

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу на соискание учёной степени кандидата технических наук Горохова Ивана Викторовича на тему: «Влияние снежно-ледового покрова на результаты георадиолокационного зондирования донных отложений пресных водных объектов Якутии», по специальности 1.6.7 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение

**Актуальность работы.** Исследование И.В. Горохова посвящено актуальной задаче - повышению достоверности и эффективности георадиолокационных исследований донных отложений пресных водоёмов в условиях криолитозоны. В последние годы возрастают требования к качеству инженерно-геологических и геоэкологических изысканий на Севере, где продолжительность зимнего периода и мощность снежно-ледового покрова оказывают существенное влияние на результаты геофизических методов.

Работа направлена на решение важной практической проблемы - обеспечение корректности интерпретации георадарных данных, получаемых со снежно-ледяной поверхности. Исследование сочетает фундаментальные аспекты распространения радиоволн с прикладными задачами инженерной геологии, что делает его значимым для науки и практики освоения северных территорий. Актуальность усиливается недостаточной разработанностью методик зимней георадиолокации и отсутствием унифицированных подходов к калибровке данных, полученных через ледовый и снежный покров.

**Научная новизна.** В диссертационной работе И.В. Горохова, впервые, для условий Якутии проведены комплексные исследования распространения электромагнитных волн в многослойной системе: «снег – лед – вода – донные отложения», с использованием антенн, с центральными частотами 150, 250, 400 МГц. Полученные результаты дополняют существующую теорию взаимодействия электромагнитных волн с сезонно-мерзлыми средами и создают основу для дальнейшего развития методов геофизического мониторинга в криолитозоне.

**Практическая значимость исследования.** Практическая ценность работы определяется созданием и апробацией новой антенной платформы, адаптированной к работе на открытой ледяной поверхности, что позволяет повысить точность георадарных измерений. Разработанные методические подходы обеспечивают минимизацию потери качества при проведении зимних геофизических съёмки, что особенно важно при мониторинге донных отложений рек и озёр, инженерных сооружений под водой и подледных коммуникаций.

Практическая реализация подтверждена патентами, публикациями и успешными натурными испытаниями, что свидетельствует о высокой степени обоснованности и достоверности научных результатов.

**Личный вклад автора.** Автор принимал участия в исследованиях на всех этапах работ, включая проведение численного моделирования, разработку технического устройства, обработку данных георадиолокации и реализацию полевых экспериментальных исследований.

В диссертации Горохова И.В. на защиту выносятся три основных *научных положения*, каждое из которых имеет логическую завершённость, экспериментальное подтверждение.

1. Положение о влиянии параметров снежно-ледового покрова на результаты георадиолокационного зондирования донных отложений. Автором установлено, что при толщине льда до 0,25 м эффективность зондирования с поверхности льда сопоставима с результатами, получаемыми с водной поверхности. Этот вывод подтверждён натурными измерениями и расчётами, выполненными на основе моделей распространения электромагнитных волн. Положение является научно обоснованным и имеет важное прикладное значение для планирования зимних работ в условиях криолитозоны.

2. Положение о разработке методического подхода георадиолокационного зондирования с использованием специализированной платформы. Применение регулируемой антенной платформы позволило повысить отношение сигнал/шум и улучшить горизонтальную разрешающую способность. Полевые испытания на реке Лена подтвердили эффективность конструкции. Результат носит характер технического новшества, подкреплён патентной защитой, и свидетельствует о самостоятельности и инженерной направленности исследования.

3. Положение о возможностях георадиолокации со снежно-ледового покрова для мониторинга и картирования донных отложений. На примере реки Колыма автор продемонстрировал возможность применения метода для выявления морфологических структур и потенциальных скоплений палеонтологических остатков на глубинах до 12 м. Положение имеет междисциплинарное значение и расширяет область применения георадиолокации.

Все защищаемые положения логически связаны между собой и вытекают из общей цели диссертационного исследования. Они обладают признаками научной новизны, теоретической обоснованности и практической ценности. По совокупности представленных данных можно заключить, что защищаемые положения достоверны, аргументированы и соответствуют уровню кандидатской диссертации по специальности 1.6.7 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

**Структура и объем диссертации.** Представленная диссертационная работа Горохова Ивана Викторовича соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям и состоит из введения, четырех глав и заключения, содержит 138 страниц, включая 40 графических иллюстраций, 10 таблиц, список литературы из 131 наименования. Структура работы логична и традиционна для исследований данного направления. По теме диссертации опубликовано 12 работ, из которых 2 входят в перечень изданий, рекомендованных ВАК и 2 патента РФ. Результаты диссертационного исследования докладывались соискателем на всероссийских конференциях.

**Во введении** автор обосновывает актуальность темы, определяет цель, задачи, объект и предмет исследования, а также формулирует защищаемые положения. Изложение материала носит последовательный и аргументированный характер, что свидетельствует о глубоком понимании исследуемой проблематики.

**Первая глава** содержит анализ современного состояния вопроса и обзора литературных источников по тематике георадиолокации водных объектов в условиях

криолитозоны. Автор корректно выделяет нерешённые вопросы, демонстрирует владение современными отечественными и зарубежными источниками, что создаёт прочную методологическую основу для дальнейших исследований.

**Вторая глава** посвящена разработке и проведению натурных экспериментов на реке Лена. Автором последовательно описаны: методика эксперимента, технические средства, диапазоны частот, особенности интерпретации данных. Представленные графики и таблицы позволяют оценить репрезентативность выборки и достоверность измерений. Дополнительно, выполнено численное моделирование распространения электромагнитных волн в многослойной системе: «снег – лед – вода – донные отложения». Отмечается качественная сходимость синтетических и натурных данных, что подтверждает достоверность полученных результатов и корректность сделанных выводов.

