



«Утверждаю»

Декан геологического

факультета МГУ,

академик Пуцаровский Д.Ю.

«24» января 2020 г.

### Отзыв Ведущей организации

на диссертацию Макарычевой Елизаветы Михайловны

"РЕГИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕРМОКАРСТОВЫХ ЯВЛЕНИЙ В  
ОКРЕСТНОСТИ МАГИСТРАЛЬНОЙ НЕФТЕПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ",

представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук  
по специальности 25.00.08 - Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение

#### Актуальность темы диссертации

Представленная диссертация посвящена исследованию термокарста - одного из самых опасных геокриологических процессов в криолитозоне. Детальное изучение проявлений термокарста осуществлено в широкой (3км) буферной зоне крупного магистрального трубопровода подземного заложения. Это инженерное сооружение крайне чувствительно к любым видам деформаций вмещающих грунтов, среди которых термокарстовые просадки являются одними из наиболее опасных. Особенно это относится к участкам, где собственное тепловое влияние трубопровода на мерзлые породы складывается с развитием термокарста на прилегающих к сооружению участках. Поэтому **актуальность** представленной работы сомнения не вызывает.

Диссертация состоит из введения, трех глав и основных выводов и рекомендаций.

Во **Введении** дана развернутая характеристика работы. Показана ее актуальность и сформулированы **цели и задачи** выполненного исследования. Раскрыта научная новизна, а также теоретическая и практическая значимость диссертации, отдельно рассмотрена методика работ. Сформулированы основные положения, выносимые на защиту. В целом к разделу принципиальных замечаний нет.

**Первая глава** посвящена анализу условий и факторов распространения термокарстовых явлений. Глава начинается с обзора изученности территории расположения трассы трубопровода, где рассмотрены основные исследования, выполненные в рассматриваемом районе.

Далее подробно рассматривается весь комплекс природных условий, влияющих на формирование термокарстовых явлений. Объем приводимой в работе информации весьма велик, однако в данном случае это оправдано – все представленные материалы после тщательной обработки полностью используются в дальнейших построениях автора. В рассматриваемой главе выполнено районирование исследуемой территории по целому ряду природных факторов (геолого-структурным, ландшафтным, климатическим, геокриологическим и др.). Выполненное районирование представляет самостоятельный интерес.

К разделу имеются отдельные замечания. Так, в главе явно нарушена очередность рассмотрения факторов природной среды, влияющих на распространение явление термокарста. Указанный процесс происходит в пределах многолетнемерзлых пород и определяется особенностями последних. В таком случае, учитывая относительную значимость факторов, влияющих на геокриологическую обстановку, рассмотрение климатических особенностей в самом конце главы (шестой параграф), уже после мерзлотных условий, не совсем правильно. То же относится и к анализу ландшафтных особенностей территории. Термин «мерзлота» в самостоятельном значении (типа «мерзлота района характеризуется...») в научной геокриологической литературе не используется, имеются устоявшиеся термины - многолетнемерзлые породы (толщи) и сокращения (ММП). В целом глава оставляет хорошее впечатление.

*Во второй главе* выполняется анализ особенностей проявления и распространения термокарста в исследуемом регионе.

Исходными данными для данного исследования послужили материалы трехлетних аэровизуальных обследований, выполненных по усовершенствованной методике с применением специального оборудования и перспективной съемки при фотографировании. Дешифрирование материалов съемок позволило автору в буферной зоне трубопровода шириной 3 км выделить и закартировать более 2000 проявлений термокарста. На этой основе автором выполнена региональная типизация термокарстовых явлений с выделением ряда их естественных и техногенных типов. В заключительной части главы выполнено районирование полосы трассы трубопровода по частоте встречаемости данного явления – указанная характеристика, по мнению автора, является более объективной, нежели традиционный показатель площадной пораженности территории явлением.

В работе приведен большой объем материалов дистанционных исследований, выделены интересные и важные для практики эталоны дешифрирования различных типов термокарстовых явлений. Хорошо подобранные и выполненные аэро- и космоснимки

эталонных участков проявлений термокарста имеют самостоятельную ценность и могут использоваться при сходных исследованиях в природных условиях рассматриваемого региона. Обработка материалов выполнена весьма тщательно, замечаний к главе нет.

*В третьей главе* автором разрабатывается вероятностно-статистический метод поиска закономерностей распространения явлений термокарста в различных природных условиях. На основе предлагаемого метода выявляются зависимости распространения термокарста от особенностей природной обстановки, оценивается влияние собственно трубопровода на распространение явлений, а также связь между распространением явлений и различными техногенными вмешательствами в ходе эксплуатации сооружения. Полученные зависимости используются в качестве основы для районирования территории. Предлагаемый метод используется впервые.

Анализ закономерностей распространения явлений термокарста на основе вероятностно-статистического анализа, базирующегося на оценке разницы реальной частоты встречаемости явления и математического ожидания, на первый взгляд представляется несколько формальным. Набор необходимых и благоприятствующих факторов природной среды для развития термокарста хорошо известен и по логике вещей именно эти закономерности должны ложиться в основу всякого рода районирования его проявлений.

