

ОТЗЫВ официального оппонента
**на диссертацию на соискание ученой степени кандидата геолого-
минералогических наук**

Алёшина Михаила Игоревича на тему «Строение и свойства четвертичных отложений Петрозаводской губы Онежского озера по данным геолого-геофизических исследований» по специальности 1.6.9 – Геофизика (геолого-минералогические науки)

Актуальность темы. Онежское озеро несмотря на то, что является вторым по величине природным хранилищем пресной воды в Европе, в настоящее время испытывает высокую антропогенную нагрузку. Озеро судоходно и является частью Волго-Балтийского пути и Беломорско-Балтийского канала, в акватории развито рыболовство, а Петрозаводская губа испытывает дополнительную экологическую нагрузку от г. Петрозаводска, связанную с поступлением производственно-хозяйственных вод и выбросов токсичных веществ в атмосферу. Актуальность исследования обусловлена не только геологическими задачами, как это отмечено в диссертации, но и антропогенным воздействием в условиях потепления климата, оказывающим существенное влияние на экологическое состояние и донные ландшафты озера. Донные осадки и рельеф дна, описанные в диссертационной работе, являются основными компонентами донных ландшафтов, без которых невозможно выполнение ландшафтно-экологического районирования в целях устойчивого развития акватории и рационального природопользования, что является одним из «Приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации». Проведенные в работе идентификация и картирование потенциально опасных геологических процессов также важны в этом ключе.

Кроме того, остаются дискуссионными некоторые вопросы истории развития Балтийского моря и его связи с прилегающими Ладожским и Онежским озерами в позднем плейстоцене и голоцене. Новые геолого-геофизические данные о строении четвертичных отложений позволят

уточнить реконструкции палеогеографических обстановок, что будет способствовать решению задач прогнозирования развития акватории в будущем в условиях глобальных климатических изменений.

Научная новизна и практическая значимость исследований. В диссертации М.И. Алешина представлены результаты, обладающие научной новизной и имеющие практическую значимость. На акватории Петрозаводской губы Онежского озера впервые:

- проведены исследования рельефа дна и четвертичных отложений современным геолого-геофизическим комплексом, который показал высокую эффективность в условиях пресноводного водоема;

- построены подробные карты-схемы: геоморфологическая и потенциально опасных геологических процессов и явлений;

- по результатам геолого-геофизических исследований в строении четвертичных отложений выделены четыре сейсмокомплекса, определена их мощность и построены цифровые модели кровли каждого из них;

- определены физические свойства четвертичных отложений по каждому выделенному сейсмокомплексу.

Научная значимость работы заключается не только в уточнении геологических карт района исследования, но и в получении новых данных для палеогеографических реконструкций в позднечетвертичный период. Практическая значимость не вызывает сомнений и уже доказана включением полученных результатов в проект «Мониторинг государственной геологической карты масштаба 1:1000000 территории Российской Федерации и ее континентального шельфа» (ФГБУ «ВСЕГЕИ») и государственной регистрацией программы сбора сейсмоакустических данных SborEx. Результаты, опубликованные в статьях по диссертационному исследованию, могут использоваться для инженерных изысканий, геоэкологических работ и рационального природопользования.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов. Обоснованность полученных результатов подтверждается применением оптимальных общепринятых методов геолого-геофизических исследований в

рамках поставленных задач, представительностью исходных данных, включающих архивные материалы и уникальные данные экспедиционных и лабораторных исследований. Достоверность результатов и выводов обеспечена комплексным подходом с использованием разнородных геофизических данных высокой точности и разрешения, сопровождаемых геологическим пробоотбором, а также сопоставлением полученных выводов с опубликованными результатами других исследований.

Оценка содержания диссертации, ее завершенности. Структура и содержание диссертационной работы М.И. Алешина в полной мере отвечают заявленной теме и определяются логической последовательностью развития основной авторской идеи, внутренним единством и сопряженностью теоретико-методических и прикладных аспектов. Цель диссертационной работы достигается поэтапным выполнением шести четко сформулированных задач.

Первая глава диссертации посвящена обзору дистанционных и прямых методов геолого-геофизических исследований на пресноводных акваториях. Делается акцент на особенности работ в пресных и относительно мелководных водоемах. На основе критического анализа существующих методов и подходов с учетом ограниченных условий Онежского озера автор предложил адекватный комплекс геолого-геофизических методов.

Во второй главе приводятся физико-географическое описание Онежского озера и обзор его геолого-геофизической изученности. Автором справедливо отмечено, что несмотря на большое количество публикаций, до сих пор остаются слабо изученными четвертичные отложения Онежского озера, а в Петрозаводской губе выполнены лишь единичные сейсмоакустические профили с использованием устаревшего на данный момент оборудования. Опираясь на анализ литературных данных, М.И. Алешин делает логичный вывод о том, что полученные в предыдущих работах материалы полевых геолого-геофизических исследований не позволяли выделить сейсмоакустические комплексы в четвертичных отложениях и сопоставить их с литостратиграфическими подразделениями.

Таким образом, автором обосновывается актуальность проводимых в рамках диссертационной работы исследований, дефицит которых не позволял уточнять палеогеографические реконструкции и решать ландшафтно-экологические задачи.

В третьей главе подробно представлены используемое оборудование и методика проведения экспедиционных исследований, в большинстве из которых автор принимал непосредственное участие. Помимо экспедиционных работ, описывается лабораторный эксперимент по определению скорости звука ультразвуковым датчиком в колонке осадков, находящейся в пластиковом вкладыше. Стоит отметить современный комплексный геолого-геофизический подход к изучению четвертичных отложений Петрозаводской губы, что способствует достоверности и научной значимости полученных экспедиционных данных.

Четвертая глава посвящена описанию камеральной обработки геофизических данных. Особое внимание уделено фильтрации и повышению качества сейсмоакустических профилей, что наиболее важно для корректного выделения сейсмокомплексов. Детальное описание программно-аппаратного комплекса камеральной обработки геофизических данных также демонстрирует качество и достоверность полученных результатов.

Пятая глава имеет конструктивный характер и посвящена результатам исследования четвертичных отложений Петрозаводской губы Онежского озера. Автор описывает рельеф района исследования, выделенные сеймостратиграфические комплексы, физические свойства осадков, а также выявленные потенциально опасные геологические процессы и явления.

Одним из наиболее важных результатов диссертационной работы является выделение четырех сейсмокомплексов в четвертичных отложениях Петрозаводской губы, которые были определены не только по сейсмоакустическим данным, но и сопоставлены с результатами донной электротомографии. Приведенное в работе сеймостратиграфическое расчленение толщи четвертичных отложений согласуется с современными палеогеографическими реконструкциями формирования бассейна

Балтийского моря в позднем плейстоцене и голоцене. Весьма существенным достижением работы является не только литостратиграфическое описание сейсмокомплексов по материалам пробоотбора, но и представление результатов изучения физических свойств осадков. Построенные структурные карты кровли каждого сейсмокомплекса позволили оценить пространственное распределение мощности отложений и выделить районы интенсивного осадконакопления. Полученные результаты безусловно будут востребованы в дальнейших научных исследованиях и инженерных изысканиях.

Несмотря на ограниченное количество и невысокую точность исходных батиметрических данных, полученных в результате сейсмоакустического профилирования, автором построена цифровая модель рельефа дна. На ее основе с привлечением результатов гидролокации бокового обзора впервые для района исследования выполнен геоморфологический анализ и построена геоморфологическая карта-схема. Стоит отметить, что привлечение биологических данных и карты типов субстратов предоставит возможность создания ландшафтных карт в целях пространственного планирования и рационального природопользования.

Наконец, наибольшую практическую значимость имеет построенная впервые для Петрозаводской губы карта-схема потенциально опасных геологических процессов и явлений, которая позволила выявить участки с наибольшей степенью риска. С использованием новых геофизических данных выявлены зоны литологической неоднородности, палеоврезы, разрывные нарушения, газонасыщенные грунты, покмарки, следы техногенного воздействия и подводные потенциально опасные объекты, что, несомненно, важно при проведении инженерных изысканий. Особое внимание также заслуживает выявленная область распространения газонасыщенных осадков с образованием покмарков вследствие высачивания преимущественно метана, который является одним из наиболее «опасных» парниковых газов. Изучение потоков метана является на сегодняшний день

одной из актуальных задач в свете проблемы глобального изменения климата.

В целом диссертация М.И. Алешина является законченной работой, представляет решение актуальных задач, объединенных общим подходом, обеспечивающим возможность исследования строения и свойств четвертичных отложений Петрозаводской губы Онежского озера по данным геолого-геофизических исследований.

