

Отзыв официального оппонента
о диссертационной работе **Сергеева Дмитрия Олеговича**
«МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИХ
ОПАСНОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА И
ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ»,

представленной на соискание ученой степени **доктора геолого-
минералогических наук по специальности 1.6.7 – инженерная геология,
мерзлотоведение и грунтоведение**

Представленная к защите работа раскрывает методологические основы анализа геокриологических опасностей в условиях меняющегося климата и техногенной нагрузки. В ней предложена система принципов, подходов, методов и способов организации научно-практической деятельности, которые определяют обоснованность разноплановых программ мониторинга, геокриологического районирования и составления геокриологических прогнозов различной степени срочности. Методологическим путём анализа геокриологических опасностей служит разработанная процедура, определяющая желательную очерёдность проведения полевых, камеральных и лабораторных исследований. В связи с этим актуальность работы не вызывает сомнений.

Д.О. Сергеевым предпринята попытка объединения подходов и методов общего (классического), а также инженерного мерзлотоведения для анализа и оценки геокриологических опасностей. Традиционно эти два направления развивались и развиваются достаточно обособленно друг от друга.

Впервые анализ геокриологических опасностей представлен в виде процедуры, опирающейся на современные методические достижения геокриологического мониторинга, прогноза и районирования.

Диссертантом определено содержание понятия «геокриологическая опасность», охарактеризованы неопределённости, возникающие при характеристике геокриологических опасностей и требующие учета при геокриологических прогнозах, предложен подход, предполагающий привлечение достижений и методов фундаментальной геокриологии в формулировке ряда практических задач инженерной геокриологии, разработана новая система оценки состояния и динамики многолетней мерзлоты в условиях изменяющегося климата и техногенеза.

Сформулированные автором задачи исследований представляют несомненный интерес. Обращает на себя внимание широкое привлечение компьютерных средств хранения, обработки материалов, геокриологических расчетов и моделирования. Это является одним из достоинств представленной работы.

География исследований диссертанта весьма обширна. Ключевыми объектами явились природно-технические системы объектов железнодорожного и трубопроводного транспорта, а также объектов гражданского и гидротехнического строительства северо-востока Европейской части России (район г. Воркуты),

Центральной и Южной Якутии, Северного Забайкалья, а также Центральной Аляски в США.

Следует также отметить и практическую значимость диссертационной работы – возможность использования процедуры оценки геокриологических опасностей для разработки программ адаптации к изменению климатических и геокриологических условий, включая меры инженерной защиты территорий и объектов, рекомендации для проектировщиков и эксплуатационных служб действующих народно-хозяйственных объектов.

Диссертационная работа состоит из 5-ти глав, введения и заключения общим объемом 273 страницы машинописного текста. В текст диссертации включены 106 рисунков и 11 таблиц. Список литературы насчитывает 133 наименования.

Во **Введении** отмечены актуальность темы проведенных исследований и степень разработанности ее частных аспектов, охарактеризованы научная новизна и практическая значимость выполненной работы.

В своей работе Д.О. Сергеев акцентирует внимание на пяти защищаемых положениях, которые отражают степень решения поставленных автором задач. С каждым защищаемым положением в целом можно согласиться.

По теме диссертации автор имеет 25 публикаций из перечня ВАК Минобрнауки РФ, 9 – в зарубежных изданиях, входящих в международные базы данных (с. 41-48 автореферата). Всего опубликовано 178 работ, включая разделы в 9 монографиях. Они так или иначе касаются представленной на защиту работы.

В **1-й главе «Понятие геокриологической опасности»** изложены существующие подходы к определению содержания и структуры понятия геокриологической опасности, охарактеризованы источники, виды, география и процедура анализа геокриологических опасностей.

Автор обосновывает структуру понятия геокриологической опасности, упорядочивая характеристику элементов природно-технических систем по видам, степени и динамики геокриологических опасностей с учётом их масштаба и времени проявления, приводит концептуальное описание процедуры оценки геокриологической опасности, которая позволяет формализовать порядок выбора и применения методов для комплексирования районирования, мониторинга и геокриологического прогноза. Изложенные положения легли в основу формулировки **первого защищаемого положения**.

