

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

**Макарычевой Елизаветы Михайловны**

На тему «Региональный анализ распространения термокарстовых явлений в окрестности магистральной нефтепроводной системы»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата  
геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 – инженерная  
геология, мерзлотоведение и грунтоведение»

Диссертационная работа Е.М. Макарычевой выполнена в Институте геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН.

Криолитозона – гигантская кладовая природных ресурсов России. Здесь добывается более  $\frac{2}{3}$  углеводородов, более половины редких и благородных металлов. Транспортировка больших объемов получаемого сырья и материально-техническое обеспечение, как добывающих отраслей, так и общей инфраструктуры требуют создания и расширения разветвлённой транспортной системы, обеспечивающей и внутренние перевозки, и быструю бесперебойную доставку грузов и полезных ископаемых между удалёнными регионами добычи и традиционным центрами переработки и промышленного производства.

Протяжённость создаваемых транспортных систем – многие сотни и тысячи километров, что делает линейные сооружения наиболее масштабными элементами транспортной инфраструктуры. Они пересекают различные природно-климатические и структурно-орографические области, а местные специфические геологические, геоморфологические и мерзлотные условия создают многочисленные проблемы при обустройстве и эксплуатации. Пёстрое чередование участков с различными природными условиями заставляет использовать при строительстве различные инженерные решения, а на участках распространения льдистой мерзлоты принимать специальные

мероприятия для минимизации ущерба окружающей среде и сооружениям от возможной природной и техногенной активизации оттаивания льдистых грунтов и развития термокарстовых процессов. Климатические флуктуации усиливают соответствующие риски, а обойти проблемные участки при трассировании удаётся далеко не всегда.

Опыт эксплуатации линейных объектов показывает, что мониторинг сооружений и прилегающей полосы шириной несколько километров позволяет своевременно фиксировать пассивные термокарстовые формы и активизацию термокарста, а также своевременно принимать превентивные или компенсирующие меры. Однако большая протяженность и многообразие условий крайне затрудняют типизацию условий и выработку соответствующих типовых решений.

Диссертация Е.М. Макарычевой, общим объёмом 256 стр. (включая рисунки, таблицы и 2 приложения), состоит из введения, трех глав, заключения, списка основных обозначений и сокращений, списка опубликованных источников из 148 наименований на русском и английском языках. Работа имеет соразмерную структуру и оформлена в соответствии с действующими правилами.

Работа Е.М.Макарычевой, **нацелена** на количественную оценку проявлений и пространственную локализацию природного и техногенного термокарста вдоль трассы трубопровода на основе корреляции этого процесса с набором природных условий и с наложенными техногенными факторами.

Поэтому **актуальность** и **практическая значимость** выбранной Е.М.Макарычевой темы несомненна как с **теоретической** точки зрения, так и в **прикладном** плане, работая на минимизацию затрат при эксплуатации трубопроводного транспорта в условиях развития геокриологических процессов. Районирование трассы по условиям формирования термокарстовых явлений позволяет разместить пункты наблюдательной сети мониторинга с учетом требований необходимости и достаточности.

В качестве основных природных условий развития термокарста рассматриваются принадлежность к древним структурно-тектоническим областям, характер неотектонических движений, орографическое строение и рельеф, природно-климатическая зональность и ландшафтное строение, характер ландшафтно-образующих стратиграфо-генетических комплексов и их литолого-петрографическое и современное геокриологическое строение, современные и реликтовые криогенные процессы. Влияние техногенеза обобщено как механическое, тепловое и гидрологическое.

**Научная новизна** состоит в выработке методического подхода, который позволяет оперативно анализировать большие массивы данных, сопоставлять разномасштабные данные и районировать протяженные линейные объекты по роли природных и техногенных условий и факторов в распространении и локализации экзогенных процессов и явлений.

**Обоснованность научных положений** и достоверность выводов автора подтверждаются результатами исследований, проводившихся **автором лично** и выполняемых **под его руководством**. Главным итогом этих исследований стала сегментация трассы трубопровода (Южной Якутия) по предрасположенности к развитию термокарста на основании разномасштабных априорных данных и аэрокосмического мониторинга. При этом были учтены зависимости распространения явлений термокарста от природных условий и факторов и охарактеризована их пространственная изменчивость. Огромный изыскательский и эксплуатационный фактический материал, включая собственные данные, верифицируют результаты и позволяет использовать разработанные приёмы при перетрассировке линейных объектов и в опережающих исследованиях.

Автор сформулировала **три защищаемых положения**, обоснованию каждого из которых посвящена отдельная глава. При этом автор использовал такую компоновку, при которой состояние вопроса и литературный обзор вложены в соответствующую главу.

**Первая глава** диссертации посвящена обзору изученности территории и актуальности исследований термокарста в регионе. В качестве основных природных условий развития термокарста рассматриваются принадлежность к древним структурно-тектоническим областям, характер неотектонических движений, гидрографическое строение и рельеф, природно-климатическая зональность и ландшафтное строение, характер ландшафтообразующих стратиграфо-генетических комплексов и их литолого-петрографическое строение, современное геокриологическое строение, современные и реликтовые криогенные процессы, климатические флуктуации. Влияние техногенеза обобщено как механическое, тепловое и гидрологическое.

