

«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор Института мерзлотоведения  
им. П.И. Мельникова СО РАН  
чл.-корр. РАН  М.Н. Железняк  
«10» сентября 2025 г. 

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова Сибирского отделения Российской академии наук» о диссертационной работе Горохова Ивана Викторовича: «Влияние снежно-ледового покрова на результаты георадиолокационного зондирования донных отложений пресных водных объектов Якутии».

В период подготовки диссертации соискатель И.В. Горохов работал в ФИЦ ЯНЦ СО РАН в должности младшего научного сотрудника (июль 2019 г. – по настоящее время), в ИМЗ СО РАН в должности (по совместительству) ведущего инженера (с марта 2025 г. – по настоящее время), а также в части изучения озёр Бестяхской террасы (Центральная Якутия) принимал участие в гранте РНФ № 22-17-20040 (2023-2024) «Субаэральные и подозерные талики в сплошной криолитозоне Восточной Сибири: происхождение, современное состояние и реакция на изменение климата».

В 2019 г. И.В. Горохов окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова» по специальности 21.05.03 «Технология геологической разведки» с присвоением квалификации «Горный инженер-геофизик». В 2021 г. поступил в очную аспирантуру Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, завершив обучение в 2024 г. Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2025 г. Федеральным государственным бюджетным учреждением науки «Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова Сибирского отделения Российской академии наук».

Научный руководитель – Христофоров Иван Иванович, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН.

По итогам обсуждения диссертационной работы И.В. Горохова принято следующее заключение.

**Личное участие автора.** Диссертационная работа выполнена в рамках базового проекта ФНИ ИМЗ СО РАН 122011800076-2 (2021-2025) «Устойчивость природно-технических систем в криолитозоне и разработка технологий использования криогенных ресурсов» и гранта РНФ № 22-17-20040 (2023-2024) «Субаэральные и подозерные талики в сплошной криолитозоне Восточной Сибири: происхождение, современное состояние и реакция на изменение климата». Автор с 2019 года участвовал в подготовке и проведении полевых и экспериментальных исследований, проводимых ИМЗ СО РАН и ЯНЦ СО РАН в рассматриваемом регионе.

Представленные в диссертационной работе экспериментальные и аналитические результаты выполнены непосредственно автором. Автор принимал личное участие на всех этапах исследований, включая определение методических особенностей георадиолокации,

обработку и интерпретацию данных измерений, систематизацию и научный анализ полученных результатов.

**Достоверность.** Основные результаты исследований и положения диссертации были доложены и обсуждены автором на 11 всероссийских конференциях.

По теме диссертации опубликовано 14 работ: 3 статьи в рецензируемых журналах из списка ВАК Минобрнауки РФ, 11 – в материалах и тезисах научных конференций, а также зарегистрировано 2 патента.

#### **Научная новизна.**

1. Впервые для условий криолитозоны проведена серия мониторинговых наблюдений, в которых рассматривается распространение электромагнитных волн с центральными частотами 150, 250 и 400 МГц в гетерогенной системе «атмосфера – снежный покров – пресный лед – вода – донные отложения», с учетом изменения условий зондирования в течение зимнего периода и позволяющие прогнозировать эффективность исследований свойств и строения донных грунтов.

2. Установлена взаимосвязь между толщиной, структурой, диэлектрической проницаемостью сезонно-мерзлых покровов водных объектов криолитозоны (снег, лед) и глубиной зондирования георадарного сигнала, что определяет возможности метода при оценке мощности и строения донных отложений пресных водных объектов.

3. Установлено, что при толщине льда более одного метра и наличии снежного покрова уменьшается уровень помех от трещин и верхней границы льда, что обеспечивает более надежную интерпретацию георадарных данных о строении донных отложений.

4. Разработано и апробировано новое техническое средство для полевых исследований – платформа, обеспечивающее регулирование высоты антенного блока, эффективность которой обоснована минимизацией естественных помех, возникающих во льду, что повышает достоверность георадиолокационного изучения строения донных отложений со льда.

5. Впервые предложен и апробирован методический подход к выявлению палеонтологических объектов (ископаемой мамонтовой кости) в донных отложениях с использованием георадара на основе морфологических признаков, служащих косвенными критериями оценки их ресурсного потенциала.

#### **Защищаемые положения.**

1. Установлено, что при георадиолокационном зондировании антенной с центральной частотой 150 МГц с поверхности пресного льда толщиной до 0,25 м, эффективность не снижается по сравнению с зондированием с открытой воды, что подтверждает возможность его использования при исследовании донных отложений пресноводных водоемов криолитозоны.

2. Предложен методический подход георадиолокационного зондирования с применением специализированной платформы, позволяющий повысить горизонтальную разрешающую способность и качество регистрируемых данных о строении донных отложений, за счет повышения соотношения амплитудных значений сигнал/шум.

3. Доказана эффективность георадиолокации со снежно-ледяного покрова с использованием антенны частотой 150 МГц для мониторинга и картирования участков донных отложений р. Колыма, перспективных на наличие ископаемой мамонтовой кости, по характерным морфологическим признакам на радарограммах при глубинности зондирования до 12 м.

### **Практическая значимость.**

1. Разработано и внедрено новое техническое средство для полевых исследований – специализированная антенная платформа, – позволяющее повысить качество данных за счет уменьшения погрешности регистрируемых данных о донных отложениях пресноводных водоемов с поверхности льда.

2. Обоснована методика с использованием разработанной платформы с ледового покрова в качестве стабильной опорной поверхности, что обеспечивает высокоточную географическую привязку данных и позволяет проводить повторные съемки в единой системе координат. Это создает основу для мониторинга сезонных и многолетних изменений инженерно-геокриологических условий дна водоемов, необходимого при проектировании и эксплуатации подводных сооружений (трубопроводов, кабельных трасс, опор мостов).

3. Предложен и апробирован высокоэффективный метод картирования и оценки ресурсного потенциала донных отложений. На примере р. Колыма показана возможность дистанционного выявления участков, перспективных на наличие палеонтологических объектов (ископаемая мамонтовая кость), что позволяет оптимизировать планирование и проведение поисково-оценочных работ, повышая их экономическую эффективность и снижая экологическую нагрузку.

Работа И.В. Горохова по классификационным признакам соответствует кандидатской диссертации по специальности 1.6.7 – инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение (технические науки). Целесообразность защиты диссертации не вызывает сомнений.

**Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.**

Основные научные результаты, содержащиеся в диссертации И.В. Горохова и обосновывающие, выдвигаемые на защиту научные положения, отражены в следующих публикациях:

**- статьи в ведущих рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК Минобрнауки РФ:**

1. Горохов И.В., Христофоров И.И., Данилов К.П. Оценка влияния сезонного льда и снега при георадиолокационном зондировании водных объектов суши на примере реки Лена // Успехи современного естествознания. 2025, №8.

2. Горохов И.В., Христофоров И.И., Данилов К.П., Петухова Е.С. Натурное моделирование георадиолокационного зондирования дна р. Колымы для поиска костных остатков животных мамонтовой фауны. Проблемы Арктики и Антарктики. 2025;71(1):74-86. <https://doi.org/10.30758/0555-2648-2025-71-1-74-86>.

3. Патент на полезную модель № 226629 U1 Российская Федерация, МПК G01V 3/15, G01S 13/88, H01Q 1/12. Платформа для антенного устройства георадара: № 2024110513: заявл. 17.04.2024: опубл. 14.06.2024 / И. И. Христофоров, И. В. Горохов, К. П. Данилов; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова Сибирского отделения Российской академии наук.

4. Патент на изобретение № 2825556 C1 Российская Федерация, МПК G01V 3/15, G01S 13/88, H01Q 1/12. Способ зимнего георадиолокационного исследования подводных объектов: № 2024110515: заявл. 17.04.2024: опубл. 27.08.2024 / И.И. Христофоров, И.В. Горохов, К.П. Данилов; правообладатель ФБГУН ИМЗ СО РАН.

5. Петухова Е.С., Христофоров И.И., Чепрасов М.Ю., Нестерова Е.А., Горохов И.В., Данилов К.П., Боескоров Г.Г., Протопопов А.В., Лыткин В.М. С дроном за мамонтами. Природа 2023, 07. DOI:10.7868/S0032874X23070013.

**- в материалах конференций:**

1. Христофоров И.И., Данилов К.П., Горохов И.В., Омеляненко П.А., Лебедева Л.С., Дэвид Густафссон. Особенности георадиолокации пресноводных водоемов криолитозоны в зимний период. Сборник научно-практической конференций «Георадар 2021» / под редакцией М.С. Судаковой, М.Р. Садуртдинова. –М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2022. – 170 с. С.104-107

2. Христофоров И.И., Данилов К.П., Горохов И.В. В сборнике: Мониторинг в криолитозоне. Исследование влияния толщины льда на георадиолокацию донных отложений рек и озер в зимний период. Сборник докладов Шестой конференции геокриологов России с участием российских и зарубежных ученых, инженеров и специалистов. Под редакцией Р.Г. Мотенко. М., 2022. С. 441-443.

3. Христофоров, И. И. Исследование влияния толщины льда на георадиолокацию донных отложений рек и озер в зимний период / И. И. Христофоров, К. П. Данилов, И. В. Горохов // Мониторинг в криолитозоне : Сборник докладов Шестой конференции геокриологов России с участием российских и зарубежных ученых, инженеров и специалистов, Москва, 14–17 июня 2022 года / Под редакцией Р.Г. Мотенко. – М.: "КДУ", "Добросвет", 2022. – С. 441-443.

