

**ОТЗЫВ официального оппонента**  
**на диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук**  
**Костылевой Натальи Владимировны на тему: «Технология эксплуатации**  
**молекулярно-электронных датчиков для комплексных геофизических**  
**исследований на территории Сахалинской области»**  
**по специальности 1.6.9. Геофизика (технические науки)**

**Актуальность темы исследований**

Одна из актуальных задач современной науки – защита населения от природных и природно-техногенных катастроф. Сейсмические события и связанные с ними негативные природные и техногенные воздействия чаще всего приводят к гибели людей и значительному экономическому ущербу. Вопросы обеспечения безопасности населения и территорий от сейсмических катастроф и связанных с ними вторичных опасностей остаются крайне актуальным. Для реализации стратегии уменьшения потерь от землетрясений первым и важным шагом является сейсмический мониторинг.

Обычно, для сейсмического мониторинга используется сеть сейсмических станций, равномерно распределённая на площади исследований или охватывающая исследуемый участок. Прикладными задачами сейсмического мониторинга являются изучение региональной или локальной сейсмической активности данной территории или локального участка. Для реализации эффективной системы сейсмического мониторинга реального времени требуется высокоразвитое аппаратное и математическое программное обеспечение, отвечающее современным требованиям.

Данные, получаемые со станций региональных сетей, позволяют исследователям выполнять оперативную и рутинную обработку сейсмических событий на региональных расстояниях, на низкой частоте. Чем плотнее сеть станций, тем больше возможностей для сопоставления данных о волновых формах, наблюдаемых на нескольких близлежащих станциях в диапазоне периодов.

Вследствие высокой сейсмичности Сахалинской области, первоочередной целью развития сейсмометрических наблюдений является модернизация сети цифровых широкополосных сейсмических станций, которые являются технологической основой любой региональной сети. Одним из таких направлений в последние годы стало использование молекулярно-электронных датчиков.

### **Структура и содержание работы**

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы. Работа изложена на 119 страницах текста, включает в себя 58 иллюстраций, 9 таблиц, 127 библиографических ссылок.

Во введении автор обосновывает актуальность работы, формулирует цели и задачи исследований, последовательность их решения, доказывает научную новизну полученных результатов.

Первая глава диссертационной работы посвящена литературному обзору, связанному с историей создания электрохимических преобразователей для датчиков движения нового поколения, основными сведениями о технологии молекулярно-электронного переноса, физических принципах работы молекулярно-электронных датчиков и обзору применения молекулярно-электронных сейсмических приборов в морских и наземных исследованиях в различных регионах России. Автором показана необходимость дальнейшего развития приборов этого типа и их широкого применения для решения различных фундаментальных и прикладных задач сейсмологии и геодинамики.

Во второй главе подробно описаны все этапы монтажа и запуска сейсмического и сейсмоакустического оборудования, а также подготовка программно-аппаратурного обеспечения. После введения комплектов регистрирующей аппаратуры в эксплуатацию для каждого пункта геофизических наблюдений было проведено исследование шумовых характеристик сейсмометра и гидрофонов методом корреляционного анализа с последующим расчетом плотности мощностей микросейсмических сигналов в условиях, максимально приближенных к эталонным. Описана методика сбора и

обработки данных, показаны примеры записей сейсмических событий, зарегистрированных новой аппаратурой. Приведены результаты исследований регистрационных и спектральных возможностей молекулярного сейсмометра СМЕ-6111 и гидрофонов. Помимо оценки регистрационных возможностей, на основе данных, полученных при использовании новейших комплектов оборудования в составе региональной сети, автором были проведены работы по исследованию сейсмичности в южном сегменте Центрально-Сахалинского разлома на полуострове Крильон за период 2018-2021 гг. Таким образом, соискателем разработаны и апробированы различные инженерные решения по установке оборудования, а также комбинированию данных от различных геофизических приборов.

Третья глава посвящена оценке влияния внешних воздействующих факторов на эксплуатацию молекулярно-электронных приборов. В данной главе автором приведена оценка влияния импульсов напряжения и тока в земной коре на уровень сейсмического шума, регистрируемого молекулярно-электронными приборами при наблюдениях обратного сейсмoeлектрического эффекта II рода, проведенных в ИМГиГ ДВО РАН в течение 2020-2022 гг.

