

ОТЗЫВ официального оппонента

на диссертацию на соискание ученой степени

**кандидата географических наук Юрова Федора Дмитриевича на тему:
«Геолого-географические факторы устойчивости транспортных систем в
криолитозоне при изменении климата и усилении техногенеза» по
специальности 1.6.8 — «Гляциология и криология Земли»**

Реализация стратегии ускоренного развития северных территорий страны невозможна без анализа и прогноза поведения различных компонентов природной среды как в условиях текущих климатических флуктуаций, так и в их взаимодействии с человеческой деятельностью. Разнообразие и специфика физико-географических, геологических и геокриологических обстановок в Арктике делают крайне сложным освоение этих пространств, так и обеспечение стабильности созданных и вновь возводимых хозяйственных объектов. Поэтому для северных регионов широко ведутся фундаментальные и прикладные исследования по выработке эффективных и надежных методов возведения и эксплуатации инженерной инфраструктуры, в т.ч. с учетом характера объектов: промышленные комплексы, урбанизированные территории, линейные сооружения различного назначения, районы традиционного хозяйствования и т.п. Обеспечение устойчивости природной обстановки и техногенно-изменённой среды невозможно без корректных прогнозов изменения физико-географических, геокриологических и смежных с ними условий. В большинстве случаев это касается устойчивости многолетнемёрзлых (вечномерзлых) горных пород как основания сооружений и как среды развития криогенных процессов. Вовлекаемый в эти процессы деятельный слой наиболее контрастно реагирует на изменения.

Актуальность темы исследования Юрова Ф.Д. не вызывает сомнения, поскольку именно в последние десятилетия в Арктическом регионе фиксируются климатические изменения, которые оказывают особое негативное влияние на ландшафты и на мёрзлые породы. Результатом этого становится снижение устойчивости инженерных объектов, нарастание темпов и количества деформаций зданий и сооружений. В этом контексте особое внимание привлекают объекты транспортной инфраструктуры: автомобильные и железные дороги, аэропортовые комплексы, трубопроводы различного назначения. Для освоения и развития гигантских северных регионов транспортная инфраструктура критически важна, и при этом она весьма уязвима из-за своей большой протяженности (от сотен метров до сотен километров) и жёстких требований по непрерывной бесперебойной работе в мозаичных разнотипных природных условиях вдоль соответствующих трасс.

Сообразно актуальности ёмко и внятно сформулирована **цель исследования**: выявление и оценка роли географических и геологических факторов, оказывающих воздействие на устойчивость транспортной инфраструктуры в геосистемах различного масштаба. Из неё вытекают основные задачи – выбрать и обследовать опорные регионы, провести сравнительный анализ воздействия региональных факторов на устойчивость транспортных систем, предложить на этой основе оптимальную схему мониторинга устойчивости транспортных объектов.

Защищаемые положения, выносимые Ф.Д. Юровым на защиту сформулированы ясно, логично, выведены из результатов диссертационного исследования и ёмко обоснованы в заключении.

Структура представленной работы вполне логична, диссертация включает в себя введение, 5 глав, заключение, список литературы и приложение. Текст работы изложен на 129 страницах машинописного текста,

содержит 48 иллюстраций и 16 таблиц. Список литературы состоит из 134 наименований, 25 из которых – на иностранном языке.

Во введении сформулированы актуальность, цель и задачи исследования, выносимые на защиту положения, представлена информация об использованном фактическом материале, методах и методологии исследования, личном вкладе автора, новизне, практической и теоретической значимости, достоверности и апробации результатов.

В первой главе «Анализ современного состояния исследований» (стр. 13-25) автор приводит краткий, но при этом достаточно содержательный и корректный по выбору источников обзор современных исследований по тематике устойчивости объектов транспортной инфраструктуры в криолитозоне. В этой главе диссертант приводит данные о климатических изменениях в Арктическом регионе и реакции на них мерзлоты, обобщает сведения о наиболее опасных для транспортной инфраструктуры экзогенных процессах, акцентируя внимание на процессах криогенной природы, касается роли антропогенного воздействия в возникающих деформациях. Отдельным блоком первой главы выступает обзор основных положений и проблем организации и проведения геотехнического мониторинга на линейных объектах.

Во второй главе «Основные типы транспортных объектов» (стр. 25-37) диссертант приводит информацию об особенностях конструкции, строительства и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры на территории криолитозоны, устойчивость которых анализируется в работе: автомобильных и железных дорог, магистральных и внутрипромысловых нефте- и газопроводов, а также взлетно-посадочных полос аэродромных комплексов.

