

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Галины Николаевны Антоновской

«Сейсмический мониторинг состояния антропогенных объектов и территорий их размещения, включая Крайний Север», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности: 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»

Актуальность темы диссертации.

Диссертационная работа Антоновской Г.Н. посвящена совершенствованию систем инструментального мониторинга различного направления (сейсмологического, сейсмометрического и вибрационного), включая широкий круг аппаратурных и методических вопросов, на основе обобщения предыдущего опыта. В настоящее время, развитие сетей инструментального мониторинга, безо всякого сомнения, является актуальной научной задачей. Технический прогресс в создании и развитии средств наблюдений и Программ обработки, получаемых данных, определяет появление новых возможностей в решении самых разнообразных задач в области сейсмологии, инженерной сейсмологии, и, как следствие, геофизики, в целом. Предложенные в работе технические решения апробированы экспериментально. Рассмотрен широкий диапазон важнейших объектов: обширные территории Крайнего Севера и Арктики, крупные сооружения (плотины ГЭС), агрегаты (ГЭС и др. элементы) в их взаимосвязи, все это актуально.

Новизна проведенных исследований и полученных результатов.

Основная часть диссертации посвящена разработке и применению сейсмических способов обследования и мониторинга состояния зданий и сооружений. Эта часть работы характеризуется новизной и имеет как фундаментальное, так и практическое значение. В то же время автором выполнены важные исследования по изучению сейсмичности на территории Западного арктического сектора РФ.

К числу наиболее существенных результатов, представленных в диссертации следует отнести следующие:

1. По результатам функционирования Архангельской сейсмической сети выявлены сейсмические события в местах расположения особо ответственных природно-технических объектов.

2. Выявлена сейсмическая активность на склоне континентального арктического шельфа (между арх. Шпицберген и арх. Земля Франца-Иосифа), единичные землетрясения зафиксированы в зонах депрессий, что указывает на новейшую тектоническую активность арктического региона.

3. Выполнено сеймотектоническое структурирование территории Западного арктического сектора РФ.

4. Впервые обобщен опыт инструментального мониторинга конструкций

уникальных сооружений различного назначения с использованием сейсмических методов.

5. Разработаны сейсмические способы обследования сооружений, в том числе, при высоком уровне промышленных шумов.

6. Разработана методика сейсмической диагностики состояния сооружений и грунтов оснований с использованием сигналов, создаваемых мощным электрооборудованием.

7. Показана возможность контроля работы гидроагрегатов ГЭС путем регистрации сейсмических сигналов в удаленной от агрегатов точке.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные лично автором, обоснованы представительным объемом экспериментальных данных, полученных автором на разнообразных технических объектах, на территории Крайнего Севера, а также систематизацией обширных литературных и фондовых данных, и нормативных документов. На ряд предложенных методик получены патенты РФ.

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы из 493 наименований работ отечественных и зарубежных авторов и одного приложения. Объем диссертационной работы составляет 317 страниц машинописного текста, включая 151 рисунок и 32 таблицы.

Во **введении** диссертации показана актуальность работы, поставлены цели и задачи исследования, сформулированы защищаемые положения, приведен перечень публикаций и конференций, где работа была апробирована.

Цель диссертации сформулирована четко и конкретно, как и задачи, решение которых было необходимо для достижения поставленной цели.

В первой главе детально рассматриваются цели и задачи интегральной системы сейсмического мониторинга различных объектов, которые автор разделяет на три типа: сейсмологический мониторинг территорий (телесеismicкий, региональный, локальный); инженерно-сейсмометрический мониторинг сооружений и транспортных систем, включая грунты основания, и вибрационный мониторинг работы тех или иных промышленных установок.

Несмотря на то, что каждый тип охватывает определенную область знаний, автору удалось систематизировать задачи и требования к созданию систем наблюдений, опираясь на анализ обширной базы нормативных документов и опыта создания сетей инструментального мониторинга.

Следует отметить спорное утверждение автора о том, что геодезические измерения, инженерно-геологические (геотехнические) наблюдения и измерения нагрузок и деформаций дают, в основном, «прямую» информацию, а сейсмические методы требуют более сложной обработки и создания моделей. Так, при анализе данных «прямых»

измерений деформаций в конструкциях фундаментов используются те или иные модели.

На основании проведенного обобщения Г.Н. Антоновская формулирует общие требования к системам сейсмического мониторинга «антропогенных объектов и территорий их размещения». Эти требования, по существу, являются постановкой задачи, для которой в диссертации рассмотрены способы и примеры их реализации на объектах различного назначения, обследованных автором лично.

Во второй главе приведен обзор средств инструментального мониторинга, представлена их классификация, технические характеристики элементов, анализируемые параметры сигналов, и выбор соответствующих датчиков для использования разных методик, рассматриваются варианты унификации систем наблюдений.