Итогом являются принципы районирования территории, положенные в основу *первого защищаемого положения*, фиксирующего приуроченность явлений термокарста к типам местности, к которым приурочены специфические морфометрические характеристики просадочных явлений, активность и стадию развития процесса. Сообразно задаче оперативной унифицированной сегментации трассы по распространённости процесса многообразные сложно пересекающиеся типизации территории по различным основаниям (природным компонентам) сведены к выделению четырёх интегральных для региона типов местности: интразональные (не поясняется, какие это природные комплексы кроме болот), лесные, лесотундровые горные и лесотундровые равнинные. Эти 4 типа могут быть встречены во всех тектонических, геологических, геоморфологических, ландшафтных, мерзлотных, а также климатических обстановках.

Представляется, что такое деление излишне генерализовано и не учитывает в полном объеме, как материалы изысканий, так и априорные данные общего характера. Последнее в какой-то степени компенсируется возможностью оперировать не всем объёмом имеющихся данных, а тематическими или ситуационными выборками в пределах отдельных геологических структур, геоморфологических областей и т.д.

Таким образом, разработанная региональная типизация позволяет получить пространственное распространение явлений термокарста в буферной зоне магистрального нефтепровода и охарактеризовать особенности явлений термокарста южной криолитозоны. Обоснованность этого положения подтверждается результатами изысканий, наземных и дистанционных обследований. Характеристика явления термокарста южной криолитозоны и их типизация содержат научную новизну.

Второе положение касается структуры причинных связей между природными условиями и распространением явлений термокарста, а также возможностей применения вероятностно-статистического метода для поиска этих связей. Целесообразность применения вероятностно-статистического метода обосновывается общей непротиворечивостью полученных результатов - зависимостям, описанным в современной литературе. В тоже время, автором статистически подтверждается пространственная изменчивость зависимостей распространения явлений термокарста в различных тектонических условиях. Данное положение следует признать достаточно обоснованным и имеющим научную и практическую ценность.

Третье защищаемое положение предлагает проводить районирование буферной зоны магистрального нефтепровода по условиям, как способствующим, так и препятствующим распространению явлений термокарста. Это представлено в качестве важнейшего результата исследования, отражающего выявленные закономерности и позволяющего использовать полученные знания в практических целях. Следует признать практическую значимость разработанного подхода к районированию территории, однако, следует отметить, что анализируемые автором картографические материалы не являются достаточными для принятия управленческих решений и носят предварительный характер.

Работа носит новаторский, поисковый характер. Е.М. Макарычева собрала и проанализировала большие, разнородные, иногда трудно сопоставимые массивы дистанционных, картографических,

инженерно-геологических и климатических данных.

*В этой работе* прежде всего следует отметить успешное решение поставленных задач на современном методическом и научном уровне. Большую ценность представляет разработанный методический подход анализа больших массивов данных и районирования протяженных линейных объектов, позволяющий сопоставить изменение геокриологических условий.

*Первая глава* диссертации посвящена обзору изученности территории и вопроса исследований. Автор показал неплохое владение литературными источниками, к сожалению, материалы изысканий учтены не в полном объеме. Однако все аспекты основного исследования оказались подкреплены пониманием современного уровня знаний в исследуемой области. В выводах главы выделены принципы районирования территории, которые используются автором в ходе дальнейшего анализа.

*Во второй главе* приведена типизация термокарстовых явлений по приуроченности к участкам изменений природных ландшафтов и к участкам приложения техногенной нагрузки. Выделены эталоны дешифрирования, охарактеризована изученность и особенности проявления каждого типа явлений термокарста на основе результатов дистанционных, наземных геологических и инженерно-геологических обследований, приведены результаты оценки динамики отдельных явлений за трехлетний период аэровизуальных обследований. Изложены методические основы анализа распространения явлений вдоль трассы нефтепровода, а также приведены результаты анализа для всех явлений и для каждого типа явлений в отдельности. В выводах кратко изложены основные принципы получения и анализа информации, а также сделаны выводы об особенностях проявления и распространения термокарста в южной геокриологической зоне.

*В третьей главе* описаны методические основы, на которых было основано исследование. Третья глава диссертации является основной. Она показывает зависимости распространения явлений термокарста от природных условий. Очень важно то, что влияние зон новейших тектонических движений

на распространение явлений термокарста подтверждается статистикой. В частности выявлено, что зоны поднятий способствуют формированию термокарста, а зоны прогибов – препятствуют его развитию. Общая причина формирования термокарстовых котловин в зоне поднятий связывается с переходом этой поверхности из аккумулятивной в денудационную, когда на ней прекращается осадконакопление. Показано, что зависимости распространения явлений термокарста от природных условий проявляются по-разному в пределах древних тектонических структур. Учитываются факторы техногенных изменений, связанные с влиянием нефтепровода при его эксплуатации. Выявляется зависимость между особенностями распространения явлений термокарста и спецификой ремонтных работ или компенсирующих мероприятий. На основе выделенных зависимостей распространения явлений термокарста выполнено районирование буферной зоны магистрального нефтепровода. Верификация результатов районирования на ключевом участке позволила подтвердить правомерность полученных зависимостей.