В третьей главе «Методика проведения исследований» (стр. 37-47) автором выделяется два раздела. В первой части дано описание методики полевых исследований, выполнявшихся автором в пяти регионах

криолитозоны (Западный сектор Евразийской Арктики): температурных измерений в толще мёрзлых пород, визуальных наблюдений деформаций сооружений, геодезических работ по оценке величин вертикального смещения поверхности, в том числе, описана примененная на арх. Шпицберген методика выявления деформированных участков дорог и взлетно-посадочных полос при помощи наземного лазерного сканирования. Второй раздел главы посвящен методике численного моделирования температурного поля грунтов и основных инженерно-геокриологических параметров (силы морозного пучения, осадка грунтов при увеличении сезонного оттаивания, изменение несущей способности вмороженных свайных фундаментов) к 2050 году с учетом существующих трендов к увеличению температуры наружного воздуха.

В четвертой главе «Физико-географические условия районов исследования» (стр. 47-80) автор описывает природные условия «ключевых» регионов, в роли которых выступают Шпицберген (а именно г. Лонгйир – административный центр архипелага), Воркутинский промышленный район, Приуральский район ЯНАО (в т. ч. г. Салехард), Ванкорская группа месторождений и Норильский промышленный район. Сводная таблица, содержащая информацию об основных физико-географических условиях опорных регионов исследования представлена в приложении.

Пятая глава «Географические особенности устойчивости линейных транспортных объектов в опорных регионах» (стр. 80-107) является ключевой в работе, здесь содержатся основные результаты, полученные автором в ходе исследования. Первый раздел посвящен анализу результатов численного моделирования мощности слоя сезонного оттаивания, осадки грунтов при оттаивании, касательных сил морозного пучения и несущей способности вмороженного свайного фундамента к 2050 году с учетом фиксируемых в опорных регионах трендов климатических изменений. Наиболее негативные изменения прогнозируются автором для архипелага

Шпицберген, что соотносится с чрезвычайно активным потеплением климата в этом районе. Также результаты расчетов диссертанта демонстрируют контрастность прогнозируемых изменений в границах одного региона в зависимости от мерзлотно-литологических условий, по данным этих расчетов снижение несущей способности в грунтах различного состава может достигать 1,5-2 раз, осадка грунтов – 2,5 раз.

Во втором разделе главы автор описывает комплекс проблем устойчивости объектов транспортной инфраструктуры для каждого из опорных регионов и формулирует вывод о разномасштабности воздействия различных групп геолого-географических факторов: на региональном уровне ключевую роль играют климатические и геоморфологические факторы; на локальном уровне на первый план выходят мерзлотно-литологические условия; а на микроуровне отмечается возрастание роли гидрологических и гидрогеологических условий, а также особенностей снегоотложения. В заключительном разделе главы автор предлагает концепцию мониторинга устойчивости транспортных объектов на трех уровнях (региональном, локально и «точечном») в зависимости от пространственной мозаичности (или выведенной им «разномасштабности») воздействия различных групп природных факторов.

В заключении приведены основные выводы работы и в развёрнутой форме фактически даются защищаемые положения. Здесь казалась несколько нетрадиционная компоновка материала, при которой защищаемые положения не распределены по тематическим главам работы, а собраны воедино. В данном случае это представляется вполне оправданным, потому что доказательная база всех положений в значительной степени пересекается, присутствуя во всей работе.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, базируются на комплексном применении полевых и аналитических методов исследования и хорошо обоснованы. Соискатель

решил поставленные им задачи и достиг цели исследования. Достоинством работы в этом плане является обширный оригинальный полевой материал, собранный автором в ходе экспедиционных работ в опорных регионах.

Достоверность полученных результатов базируется на обобщении и использовании в работе широкого круга теоретических, прикладных и фондовых работ по проблематике исследования, корректном выборе методики и ее соответствии поставленной цели и задачам, в том числе, применением современных методов моделирования, лазерного сканирования и др., а также на исследовательском опыте соискателя, который демонстрируется обширным списком собственных публикаций диссертанта.

Научная новизна диссертационной работы не вызывает сомнения. Впервые была продемонстрирована пространственная неоднородность воздействия основных геолого-географических факторов на транспортные объекты в криолитозоне, выведены закономерности преобладания различных природных факторов в геосистемах различного масштаба. Автор провел прогнозное численное моделирование температурных параметров и инженерно-геокриологических характеристик мёрзлых грунтов к 2050 году на основе данных о трендах климатических изменений в опорных регионах и получил оригинальные результаты. Для опорных регионов были впервые выявлены комплексы проблем, угрожающих устойчивости объектов транспортной инфраструктуры, проведен сравнительный региональный анализ. Также автор предложил оригинальную концепцию организации мониторинга устойчивости транспортных объектов, основанную на выявленных им закономерностях.