Тем не менее, применение разработанного диссертантом вероятностно-статистического подхода в ряде случаев оказывается оправданным. Например, при недостаточной изученности некоторых участков, повышенная встречаемость явлений термокарста в их пределах может говорить о более сложных, нежели полагалось, геокриологических условиях на данных участках.

Вывод о связи термокарстовых явлений с любого рода техногенной деятельностью в буферной полосе трубопровода является в определенной мере тривиальным, однако подтверждение этой связи независимым вероятностно-статистическим анализом показывает действенность предлагаемой методики оценки.

Весьма интересным является выявление в рамках предлагаемого метода связи между распространением термокарстовых явлений и зонами новейших поднятий и прогибов. При этом установлено, что зоны поднятий способствуют развитию термокарста, а зоны прогибов - препятствуют.

Такой вывод в принципе не противоречит логике событий при возникновении термокарста, поскольку денудационные процессы в областях поднятий неизбежно приводят к смещению подошвы СТС вглубь разреза пород и достижения ею льдистых

горизонтов, которые при оттаивании способны формировать термокарстовые просадки. Однако, это, скорее относится к мелким, первичным термокарстовым формам, формирующихся при отрицательных среднегодовых температурах пород и имеющих обычно затухающий во времени характер развития. Формирование прогрессирующих термокарстовых форм на участках современных поднятий затруднено в связи с отсутствием здесь условий для формирования крупных долгоживущих водоемов.

Глава заканчивается подробными промежуточными выводами; принципиальных замечаний к главе нет.

**В Заключении** ( в автореферате этот раздел назван по-другому - Основные выводы и рекомендации) подробно рассмотрены все значимые результаты и научные разработки автора.

#### Научное значение диссертационной работы

Диссертантом предложен подход к исследованиям особенностей проявления термокарстовых явлений на основе аэровизуальных обследований, выполненных по усовершенствованной методике с применением специального оборудования и перспективной съемке;

- создана база изображений эталонных участков проявлений термокарста, которая имеет самостоятельную ценность и может использоваться при различных исследованиях;

- выполнен большой объем районирования территории по различным признакам, указанное районирование может являться основой дальнейших научных исследований закономерностей эволюции криогенных процессов в криолитозоне.

#### Значимость полученных автором диссертации результатов для развития Наук о Земле

Разработан новый вероятностно-статистический метод поиска закономерностей распространения явлений термокарста в различных природных условиях, его использование позволило получить ряд весьма интересных выводов.

Представленная диссертационная работа написана грамотным языком и хорошо иллюстрирована. В целом работа представляется добротным научным исследованием. Выявленные замечания и неточности не носят принципиального характера.

Полученные автором результаты, несомненно, представляют значительный научный и практический интерес. Поставленная задача успешно решена, выполненная работа по уровню соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертационным работам, и автор заслуживает присуждения искомой степени кандидата геолого-минералогических наук.

#### Реализация выводов и рекомендаций работы

Результаты, полученные автором, имеют большую **значимость** для оценки природных явлений, вызывающих процессы термокарста. Автором предложен новый подход, позволяющий оценить, насколько достоверна выполнена оценка опасности термокарста при проектировании линейных сооружений. Предлагаемый метод оценки степени изученности термокарста может быть с успехом применен при проектировании линейных сооружений в условиях термокарста и позволит более полно оценить его природу и степень опасности, что повысит безопасность дальнейшей эксплуатации линейного сооружения.

По теме диссертации опубликовано двадцать две научные работы, из них две статьи в изданиях, входящих в перечень ВАК, и две статьи в изданиях, входящих в международную базу цитирования Scopus.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Диссертационное исследование на тему «Региональный анализ распространения термокарстовых явлений в окрестности магистральной нефтепроводной системы» соответствует требованиям параграфов 9–14 Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК от 24 сентября 2013 г. №842, а автор работы, Макарычева Елизавета Михайловна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 - Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Отзыв подготовили:

Заведующий кафедрой геокриологии,  
доктор геолого-минералогических наук,  
специальность - 25.00.08, профессор,  
тел. e-майл [brouchkov@hotmail.com](mailto:brouchkov@hotmail.com)

А.В. Брушков

Доцент кафедры геокриологии,  
Кандидат геолого-минералогических наук,  
Специальность - 25.00.08,  
тел. e-майл [ser\\_bul@rambler.ru](mailto:ser_bul@rambler.ru)

С.Н. Булдович

Отзыв заслушан и одобрен на заседании кафедры геокриологии 24 декабря 2019,  
протокол № 19/19.



Сведения о ведущей организации:

Полное название: Московский государственный университет имени  
М.В.Ломоносова (МГУ), адрес: Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, д.1

Геологический факультет, Кафедра геокриологии адрес, телефон e-майл.

Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, д.1

+7 495 939 17 28

[geocry@geol.msu.ru](mailto:geocry@geol.msu.ru)