза и влияния его проявлений на устойчивость грунтов в основании дорог; определены основные задачи, раскрыта научная новизна, сформулированы основные защищаемые положения, оценена практическая значимость. Приведены сведения об апробации результатов исследований, включая три публикации в периодических изданиях из перечня ВАК по теме диссертации, данные о структуре и объёме работы и благодарности.

В главе 1 *«История и современное состояние изучения проблемы устойчивости автомобильных и железных дорог в криолитозоне»* соискателем изложена история изучения проблемы устойчивости дорог в криолитозоне, выполнен обзор современных взглядов на влияние криогенных процессов на эти объекты, а также предложена оригинальная модель природно-технической системы дороги в условиях

многолетнемёрзлых пород. В рамках данной модели соискатель предлагает рассматривать 3 типа грунтовых масс (насыпь, естественные грунты в её основании и естественные грунты в пределах полосы отвода), образующихся в результате взаимодействия природных и техногенных компонентов системы.

В главе 2 *«Методика проведения исследований»* перечисляются основные источники данных для исследования, приведены условия моделирования температурного поля в основании дорог и развития криогенных процессов. В главе также представлены характерные для 11 изучаемых пунктов криолитологические разрезы, результаты расчёта радиационной поправки для дорожного покрытия и толщины снежного покрова на откосах.

В главе 3 *«Региональные закономерности формирования геокриологической обстановки в основаниях дорог»* соискателем приведены результаты регионального обзора условий и факторов развития криогенных процессов в условиях обозначенной в разделе 1.3 природно-технической системы дорог. Обзор проводился для 8 регионов криолитозоны России – Кольского, Мало-Большеземельского, Западносибирского, Таймырского, Центрально-Якутского, Чукотского, Приамурского и Забайкальского. В обзор были включены основные физико-географические и геокриологические характеристики региона, результаты моделирования температурного поля грунтов в основании дорог и опыт эксплуатации автомобильных и железных дорог в регионе. На основании полученных данных соискателем сформулировано первое защищаемое положение: «определены 4 типа квазистационарного температурного состояния в природно-технической системе автомобильных и железных дорог в криолитозоне, отражающие региональные закономерности формирования геокриологической обстановки в специфических условиях техногенной нагрузки: устойчивый, переходный низкотемпературный, переходный высокотемпературный и неустойчивый».

В конце главы, на основании опыта эксплуатации дорог в регионах, охарактеризованных как «устойчивые», делается вывод, что не всегда деформации дорожного полотна определяются квазистационарным тепловым режимом грунтов, они также могут быть обусловлены сезонными колебаниями температуры и нарушением условий теплообмена на прилегающей территории.

Глава 4 *«Условия развития криогенных процессов в разных типах грунтовых массивов природно-технических систем автомобильных и железных дорог в криолитозоне»* посвящена результатам моделирования некоторых криогенных процессов в различных типах грунтовых масс, выделенных автором в разделе 1.3.

Для насыпных грунтов автор выполняет прогноз выветривания, сегрегационного льдовыделения, пучения и морозобойного растрескивания на основании данных о сезонном колебании температуры грунтов для 4 пунктов криолитозоны России (Анадырь, Норильск, Якутск и Чита), охарактеризованных в главе 3 различными типами квазистационарного температурного состояния грунтов. Результаты прогноза указывают на то, что под воздействием криогенных процессов происходит ухудшение прочностных свойств насыпных грунтов.

Для естественных грунтов в основании земляного полотна соискатель выполняет оценку активности термокарста, выветривания бортов выемок, криогенного пучения и оползания. Результатом этой оценки является вывод о зависимости активности развития деструктивных криогенных процессов от типа квазистационарного температурного состояния, свойств естественных грунтов и нагрузки от земляного полотна.

На основании приведённых данных о сезонных и многолетних колебаниях температуры и выполненного на их основе прогноза активности криогенных процессов соискатель обосновывает второе защищаемое положение: «выявленные неравномерности в динамике температурного поля являются достаточными для активизации криогенных процессов (выветривания, сегрегационного льдовыделения, пучения и морозобойного растрескивания, термокарста и ползучести) и изменения свойств и состояния грунтов в пределах природно-технической системы автомобильных и железных дорог в криолитозоне». Заметим попутно, что понятие «ползучесть» относится к реологическим свойствам грунтов, и вряд ли это явление может быть включено в ряд криогенных процессов, перечисленных выше. Очевидно, речь здесь идет о деформациях грунтов под длительной нагрузкой,

Из приведённой в главе оценки различий в активности криогенных процессов, выявленных для пунктов, характеризующихся различными типами квазистационарного температурного состояния грунтов, следует третье защищаемое положение: «интенсивность развития криогенных процессов и их разнообразие напрямую связаны с типом квазистационарного температурного состояния».