В работе произведен анализ сетей сейсмических наблюдений на Крайнем Севере. Приводится подробное описание аппаратурного оснащения сейсмических сетей Европейской Арктики и Архангельской сейсмической сети, истории и особенностям создания которой автор уделяет особое внимание. Указанная сеть усилиями автора и его коллег получила международный код и участвует в глобальном сейсмическом мониторинге. Описаны особенности установки сейсмической аппаратуры и организации сбора и передачи данных в условиях Крайнего Севера. Подобные сложные задачи стоят перед исследователями при создании систем инструментального мониторинга в труднодоступных районах в условиях высокогорья.

Технико-методические приемы построения комплексной системы сейсмического мониторинга рассмотрены, на примере мониторинга гидротехнических сооружений (ГТС) и районов их размещения. Приведены основные недостатки действующих систем мониторинга ГТС и предложены новые принципы сбора, обработки и анализа данных, включающие, как стандартные методики, так и разработанные автором. На основе полученного экспериментального материала делаются выводы. Описываемая в работе система мониторинга установлена на Чиркейской ГЭС в Республике Дагестан и успешно функционирует последние 5 лет.

В главе делается важное заключение, что современная сейсмическая аппаратура позволяет одновременно регистрировать сейсмические сигналы разной природы с возможностью их последующего полноценного анализа, что позволяет расширить сферу решаемых системами сейсмического мониторинга задач.

Материалы и выводы второй главы **обосновывают второе защищаемое** положение.

Третья глава посвящена сейсмическому мониторингу Западного арктического сектора РФ.

Представлен обзор развития сейсмических наблюдений на Европейском Севере с детальным описанием этапов становления Архангельской сети, которую автор предлагает рассматривать в качестве уникальной научной установки. Здесь необходимо отметить, что

в создании сети проявились высокие организационные способности автора. На базе Архангельской сети получены фундаментальные, важные для изучения Арктики научные результаты. По результатам собственных исследований и обобщения геолого-геофизических данных выполнено сеймотектоническое структурирование Баренцевоморского региона и прилегающих областей. Основу составляет анализ слабой природной и техногенной сейсмичности с подключением представлений о геодинамике региона и глубинных разрезов сейсморазведки и результатов ГСЗ.

В качестве замечания следует отметить, что для такой большой территории пунктов мониторинга слишком мало, что не позволяет полноценно проводить анализ параметров регистрируемых землетрясений, например, рассчитывать фокальный механизм, ряд применяемых формул требует введения региональных коэффициентов, годографы требуют уточнения и пр. Полагаю, что Галина Николаевна знает обо всех отмеченных минусах. Это можно рассматривать, как направление дальнейших исследований автора.

Материалы и выводы третьей главы **обосновывают первое защищаемое положение.**

В четвертой главе иллюстрируются различные возможности сейсмического мониторинга на примере детального обследования гидротехнических сооружений, т.к. ГТС являются объектами, безопасность которых зависит от целого факторов, в том числе, собственно геологической среды, состояния конструкций и работы агрегатов ГТС.

Приведен перечень опасных природных явлений и техногенных процессов, оказывающих негативное влияние на состояние ГТС, далее представлен анализ действующей нормативной и технической документации, касающейся требований к ГТС и гидроагрегатам (ГА) ГЭС, в части оценки их состояния и оснащения контрольно-измерительной аппаратурой. Данный анализ позволяет понять роль и место сейсмического мониторинга в обеспечении безопасности.

Автором предложены новые подходы в области сейсмического мониторинга ГТС, в частности, использование слабых землетрясений или пусков ГА, новый способ определения реальной модели плотины на основе построения форм ее колебаний, полученных эмпирическим путем. В этой связи, необходимо отметить, что предлагаемые подходы при их реализации требуют совместного анализа сейсмологических и инженерных данных и, при этом, они все еще достаточно трудоемки.

Возможности применения современной сейсмологической аппаратуры продемонстрированы в процессе контроля работы ГА, диагностики состояния системы «турбина-водовод-плотина» и возникновения гидродинамических пульсаций.

Известно, что промышленные (техногенные) сигналы являются заметной помехой при обследовании, как самих сооружений, так и геологической среды. Автором же они непосредственно используются для диагностики объектов. Очевидно, такой подход

следует считать прогрессивным.

Анализируемые материалы и выводы четвертой главы **обосновывают третье, четвертое и пятое защищаемые** положения.