4. Горохов И.В., Христофоров И.И., Данилов К.П. Результаты физического моделирования георадиолокационного зондирования донных отложений пресноводных водоемов в зимний период // Электроразведка 2022: сборник тезисов научно-практической конференции, Москва, 26–28 октября 2022 года. – Москва: Издательский Дом "Академия Естествознания", 2023. – С. 169-176.

5. Горохов, И. В. Особенности георадиолокации пресноводных водоемов с поверхности льда / И. В. Горохов, И. И. Христофоров, К. П. Данилов // Актуальные проблемы и перспективы развития геокриологии: Материалы VII Всероссийского научного молодежного геокриологического форума с международным участием, посвященного 150-летию и 100-летию со дня рождения ученых-мерзлотоведов Михаила Ивановича Сумгина и Кирилла Фабиановича Войтковского, Якутск, 27 июня – 07 июля 2023 года. – Якутск: ИМЗ СО РАН, 2023. – С. 17-19.

6. Горохов, И. В. Предпосылки применения метода георадиолокации для обнаружения бивней мамонтов на дне пресноводных водоемов криолитозоны / И. В. Горохов, И. И. Христофоров, К. П. Данилов [и др.] // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России : Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 30-летию Академии наук Республики Саха (Якутия) и 40-летию геологоразведочного факультета СВФУ им. М.К. Аммосова, Якутск, 21–24 марта 2023 года. – Якутск: Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, 2023. – С. 52-56.

7. Горохов, И. В. Результаты натурного эксперимента по георадиолокации с поверхности речного льда / И. В. Горохов, И. И. Христофоров // Аспирантские чтения-2023: Сборник материалов республиканской научной конференции, Якутск, 23 ноября 2023 года. – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2024. – С. 18-20.

8. И. В. Горохов, И. И. Христофоров, К. П. Данилов Исакова Т.А., Петухова Е.С. Картирование донных отложений реки Колыма методом георадиолокации при поиске ископаемой мамонтовой кости // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-



Востока России 2024 : Материалы XIV Международной научно-практической конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук и 100-летию золотодобывающей промышленности Республики Саха (Якутия), Якутск, 26–29 марта 2024 года. – Новосибирск: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Сибирское отделение Российской академии наук», 2024. – С. 446-449. – DOI 10.53954/9785604990100\_446.

9. Опыт применения метода георадиолокации для поиска ископаемой мамонтовой кости на дне пресноводных водоемов бассейна Р. Колыма / Е. С. Петухова, И. И. Христофоров, К. П. Данилов, Горохов И.В., Чепрасов М.Ю., Михайлов Я.А. // Физико-технические проблемы добычи, транспорта и переработки органического сырья в условиях холодного климата: Сборник трудов III Всероссийской конференции, посвященной 25-летию Института проблем нефти и газа СО РАН, Якутск, 10–13 сентября 2024 года. – Киров: Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании, 2024. – С. 81-83. – DOI 10.24412/cl-37255-2024-1-81-83.

10. Горохов, И. В. Картирование донных отложений реки Колыма методом георадиолокации при поиске ископаемой мамонтовой кости / И. В. Горохов, И. И. Христофоров, К. П. Данилов [и др.] // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России 2024 : Материалы XIV Международной научно-практической конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук и 100-летию золотодобывающей промышленности Республики Саха (Якутия), Якутск, 26–29 марта 2024 года. – Новосибирск: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Сибирское отделение Российской академии наук», 2024. – С. 446-449. – DOI 10.53954/9785604990100\_446.

11. Горохов, И. В. Результаты поиска ископаемой мамонтовой кости на дне и в донных отложениях реки Колыма методом георадиолокации в зимний период / И. В. Горохов, И. И. Христофоров, К. П. Данилов, Е. С. Петухова // Арктика - территория стратегических научных исследований : Сборник трудов II Арктического конгресса, Якутск, 20–22 сентября 2024 года. – Якутск: Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, 2024. – С. 64-67.

Диссертация «Влияние снежно-ледового покрова на результаты георадиолокационного зондирования донных отложений пресных водных объектов Якутии» Горохова Ивана Викторовича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.7 – инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение в диссертационном совете 24.1.076.01 при Институте мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН.

Заключение принято на объединённом заседании лабораторий инженерной геокриологии, подземных вод и геохимии криолитозоны, общей геокриологии, геотермии криолитозоны Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН.

На заседании присутствовало 40 человек. Результаты голосования: «за» – 40 человек, «против» – нет, «воздержалось» – нет, протокол № 2 от 29 августа 2025 г.

Заместитель директора Института  
мерзлотоведения им. П.И. Мельникова  
СО РАН по научной работе,  
доктор географических наук



М.Н. Григорьев