Автором проведен анализ воздействия экзогенных факторов на сейсмический шум, регистрируемый с помощью молекулярно-электронного сейсмометра СМЕ-6111. Также была оценена роль атмосферных и гидрологических факторов, оказываемых на работу гидрофонов, установленных в различных условиях. Для изучения стабильности характеристик молекулярно-электронного сейсмометра СМЕ-6111 автором проведено исследование зависимости энергетических классов землетрясений от температуры окружающей среды. В ходе работы протестирована работа прототипов молекулярно-электронных гидрофонов и сейсмометра СМЕ-6111, которое продемонстрировало свою перспективность и удобство в использовании.

**Научная новизна** диссертационной работы заключается в том, что впервые проведены исследования и определены, своего рода, методические

рекомендациями по установке, настройке и эксплуатации молекулярно-электронных сейсмометров нового поколения в условиях Дальневосточного региона РФ. Установлено, что их основные характеристики (допустимые углы установки, диапазон рабочих температур, чувствительность и динамический диапазон) соответствуют требованиям, предъявляемым к сейсмическим сетям и станциям, интегрируемым в Федеральную сеть сейсмологических наблюдений.

**Практическая значимость** обоснована демонстрацией возможности внедрения и определения границ применимости новых молекулярно-электронных сейсмометров в Дальневосточном регионе в условиях дефицита в РФ такого рода аппаратуры. В рамках диссертационной работы, с применением современной аппаратуры и программных средств, создана представительная база сейсмологических и геофизических данных, которая может служить основой для решения разного рода задач геофизики.

Весомый **личный вклад автора** в данной работе неоспорим. Автором лично обработан весь массив данных, зарегистрированный молекулярно-электронными датчиками, составлены и подготовлены каталоги землетрясений. Автором проделана работа по оценке зависимости значений энергетических параметров сейсмических событий от влияния окружающей температуры, что позволило производителям разработать и реализовать различные методики, обеспечивающие стабилизацию параметров молекулярно-электронных преобразователей в широком температурном диапазоне. Автор участвовал в подготовке научно-технических отчётов и публикаций по теме диссертационной работы и в обобщении материалов и формулировке выводов.

Основные положения диссертации достаточно полно отражены в 12 **публикациях** в рецензируемых научных журналах, 5 из которых рекомендованы для защиты в МГУ. По теме диссертации опубликовано 8 статей в сборниках материалов всероссийских и международных конференций.

Автореферат полно и правильно отражает содержание диссертации.

По работе имеются некоторые **замечания**:

1. Во второй главе описаны места размещения оборудования в южной части острова Сахалин и указано, что пункты (полигон Петропавловское и пункт Загорское) располагаются вдоль активного Центрально-Сахалинского разлома. Но, к сожалению, в работе отсутствует описание самого разлома и его активности.
2. В третьей главе, в п.3.4. представлены таблицы с результатами обработки телесейсмических, региональных и локальных сейсмических событий, которые показали высокую эффективность молекулярно-электронного широкополосного сейсмометра для идентификации записей сейсмических событий различной удаленности. Однако, в работе отсутствует информация о возможностях регистрации сейсмометром СМЕ-6111 промышленных взрывов, что не дает полного понимания о качестве регистрации.
3. В работе не проводится сравнение широкополосного молекулярно-электронных сейсмометров серии СМЕ с широкополосными электромеханическими датчиками СМЗ-ОС и СМЗ-Е, которые также относительно недороги и хорошо зарекомендовали себя ранее.
4. Некоторые иллюстрации (например рис 2.4) плохо читаемы из-за мелкого шрифта подписей. Иногда подписи осей графиков отсутствуют вовсе.
5. В диссертации и автореферате встречаются орфографические и стилистические ошибки

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 (технические 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.

Таким образом, соискатель **Костылева Наталья Владимировна** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9. Геофизика (технические науки).

**Официальный оппонент:**

кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией Сейсмологических методов исследования литосферы Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института динамики геосфер имени академика М.А. Садовского РАН

**ГОЕВ Андрей Георгиевич**

*10.02.2025 г.*

Контактные данные:

тел.: +7 495 939 7985, e-mail: goev@idg.ras.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 25.00.10. Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Адрес места работы: 119334, г. Москва, Ленинский проспект, д. 38, корпус 1

Тел.: +7 499 137 66 11;

E-mail: geospheres@idg.ras.ru

Подпись сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института динамики геосфер имени академика М.А. Садовского РАН  
Гоева Андрея Георгиевича удостоверяю: