

Отзыв на автореферат

диссертации Горохова Ивана Викторовича

«Влияние снежно-ледового покрова на результаты георадиолокационного зондирования донных отложений пресных водных объектов Якутии»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.7 – инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение

Георадиолокация давно эффективно используется для изучения рек и озер, в том числе в криолитозоне. Однако работа с поверхности льда всегда сопряжена с трудностями в первую очередь по части интерпретации данных. Лёд зачастую имеет неоднородную структуру, и она меняется во времени. То же можно сказать про снежную толщу, если же снег и лёд присутствуют в месте работ одновременно, задача значительно усложняется. То, как именно влияют структура снега и льда на данные георадиолокации, до сих пор не было подробно изучено. Данное исследование безусловно актуально, в первую очередь для криолитозоны, и совершенно естественно такое исследование проведено в Якутии, где проблема стоит остро, а методика не разработана. Работа Ивана Викторовича Горохова представляет собой актуальное, прикладное исследование, использующее комплексный подход. Здесь нашлось место и аналитическому расчёту, и численному моделированию, и натурному эксперименту, и классическому георадарному профилированию.

Наиболее значимым результатом работы мне видится выявленная зависимость амплитуды сигнала от толщины льда, она имеет немонотонный характер – спадает, а затем возрастает. Для антенны 150 МГц определена оптимальная толщина льда для георадарных работ – 25 см. Этот результат позволит осознанно выбирать время для съёмки.

Отличным результатом является разработанная и запатентованная платформа для регулирования высоты антенны над поверхностью земли и доказанная эффективность её применения для минимизации помех от трещин и неровностей льда.

В качестве апробации предложенной методики приведен пример обследования русла реки для поиска потенциальных местонахождений мамонтовой кости. Это хороший прикладной результат, который позволит сузить область поиска, хотя задача идентификации на радарограммах мамонтовой кости представляется мне куда более сложной и неоднозначной, чем пишет автор, но это тема для отдельного исследования.

Нельзя обойтись без замечаний, начну с критических.

1. Полученные результаты применимы исключительно в криолитозоне или их можно учитывать при работе в других регионах, где нет многолетней мерзлоты? Есть ли региональные ограничения у предложенной методики?
2. Вопрос о проводимости воды и донных отложений не проработан – во всяком случае, в автореферате об этом нет ни слова. Тем не менее известно, что вода рек бывает насыщена илом, взвесью органики и это влияет на ее проводимость, а, как следствие, на затухание сигнала. Как может измениться методика и выводы, если учесть проводимость?
3. Остро недостаёт сравнения с летними данными для валидации предложенной методики, а также хоть какой-нибудь оценки экономической эффективности предложенной методики. Например, сколько по времени заняла бы съёмка профиля зимой с использованием платформы, и сколько – летом с воды? И как отличался бы результат?

Менее критические замечания касаются в основном оформления и наполненности автореферата. Уверенна, что они будут сняты в ходе доклада.

Удручает небрежность, с которой оформлены рисунки. На рисунке 1 неизвестна длина профиля, не подписана вертикальная шкала. Приходится догадываться, что по вертикали метры, полученные в результате пересчета с использованием двух значений диэлектрической проницаемости (лёд и вода). Это стоило указать в тексте. Кроме того, плохое качество изображения не позволяет судить о разрешающей способности. Не ясно, какая проводилась

обработка радарограмм. Не хватает обсуждения полученных результатов. Чем можно объяснить разный угол наклона осей синфазности под дном для антенны 150 МГц при минимальной толщине льда и максимальной (верхние правая и левая картинка)? Откуда воздушные отражения на некоторых радарограммах, или это не воздушные отражения, а от трещины?..

По части численного моделирования возникает вопрос - а какой использовался импульс источника? На рисунке 2, где льда нет совсем, импульс имеет довольно сложную форму - с чем это связано?

"Качественная оценка установила меньшую степень влияния помех на профиле, выполненном с поверхности снежного покрова" - сказано в итоге обсуждения рисунка 4, однако совершенно непонятно, какой именно пример имеется в виду. То ли речь идёт о первом случае - "в контакте с поверхностью", то ли про крайний, правый, 40 см подъёма... Непонимание возникает из-за того, что никак не описана сама установка, поднимающая антенну, нет ни одной фотографии того, как это выглядит. Антенна поднимается над чистым льдом или над снегом? Если над снегом, то сколько его? Ничего не сказано и про то, какой был лёд в эксперименте с подъемом антенны. В нём, как выясняется, была трещина, но где и какого размера, мы не знаем. Но автор утверждает, что "максимальное влияние трещины во льду, начинается с мощности льда более 1 метра".

Апробация (глава 4) также никак не описана. В какой сезон проводились работы? Какова была толщина льда, снега. Сколько профилей и по какой сети, какими антеннами... Как именно получена карта рельефа дна, приведенная на рисунке 6? Водолазное оборудование применялось также автором в зимнее время?.. Если же это делалось в другой сезон, то насколько можно утверждать, что именно аномалия 3 на рисунке 7 связана с обнаруженным зубом мамонта?

Качество рисунка 7 очень низкое, отметки расстояний почти не читаемы. Такое ощущение, что автор не владеет графическими редакторами, ведь с их помощью все надписи можно сделать чёткими. И вообще в таком рисунке требуется легенда - что означают цвета, квадратики и т.д. В подрисунковой подписи всего этого тоже нет.

Несмотря на отмеченные недостатки, исследование Ивана Викторовича Горохова имеет большую значимость, впечатляет инженерная проработка и прикладная направленность. Как это часто бывает в работах коллег из Якутии, вопросов и соображений по каждому пункту работы у специалиста возникает много. Это лишний раз подчёркивает, как сложно и интересно устроены объекты исследования в криолитозоне, и насколько изобретательны и неутомимы исследователи. Данная диссертация вносит существенный вклад в развитие методики георадиолокации в криолитозоне, а И.В. Горохов заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.7 – инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Бричева Светлана Сергеевна,
научный сотрудник кафедры сейсмометрии и геоакустики Геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова,
кандидат геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10 — Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.
Адрес: 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1, сектор «А», ауд. 310, тел. моб. 8-965-112-9050, e-mail: svebrich@gmail.com

Я, Бричева Светлана Сергеевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

3 марта 2026 г.