Замечания по работе. Не подвергая сомнению высокую научную и практическую значимость работы, необходимо отметить, что в ней есть ряд недостатков. Отметим, прежде всего, наиболее существенные:

1. Формулировка темы диссертационной работы акцентирована на проведении исследований строения и свойств четвертичных отложений, однако в самой работе, кроме того, приводятся результаты геоморфологического анализа и ранжирования потенциально-опасных геологических процессов, что связано не только с особенностями строения отложений, но и рядом других факторов. Поэтому тема диссертационной работы сформулирована не совсем корректно.

2. Слишком много внимания уделяется подробному описанию стандартных приборов и методов геолого-геофизических исследований. В то же время недостаточно освещены некоторые экспериментальные работы, например, сейсморазведка с заглубленной приемно-излучающей системой и лабораторное измерение скорости звука в керне. Из текста работы не ясно, каким образом оценивалась точность измерений скорости звука в керне, и какие сделаны выводы о возможности применения ультразвуковой установки для обработанных кернов.

3. Отсутствует описание используемых в диссертационной работе методов определения влажности, плотности, температуры и прочностных свойств отложений. В этой связи может возникнуть путаница, например, с приведенной весовой влажностью, которая важна в инженерных расчётах, но не является наглядным показателем, таким как объемная влажность.

4. В тексте, например, в разделе «Степень достоверности результатов комплексных исследований» говорится о сравнении полученных результатов с «...данными геологического пробоотбора, сопровождаемого палинологическими исследованиями, радиоуглеродным датированием и КТ-рентгенографией, и данными первого бурения рыхлого покрова Онежского озера в Петрозаводской губе в 2019 году...», но в методических главах отсутствует описание упомянутых видов исследования кернов. Отсутствуют и результаты их сравнения.

5. В Разделе 5.4 говорится, что проведенные геохимические исследования подтвердили преимущественно метановый состав выделяемых газов из отобранных донных осадков. Однако кто и каким методом выполнял геохимические исследования не уточняется.

6. В автореферате в описании Главы 1 говорится, что для выбора станций пробоотбора, в числе прочих, использовались данные многолучевого эхолотирования, хотя в самой диссертационной работе этот метод не описывается. Стоит также отметить, что многолучевая эхолотная съемка является более точным и эффективным методом геоморфологических исследований, по сравнению с применяемой в работе съемкой рельефа дна сейсмоакустическим комплексом, однако в диссертации не объясняется, почему он не используется.

7. Во второй главе Автор утверждает, что ранее в акватории Петрозаводской губы не выполнялось сейсмоакустическое профилирование, хотя в данных [Онежская..., 2011] приведено несколько профилей.

8. В третьей главе и выводах неоднократно подчеркивается, что одним из основных критериев выбора ключевого участка исследования является его доступность из-за небольшой удаленности от г. Петрозаводска. Бесспорно, этот критерий является важным, но для понятия «ключевой» он не должен быть определяющим. Ключевой участок в первую очередь должен обладать такими характеристиками, результаты исследования которых допустимо применять на более обширную акваторию. Обоснование того, почему этот участок можно назвать «ключевым», в работе не приводится.

9. Раздел 3.2.9 «Лабораторные исследования керна» размещен в главу, посвященную выполнению экспедиционных работ, хотя большинство измерений проводилось в лабораторных условиях. Логичнее было данный раздел перенести в Главу 4.

10. Выводы Главы 4 отчасти повторяют выводы Главы 3 в части корректности полученных данных.

11. В Главе 5 в Таблице 13 приводятся измеренные различными методами количественные характеристики физических свойств осадков каждого сейсмокомплекса. Несмотря на безусловную ценность полученных характеристик, в работе нет описания результатов, представленных в таблице и их сравнительного анализа. Так, например, не объясняется, почему для СК-1 скорость звука, измеренная многоканальной сейсмоакустикой, составила 1520-1550 м/с, а измеренная в лаборатории ультразвуковым методом – 1330-1410 м/с. Как интерпретировать такие расхождения и в каких случаях применяется тот или иной параметр в работе не указывается.

12. В Главе 5 литологическое описание выделенных сейсмокомплексов расходится с их определением во втором защищаемом положении.

13. Имеются некоторые небольшие недостатки в оформлении диссертации и автореферата.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.9 – Геофизика (геолого-минералогические науки), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена, согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