В главе также рассмотрены причины активизации криогенных процессов в пределах полосы отвода и сделан вывод о связи масштаба развития криогенных процессов и сложности ландшафтной структуры природных комплексов в пределах которых расположено земляное полотно дорог.

Глава 5 «Влияние криогенных процессов на деформации земляного полотна в криолитозоне» посвящена описанию основных морфологических типов деформаций дорог и объяснению причин их возникновения. Соискатель выделяет основные типы

деформаций дорог - осадки, волнообразные деформации, эрозию и оползание откосов, пучины, и даёт объяснения их возникновения с точки зрения криогенеза на основании результатов, полученных в предыдущих главах. Развитие деформаций в главе объясняется закономерными изменениями естественных и насыпных грунтов под воздействием криогенных процессов, что позволяет сформулировать четвёртое защищаемое положение: «деформации дорог в криолитозоне в основном определяются криогенными факторами и процессами».

В конце главы проводится классификация деформаций по основным факторам развития криогенных процессов, их вызывающих. Таким образом, формулируется пятое защищаемое положение: «Основные типы деформаций дорог разделяются на 3 группы: деформации вызванные сезонными колебаниями температуры грунтов; деформации обусловленные многолетним изменением температуры грунтов; деформации связанные с активизацией криогенных процессов на территориях, прилегающих к земляному полотну дороги».

Глава 6 «Основные рекомендации по повышению устойчивости природно-технической системы автомобильных и железных дорог в криолитозоне» посвящена рассмотрению существующих мер стабилизации мерзлотной обстановки в основаниях дорог с точки зрения эффективности их применения для борьбы с деформациями выделенных групп. Соискателем выделены наиболее эффективные методы для стабилизации деформаций, а также сформулированы основные критерии геокриологического прогноза для автомобильных и железных дорог.

В **Заключении** диссертации перечислены основные результаты работы и сделан вывод о достижении цели исследования.

Полученные в работе новые научные результаты опубликованы автором в изданиях, рекомендованных ВАК, и тезисах научных и научно-практических конференций, в том числе международных.

По содержанию диссертации имеется ряд **замечаний и рекомендаций**.

1. Для моделирования температурного поля выбраны 11 пунктов, при этом данные опыта эксплуатации и наблюдений присутствуют не для всех из них. Почему были выбраны именно эти пункты, а не те, по которым у автора есть подробная информация?
2. В главе 3 приведены основные характеристики климата, рельефа и растительного покрова для 8 регионов криолитозоны, которые в дальнейшем лишь частично использованы при моделировании и анализе влияния криогенеза на устойчивость дорог.

3. В работе присутствуют периодические упоминания о моделировании температурного поля для насыпей ниже и выше 6 м. При этом результаты этого моделирования нигде не изложены. Соблюдаются ли в них полученные автором закономерности распределения температуры?
4. Автором при численном моделировании принята полная очистка от снега основной площадки насыпи. На практике такая ситуация представляется маловероятной. При расчёте стоило учесть это обстоятельство.
5. В расчетах не учитывается не только экспозиция откосов насыпей – фактор особенно важный для дорог, расположенных в южной части криолитозоны, но и направление господствующих ветров, играющих ключевую роль в перераспределении снежного покрова.
6. При прогнозе морозобойного растрескивания не приведены данные о температуре деформирующихся сред, которая является важным фактором для их прочностных характеристик.
7. Выводы о влиянии ландшафтной структуры на интенсивность проявления криогенных процессов в полосе отвода (раздел 4.3) могут быть дополнены. Например, масштаб развития криогенных процессов на однородной в ландшафтном отношении мари будет, вероятно, значительно выше, чем при частом чередовании хорошо дренированных ландшафтов. Недостаточное количество иллюстраций такого наглядного, явления как криогенные процессы на полосе отвода.
8. При обосновании причин возникновения волнообразных деформаций автор говорит о близости значений, полученных при прогнозе морозобойного растрескивания, и наблюдаемых амплитудах искривления дорожного полотна, не приводя при этом данных о результатах полевых наблюдений за искривлениями полотна.
9. В целом 5-й главе не хватает иллюстративного материала, объясняющего механизм образования деформаций и роли криогенных процессов в них. Это несколько снижает возможность восприятия приведённой информации.
10. В 6-й главе автор достаточно поверхностно описывает методики геокриологического прогноза и мониторинга, давая ссылки на свои работы, где они описаны более полно. Учитывая естественнонаучный характер и результаты диссертационной работы, именно этим методикам, а не применению различных технических средств для инженерной защиты земляного полотна, нужно было уделить максимальное внимание.