Замечания, вопросы, пожелания.

Содержание раздела 1.1 диссертации не отвечает его названию «Существующие подходы к определению содержания и структуры понятия геокриологической опасности». На самом деле диссертант лишь акцентирует внимание на существующих российских и зарубежных методических подходах, приемах к оценке опасности геокриологических и геологических процессов вне области развития многоленемерзлых пород. Где же анализ понятийной базы? Дополненная диссертантом генетическая систематизация опасных

геологических процессов, приведенная в таблице 1, никак не раскрывает существа понятия «геокриологическая опасность».

Раздел 1.2 стартует с определения понятия «геокриологическая опасность», предложенного автором работы. Авторское обновление содержания понятия «геокриологическая опасность» основывается на объединении основ инженерно-геологических и инженерно-геокриологических знаний с фундаментальными направлениями геокриологии (исторической, динамической, региональной), а также с криогидрогеологией и с ландшафтоведением. Где же изюминка?

Если в понятие "геокриологическая опасность" включены:

1) факт ожидания ущерба неизвестной величины (выражается геометрически в форме областей геологического пространства, в пределах которых существует принципиальная возможность развития геокриологических процессов); 2) ожидание развития процесса заданной магнитуды на заданный момент времени; 3) ожидание конечного геологического эффекта (изменение напряжённо-деформированного состояния грунта, эволюция поверхности, изменения водно-физических свойств грунта) от развития управляющего процесса на конец заданного интервала времени, то как они учтены в предложенном автором определении понятия?

Очень странным выглядит тезис диссертанта о том, что «Источниками геокриологических опасностей являются криолитологические неоднородности ...» (стр. 22). Только ли вода в соотношении с ландшафтными условиями обуславливает возможность развития геокриологических процессов?

Уходя от детальной характеристики источников, автор работы приводит дополнительно набор хорошо известных факторов опасностей – «климатических, гидрологических, геоботанических и геологических природных или антропогенно обусловленных событий».

В тексте раздела понятие «геокриологические опасности» неоправданно подменяется «опасностями вечной мерзлоты», «криогенные процессы» «геокриологическими процессами». Хотя возможен и сознательный шаг диссертанта в память об М.И. Сумгине, Э.Д. Еришове, Л.С. Гарагуле!!!

При определении понятий термокарст, термоэрозия, термическая суффозия, криогенное пучение, наледееобразование и др. приводятся ссылки на работы уважаемых коллег Shur & Osterkamp, 2007, van Everdingen, 1998, Shur et al., 2016. Где же ссылки на основополагающие отечественные учебники – «Основы геокриологии (мерзловедения), 1959», «Общее мерзловедение, 1978», «Общая геокриология, 1990» и др. Например, термин «термокарст» введен в советскую литературу М.М. Ермолаевым в 1932 г. и был принят в мировой литературе (Основы геокриологии (мерзловедения), 1959, т.1, с. 391). За Державу обидно!

В главе 2 «Характеристика геокриологических опасностей» описаны показатели наличия геокриологической опасности, ее степени, динамика

геокриологических опасностей и её связь с изменениями состояния вечной мерзлоты и активностью криогенных процессов. С достаточной степенью детальности рассмотрены подходы к выбору показателей состояния и динамики геокриологических условий. Показатели разделены на серию пар: прямые и производные, прямые и косвенные, ключевые и вспомогательные, общие и специальные, временные и пространственные. Они отражают в целом состояние геокриологических условий и признаки активности процессов, его изменяющих.

Опираясь на макет условных обозначений разработанной авторской карты-схемы прогнозируемых геокриологических опасностей (масштаб 1:5 000 000), диссертант справедливо отмечает, что для определения фоновой (региональной) активности неблагоприятных геокриологических процессов рационально «привязываться не к температурному режиму горных пород и не к показателям, характеризующим значительные территории», а необходим расширенный графический аппарат..., позволяющий отобразить тепловое состояние горных пород, динамику температуры в разрезе и по годам, удельное содержание влаги по разрезу, многолетнюю изменчивость положение кровли ММП, подошвы СТС, дат смыкания границ и др.