В работе приведено значительное количество мерзлотного, геоморфологического и геологического материала, а также аналитических дистанционных данных, на которых строились основные заключения автора работы.

В Заключении результаты проделанной работы сведены в единые выводы, резюмирующие защищаемые положения диссертации, и намечены направления дальнейших исследований.

Имеются, как серьезные, так технические и частные **замечания**.

1. С точки зрения оппонента, защищаемые положения сформулированы не очень внятно, приходится вчитываться и вдумываться, чтобы понять их сущность. Понятность же и относительная простота формулировки защищаемых положений очень важны для любой диссертационной работы.

2. Научная новизна: первые два пункта в этом разделе обозначены без привязки к объекту исследований и вообще к чему-либо еще. Привожу: (1. Решена проблема сопоставления разномасштабных данных. 2. Разработаны подходы для работы с большими массивами данных.). Для чего, как и т.д., непонятно, если не читать последующий текст.
3. Есть некоторые неточности в истории геокриологического изучения региона. Например, Институт мерзлотоведения в 70-80 году давно находился в Якутске и не носил имени В.А. Обручева (ошибка только в автореферате).
4. Как пример стилистических ошибок: «...буферная зона нефтепровода разделена на зоны влияния тринадцати близлежащих метеостанций». М.б зоны покрытия? Метеостанции не могут влиять на площади!
5. Есть неточности в графических приложениях. Как пример, Рис 1.1.1. Фрагмент карты морфоструктурного районирования. В условных обозначениях есть обозначения, светло-коричневый цвет, показывающий Верхнепротерозойско-фанерозойскую плиту (осадочный чехол) и горизонтальный крап – свод. На самом рисунке этих обозначений почему-то нет, хотя в тексте эти элементы обсуждаются.
6. Иногда в заключениях к главам встречаются «пустые», очевидные и не новые выводы, например, п. 4 к главе 2: «Идентификация техногенных типов явлений термокарста, находящихся на начальной стадии своего развития, по данным дистанционных обследований затруднена. Для повышения точности идентификации необходим анализ мерзлотных характеристик грунтов, а также оценка динамики проявления за период обследований с учетом изменения климатических параметров».
7. В приложении излишне большое место ( 42 страницы) занимает Таблица А.1 - Пример таблицы с характеристикой участков трассы по типам местности и наличию термокарстовых явлений, в которой ряд граф является практически пустыми (стоят сотни нулей). Ее можно было бы привести совершенно в другом, обобщенном виде.



Работа изложена достаточно понятно. Несмотря на сделанные замечания, представленная диссертация представляет собой завершённое актуальное научное исследование, направленное на оценку состояния трасс линейных сооружений юга криолитозоны Евразии.

Обоснование основных положений работы проведено обстоятельно, исследование является оригинальным и обладает новизной. Экспериментальные данные по азиатской части российской Арктики собраны автором из всех типов источников, дополнены собственными материалами и сведены в уникальную базу данных. Обобщения выполнены лично автором. Содержание диссертации соответствует указанной специальности. Оформление рукописи соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным работам. Основные положения диссертации опубликованы в достаточном количестве печатных работ, в том числе изданиях из списков ВАК и Scopus. Результаты исследований докладывались автором на многочисленных российских и международных научных конференциях. Содержание диссертационной работы в полной мере отражено в автореферате.

Таким образом, диссертация Макарычевой Е.М. «Региональный анализ распространения термокарстовых явлений в окрестности магистральной нефтепроводной системы» является хорошей научно-квалификационной работой. В ней содержится решение задач по разработке и обоснованию методики районирования буферной зоны магистрального нефтепровода по условиям формирования термокарстового процесса с учетом природных и техногенных условий и факторов. Работа имеет важное значение для выявления инженерно-геокриологических и инженерно-геологических особенностей в зоне магистральных трубопроводов криолитозоны. В ней также изложены новые научно обоснованные разработки, имеющие существенное значение для развития страны, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №13, предъявляемым к

диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Её автор, Макарычева Елизавета Михайловна заслуживает присуждения учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 – инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение”.

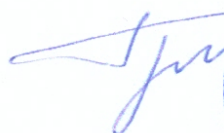
Заместитель директора ФГБУН

Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова

Сибирского отделения Российской

академии наук (ИМЗ СО РАН),

доктор географических наук



Григорьев Михаил Николаевич



29.01.2020

677010, Якутск,

ул. Мерзлотная, дом 36

тел: +7(4112)334-658, +7-914-231-0033,

e-mail: grigoriev@mpi.ysn.ru ( migri@mail.ru)

<http://www.mpi.ysn.ru>