11. В расшифровке символов для формул 1 – 4, приведенных в гл. 2, отсутствуют размерности физических величин.
12. В тексте диссертации и в списке литературы содержатся ссылки на «Строительные нормы и правила» (СНиПы). Следовало сослаться на «Своды правил» - актуализированные редакции соответствующих СНиПов.
13. Если в списке литературы приводится несколько работ одного автора, следует располагать их в хронологическом порядке. В случае, когда у автора ссылки более одной публикации за год – использовать символы «а», «б», и т. д.
14. В автореферате написано, что по теме диссертации опубликовано 11 печатных работ, в то время как в списке публикаций их перечислено только восемь.
15. К сожалению, в работе отсутствует картографический материал. Было бы весьма полезно поместить схему расположения районов исследований, а также для отдельных объектов обозначить в более крупном масштабе наиболее проблемные участки с точки зрения развития негативных криогенных процессов.

Сделанные замечания относятся к отдельным аспектам диссертационной работы В.А. Исакова, не ставят под сомнение основные выводы диссертации и могут рассматриваться как рекомендации для дальнейшей работы.

Заключение

Выполненная В.А. Исаковым диссертационная работа направлена на решение актуальной задачи в области географии – анализе влияния криогенных процессов на устойчивость автомобильных и железных дорог в условиях сурового климата и вечной мерзлоты с учётом региональных особенностей. В.А. Исаков применил для решения этой проблемы, в рамках своего исследования, широкий набор методов естественных наук, что позволило ему получить новые научные данные о развитии криогенных процессов и связанных с ними деформациях дорог. Большую ценность имеет прогноз развития криогенных процессов, выполненный количественными методами.

Разработки, выполненные автором, соответствуют современному научно-техническому уровню исследований с применением новейших методов и технических средств. Работа выполнена автором самостоятельно на высоком научном уровне, написана литературным языком, стиль изложения доказательный. Внутренняя структура работы соответствует поставленным задачам, защищаемые положения достоверны, обоснованы и базируются на результатах работы. Диссертация содержит достаточное количество исходных данных, рисунки, графики и таблицы хорошо иллюстрируют научные

заключения автора. Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в автореферате, который соответствует содержанию диссертации.

Диссертацию Исакова Владимира Александровича «Влияние криогенных процессов на устойчивость автомобильных и железных дорог» по своему уровню и объёму, научной и практической важности полученных результатов, можно рассматривать как законченную научно-квалификационную работу. Решаемые в ней задачи направлены на расширение существующих знаний об эволюции криолитозоны Земли под воздействием техногенных факторов. В диссертации содержатся новые научные результаты, положения, выдвигаемые для публичной защиты, и отражен личный вклад автора. Работа соответствует требованиям пунктов 9 и 10 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённых постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842.

Представленная работа отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Исаков Владимир Александрович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата географических наук по специальности 25.00.31 – Гляциология и криология Земли.

Официальный оппонент,

Главный специалист ООО «ИГИИС»

Кандидат географических наук



Титков Сергей Николаевич

Место работы – Институт геотехники и инженерных изысканий в строительстве (ООО «ИГИИС»). 107 076, Москва, ул. Электрозаводская, д. 60, тел. (495) 366 31 89, e-mail: mail@igiis.ru, [www: igiis.ru](http://www.igiis.ru).

Подпись руки С. Н. Титкова заверяю

Первый заместитель генерального
директора ООО «ИГИИС»



Г. Р. Болгова