В этом видится критериальная основа выбора показателей состояния и динамики «вечной мерзлоты» применительно к характеристикам наличия, степени и динамики геокриологических опасностей.

Глава 3 посвящена методическим приёмам анализа геокриологических опасностей. В соответствующих разделах изложены принципы учёта детерминированности и стохастичности характеристик геокриологических условий, активности и направленности геокриологических процессов, пространственного масштаба исследования, временного масштаба исследования при разновременных внешних воздействиях, геокриологической истории развития территории.

Для оценки геокриологических опасностей рекомендуется при всей методической сложности использовать экстенсивность и интенсивность процессов. Предлагается подход, в котором на основе исходного ландшафтного деления территория подразделяется на участки с различными стадиями развития мерзлотных форм.

Получение надежного результата возможно только при комплексировании методов натуральных наблюдений, ведении специализированного регионального и локального мониторинга, сопоставления и анализа получаемой информации и моделировании процессов с учётом условий криолитозоны. При этом «особенно необходим геокриологический мониторинг ненарушенных техногенезом ландшафтов – т.н. мониторинг «фоновых» условий», а также требуется учет временного масштаба исследования (длиннопериодных и короткопериодных изменений природных условий), геокриологической истории развития территории (чередования эпох с различным состоянием многолетнемерзлых толщ).

Таким образом, полученный и изложенный в главах 2 и 3, несомненно, новый фактический материал, доказывает *не явно, не отчетливо и не последовательно* обоснованность **второго, третьего и четвертого** защищаемого положений. *Даже в выводах по главам оппонент не увидел тесной связи формулировки отдельно взятого научного результата с содержательной частью защищаемых положений.*

*Третье и второе защищаемое положение по смыслу очень близки друг к другу. Разница заключается лишь в том, что степень геокриологической опасности для условно ненарушенных и антропогенно преобразованных территорий **определяется** четырьмя группами показателей, а степень геокриологической опасности **переопределяется** заново при существенной перестройке состояния многолетней мерзлоты и смене уже трех схожих показателей. Например: пункт 3 третьего положения - движение границ мёрзлых и талых массивов пород - есть изменение геометрии мерзлых массивов пункта а) четвертого положения.*

Глава 4 посвящена описанию опыта анализа геокриологических опасностей.

Накопленный опыт и скрупулезный анализ позволили Д.О. Сергееву разделить значимость учёта оценки опасностей по разрезу горных пород и по площади исследуемой территории в связи с различием методов определения зоны влияния сооружения на поверхности и в геологическом разрезе, выяснить причины реакции многолетней мерзлоты на природные и техногенные воздействия.

Построения диссертанта, в том числе формулировка **пятого** защищаемого положения, основаны на результатах изучения фациальных особенностей озёрно-ледниковых отложений Гакконы (Юго-Восточная Аляска, США), динамики оттаивания осадочных мерзлых толщ по бортам Виллюйского водохранилища в ходе длительной эксплуатации ГЭС, подземных льдов, газовых гидратов, водных растворов и газовых флюидов на Ямале, температурного режима горных пород природно-технических систем в севера Западной Сибири, Якутии, Забайкалье.

Приведенные в работе примеры показывают, что региональная оценка геокриологических опасностей на условно ненарушенных территориях должна учитывать региональные закономерности засоления и газосодержания мёрзлых толщ, режима водного стока и, конечно, распределение льда в горных породах. При нарушении состояния геологической среды геокриологические прогнозы невозможны без учета особенностей преобладающей техногенной нагрузки.

В **5-й главе «Адаптация хозяйственной деятельности на основе анализа геокриологических опасностей»** развивается подход к планированию хозяйственной деятельности в части оценки и прогнозирования геокриологических опасностей для инфраструктуры, обсуждается специфика оценки геокриологических опасностей на разных стадиях освоения территории: при проектировании, строительстве, эксплуатации и рекультивации.

Потребители оценки геокриологических опасностей и геокриологического прогноза разделены на четыре условные категории: 1) органы государственного управления, 2) проектные, изыскательские и строительные организации, 3) организации-природопользователи, 4) отдельные граждане и организации. Для этих категорий потребителей, по мнению диссертанта, изменения климата и обусловленная ими динамика геокриологических условий совершенно различны.