**В третьей главе** описан и обоснован методический подход, позволяющий снижать уровень помех, вызванных структурными нарушениями в ледяной толще. Разработано антенное устройство, позволяющее поднимать антенный блок, которое способствует повышению соотношения амплитуд полезного сигнала к амплитуде помех.

**Четвёртая глава** отражает прикладной аспект работы и демонстрирует использование разработанных подходов при решении реальных инженерных и поисковых задач. Автор убедительно показывает возможность применения георадиолокации со снежно-ледового покрова для картирования донных структур и поиска палеонтологических объектов. Результаты, представленные в виде радарограмм и схем, имеют не только научную, но и прикладную ценность для мониторинга природных и инженерных систем.

**Заключение** содержит обобщение полученных результатов, подтверждает достижение поставленной цели и решение всех заявленных задач. Выводы логически вытекают из проведённых исследований, имеют доказательную базу и хорошо коррелируют с представленными данными.

В целом, работа отличается продуманностью организации, системным подходом и методической строгостью, что позволяет рассматривать её как завершённое исследование, обладающее теоретической и прикладной значимостью. Поставленные цели и задачи полностью соответствуют заявленной теме и специальности 1.6.7 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение, а структура диссертации обеспечивает последовательное раскрытие темы: от теоретических основ до практической реализации.

Следует отметить, что представленные материалы содержат достаточное количество иллюстраций, таблиц и графических построений, что способствует наглядному восприятию полученных результатов.

Таким образом, диссертация является законченным научно-исследовательским трудом и представляет собой целостную, единую работу, посвященную повышению достоверности и эффективности георадиолокационных исследований донных отложений пресных водоёмов в условиях криолитозоны. Диссертационное исследование выполнено автором самостоятельно, на высоком научном уровне.

Вместе с тем, несмотря на высокий уровень выполненной работы, в тексте отмечаются отдельные редакционные и технические неточности, а также стилистические повторы.

### **Замечания и вопросы к соискателю**

При всей положительной оценке представленной работы, считаю необходимым отметить ряд замечаний и вопросов, направленных на уточнение отдельных аспектов исследования и возможное развитие темы в будущем.

1. Методическая часть численного моделирования представлена достаточно подробно, однако требует дополнительного пояснения относительно выбора исходных параметров среды (диэлектрической проницаемости, проводимости, влажности). Желательно указать, на основании каких критериев автор проводил калибровку модели по натурным данным.

2. В диссертации недостаточно детализировано влияние неоднородности снежного покрова (плотности, зернистости, водонасыщенности) на амплитуду и фазу принимаемого сигнала. Следовало бы уточнить, насколько существенно это влияет на интерпретацию данных в разных типах водоёмов.

3. Разработка антенной платформы описана корректно, однако вызывает вопрос устойчивость её работы на поверхностях с неровным микрорельефом или при изменении толщины льда. Возможно ли адаптировать конструкцию для автоматизированных измерений в движении (на санях, снегоходе и т.п.)?

4. При рассмотрении возможностей георадиолокации для поиска палеонтологических объектов автор демонстрирует интересные результаты, однако этот аспект хотелось бы видеть более развёрнутым. Планируется ли развитие методики для локализации и дифференциации объектов различного состава и формы?

5. Сравнение с зарубежными исследованиями по георадиолокации в Арктике и Канаде представлено кратко. Расширение этого анализа могло бы усилить обоснование универсальности предложенного подхода и подчеркнуть вклад автора в международный контекст.

6. В ряде фрагментов диссертации встречаются стилистические повторы и избыточные уточнения, которые не снижают научной ценности, но несколько затрудняют восприятие текста.

7. Почему автор, при решении практических задач, не применил комплексирование георадиолокационного метода с другими геофизическими методами, например, сейсморазведкой, электроразведкой, что позволило бы повысить достоверность интерпретации донных структур.

Отмеченные замечания не умаляют достоинств диссертационного исследования.

### **Выводы и общая оценка диссертации**

Диссертационная работа И.В. Горохова «Влияние снежно-ледового покрова на результаты георадиолокационного зондирования донных отложений пресных водных объектов Якутии» является научно-квалификационной работой, выполненной на высоком теоретическом и методическом уровне.

Автором решена важная научно-практическая задача, направленная на повышение достоверности и эффективности интерпретации георадиолокационных данных при работе в условиях криолитозоны. В работе содержится комплекс новых научных результатов и

технических решений, имеющих существенное значение для развития инженерной геофизики и мерзлотоведения.

Автореферат отражает основные положения и результаты диссертации.

В целом, по актуальности темы, новизне, научной и практической значимости, можно заключить, что диссертация Ивана Викторовича Горохова соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении учёных степеней (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.6.7 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Официальный оппонент,  
доктор технических наук,  
профессор кафедры «Горное дело»  
Технического института (филиала)  
федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Северо-Восточный федеральный университет  
имени М.К. Аммосова» в г. Нерюнгри

Гриб Николай  
Николаевич

Адрес места работы: 678960, Республика Саха (Якутия), г. Нерюнгри,  
ул. Кравченко, 16

Телефон: +79241608478

Электронная почта: [grib-n-n@yandex.ru](mailto:grib-n-n@yandex.ru)

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена  
диссертация: 25.00.16 «Горнопромышленная и  
нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и  
геометрия недр»

*Я, Гриб Николай Николаевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, их дальнейшую обработку и передачу, в соответствии с требованиями Минобрнауки России.*

24.02.2026 г.

Подпись официального оппонента заверяю