Вместе с тем к работе имеется ряд замечаний.

1. Думается, что можно было бы увеличить количество картографического материала, например, ландшафтная карта или карта природных комплексов северо-западной Евразии сделала бы более понятным выбор ключевых регионов исследования; карты ландшафтно-мерзлотных

условий для районов исследования с вынесенной транспортной инфраструктурой делали бы очевидным вывод о целесообразности многоуровневого мониторинга.

2. В главе, описывающей физико-географические условия опорных регионов, не хватает более «новых» ссылок на источники, автор больше ссылается на публикации последней трети XX века, оставляя в стороне новые публикации (в какой-то степени это понятно, т.к. среди последних почти нет крупных обобщающих работ). Не приведены общие и региональные ряды наблюдений и тренды климатических и геокриологических параметров, поэтому автору приходится оперировать уже готовыми цифрами, и не всегда ясно, оптимален ли их выбор.
3. При описании природных условий территории исследований было бы целесообразно коррелировать представляемый материал с единицами геокриологического и инженерно-геологического районирования, что могло бы дать дополнительный эффект при обсуждении подходов к мониторингу.
4. При численном моделировании автор использует весьма усредненные тренды увеличения температуры наружного воздуха, например, предложенные в отчетах IPCC. Применение специализированных моделей, имеющих более узкую региональную специфику, мог бы сделать результаты численного моделирования более корректными.
5. Описание существующих норм и методов мониторинга было бы более удачным в разделе 5.3, где автор излагает свою концепцию организации мониторинга, а не в главе 1.
6. Защищаемые положения работы изложены в заключении в весьма размытых формулировках, смешиваясь с другими выводами. Такая форма подачи положений не совсем удачна. Для читателя было бы удобнее, если бы автор повторил защищаемые положения здесь в явном виде.
7. В сводной таблице с данными о физико-географических условиях опорных регионов (приложение 1) указан тренд увеличения температуры

наружного воздуха для г. Салехард, равный $0,1 \text{ } ^\circ \text{C/год}$, что является опечаткой – в тексте работы автор оперирует корректными значениями тренда потепления в Нижнем Приобье.

8. Хотя работа написана на хорошем языке, в тексте встречаются отдельные грамматические ошибки, встречаются пропущенные или лишние предлоги, некоторые предложения выстроены весьма громоздко, что затрудняет восприятие материала.
9. Автор допускает использование термина «температура мерзлоты», не пояснив в начале, что имеется в виду температура многолетнемерзлых (вечномерзлых) пород на глубине нулевых годовых колебаний.
10. Вызывает сомнение фраза «в настоящее время должной инженерной защиты объектов инфраструктуры в окрестностях города [Лонгйир] от воздействия лавин не существует» (с. 91). По доступной информации сход описываемых автором лавин побудил администрацию г. Лонгйир начать возведение снегоудерживающих и лавиноостанавливающих сооружений.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.6.8 — «Гляциология и криология Земли» (по географическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Работа оформлена согласно приложениям № 8, 9 к Положению о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Юров Федор Дмитриевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.8 — «Гляциология и криология Земли».

Официальный оппонент:

Доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, заместитель директора по научной работе Института криосферы Земли – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук» (ИКЗ ТюмНЦ СО РАН).

ОРГ.ПРАВ.ФОРМА – ФГБУН: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр Тюменский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук (ТюмНЦ СО РАН)

Дроздов Дмитрий Степанович

04.03.2024

Контактные данные: тел.: +7-916-241-67-55, e-mail: ds_drozдов@mail.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 25 00 36 – Геоэкология

Адрес места работы:

юридический адрес: 625026, Тюменская обл., г. Тюмень, ул. Малыгина д. 86;

почтовый адрес: 625000, Тюменская обл., г. Тюмень, а/я 1230.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр Тюменский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук (ТюмНЦ СО РАН), Тел.: 8 (3452) 40-63-60; e-mail: fic@tmnsc.ru

Подразделение: Институт криосферы Земли – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук» (ИКЗ ТюмНЦ СО РАН)

Подпись **Дроздова Дмитрия Степановича**, сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук (ИКЗ ТюмНЦ СО РАН)

УДОСТОВЕРЯЮ:

руководитель/кадровый работник

04.03.2024



В.Т. Ренев