В условиях особой чувствительности мерзлых толщ к климатическим изменениям крайне необходим набор территориальных и отраслевых программ, технологий адаптации. Основой для выработки критериев необходимости адаптации предлагается фоновый (региональный) геокриологический прогноз на срок 30-50 лет, который должен обновляться каждые 5 лет с использованием уточнённых данных мониторинга, разработанных сценариев и моделей.

Основные адаптационные технологии в последовательности адаптационных мероприятий наглядно иллюстрирует таблица 5.7 на стр. 228 диссертационной работы.

К сожалению, содержание пятой главы не добавляет дополнительных козырей в обоснование сформулированных защищаемых положений и не совсем укладывается в общую структуру диссертации.

В **Заключении** сформулированы научные достижения работы и приведены благодарности.

Общие замечания к диссертанту.

Существенным недостатком работы является отсутствие важнейшей, с точки зрения оппонента, главы «Постановка проблемы и методы исследований».

Разработка любых методологических основ – процесс сложный, длительный и кропотливый. При обработке и систематизации информации он невозможен без обращения к историческим или архивным данным, в том числе и к трудам предшественников и учителей, которые пригодились исследователю в ходе проведения научного исследования. Выполненный обзор, безусловно, продемонстрировал бы полноценное и глубокое владение диссертантом всего материала, касающегося темы диссертации, позволил бы вскрыть те методологические пробелы, которые Д.О. Сергеев восполнил в ходе собственных научных исследований. Жаль, что такая работа не вошла в «кирпич» диссертации.

Поскольку методологические основы предполагают указание использованных в работе методов исследований, подходов, диссертант выполнил эту процедуру, но в таком сжатом виде, что их описание уместилось в один абзац введения на стр. 6-7.

В самом названии и содержательной части работы мало фундаментальной науки, и не все публикации строго соответствуют теме диссертации. Предлагается совокупность исследовательских процедур или основы учения об анализе как о методе. Отсюда, текст близок к методическим рекомендациям. Этот вывод подтверждают и формулировки защищаемых положений.

И наконец, о выводах в конце каждой главы! Главными научными выводами глав не могут являться обоснование, концептуальное описание, критериальная основа, уточнение, обобщение, рекомендации, анализ причин, развитие подходов и специфика оценки, поскольку они по определению не содержат концентрированного изложения полученных результатов, краткого и четкого описание того, что удалось выяснить в ходе исследования.

Завершая рассмотрение содержательной части диссертационной работы Д.О. Сергеева, следует отметить, что это итог многолетних исследований автора по изучению геокриологических опасностей в условиях изменяющегося климата и техногенной нагрузки. Основные результаты исследований, изложенные в диссертационной работе, апробированы на всероссийских, зарубежных совещаниях и конференциях.

Сделанные замечания не имеют принципиального значения. В списке публикаций имеется достаточное количество статей в рецензируемых журналах, что не дает оснований оппоненту сомневаться в достоверности и новизне полученных результатов данного диссертационного исследования.

Защищаемая работа является завершённой. Выводы и положения обоснованы. Автореферат в целом отвечает содержанию диссертации.

Таким образом, работа **Сергеева Дмитрия Олеговича «Методологические основы анализа геокриологических опасностей в условиях меняющегося климата и техногенной нагрузки»**, соответствует требованиям, установленным ВАК РФ, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности **1.6.7 - инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.**

Алексеев Сергей Владимирович

доктор геолого-минералогических наук,

старший научный сотрудник

Заведующий лабораторией гидрогеологии

Федерального государственного бюджетного

учреждения науки Института земной коры

Сибирского отделения Российской академии наук

664033, Иркутск, улица Лермонтова, 128

www.crust.irk.ru, salex@crust.irk.ru

(+73952426637)

Я, **Алексеев Сергей Владимирович**, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

8 сентября 2025 г.

Подпись *Алексеев С.В.*
заверяю
Специалист по документообороту Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук. Тыркова М.Г.
2025 г.