В пятой главе рассмотрены различные способы обследования зданий и сооружений. При этом указывается, что «регистрация техногенных широкополосных микросейсм осуществляется с записью акселерограммы», «для выяснения реакции на сильное сейсмическое воздействие проводится масштабирование относительно техногенных микросейсм (по акселерограммам или спектрам)». Требуется разъяснение, какие именно техногенные широкополосные микросейсм регистрируются, поскольку в мировой практике микросейсмические колебания, как правило, регистрируются с помощью велосиметров. Во-вторых, прямое масштабирование микросейсмических колебаний не всегда соответствует реальным сейсмическим воздействиям в силу возможных нелинейных явлений. Спектральные особенности колебаний грунтов значительно зависят от магнитуды и эпицентрального расстояния, и в каждом сценарном воздействии (ПЗ, МРЗ) они будут различны. В этой связи необходимо отметить, что в отсутствие достаточного количества записей реальных землетрясений может быть выполнено стохастическое моделирование синтетических акселерограмм, дающее хорошие решения.

На наш взгляд, в пятой главе, возможно, излишне подробно представлена оценка вибраций от железнодорожного транспорта.

Материалы и выводы пятой главы **обосновывают третье и четвертое защищаемые** положения.

Шестая глава посвящена перспективам дальнейшего развития систем сейсмического мониторинга на Крайнем Севере. Предложено увязывать мониторинг ледовой обстановки с мониторингом сейсмичности.

В заключение диссертационной работы дан перечень основных полученных результатов.

В приложении приведены параметры воздействий природной и техногенной сейсмичности на сооружения платформенных территорий.

Перейдем к общей оценке диссертационной работы. С точки зрения ее научной новизны и практической ценности результатов следует отметить, что опробованные различные модификации систем сейсмического мониторинга и методы регистрации и анализа колебаний различной природы (собственные колебания, землетрясения, техногенные источники) имеют как фундаментальное, так и прикладное, практическое значение. Они вносят существенный вклад в понимание работы конструкции, оценку состояния и мониторинг технического состояния антропогенных объектов.

Получены новые знания о сейсмичности Западного арктического сектора РФ.

Предложенную карту-схему сейсмоструктурного структурирования Баренцевоморского региона и прилегающих областей можно рассматривать, в некотором смысле, как прообраз районирования морских территорий, имеющего важное практическое значение.

В качестве общих замечаний считаем необходимым указать следующее.

1. При большом разнообразии представленных методик и подходов к обработке сигналов, временами проработанность отдельно взятого метода, не вполне равноценна, что в некоторой степени может объясняться разнообразными условиями регистрации и особенностями данных. Отсутствует оценка разрешающей способности для некоторых систем наблюдений, не проработан, к примеру, вопрос выделения кавитационного сигнала при работе гидроагрегата и пр. Логично было бы ожидать сопоставление результатов оценок состояния изучаемой плотины и присоединенной среды в виде реакции на воздействия локального и регионального землетрясений, а также работы гидроагрегатов.

2. Расчетные модели представленных объектов задавались с учетом натуральных сейсмических наблюдений, но, при этом, не привлекались данные инженерно-геологических и лабораторных изысканий. Насколько достоверно расчетные модели, построенные таким образом, можно в действительности считать «реальными»?

3. Можно было бы уделить больше внимания анализу параметров арктических землетрясений. Например, проявление роевой сейсмичности на хребте Гаккеля. Это, на наш взгляд, весьма важный результат, т.к. слабая сейсмичность здесь все еще изучена недостаточно, а это одна из важнейших характеристик современной геодинамики региона.

4. Непосредственное использование сигнала, создаваемого работой гидроагрегатов, для целей оценки состояния системы «среда-сооружение», перспективно, но амплитудно-частотная характеристика колебаний воздействия, а, следовательно, и мощность такого сигнала может заметно изменяться в течение времени. Как этот эффект учитывается при работе с таким, в общем, достаточно «нестабильным» источником?

Экспериментальный материал, в целом, отвечает задачам исследований. Работа достаточно хорошо иллюстрирована, хотя не всегда редакционно-логична.

В целом, несмотря на указанные замечания, диссертационная работа Г.Н. Антоновской представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, связанную с решением научной проблемы в области предупреждения чрезвычайных ситуаций природно-техногенного характера, а именно, создания методических основ и разработки практических рекомендаций по оценке состояния системы «Искусственный объект и антропогенно-преобразованная среда размещения» на основе детального и достаточно глубокого анализа результатов сейсмического мониторинга. Результаты работы, наряду с фундаментальной составляющей, несомненно, имеют важное практическое значение.

Результаты настоящей диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли достаточную апробацию на Всероссийских научных и научно-практических конференциях, в том числе, с международным участием, и опубликованы в 18 статьях в рецензируемых журналах, входящих в Перечень списка ВАК для докторских и кандидатских диссертаций (7 статей из них опубликованы в журналах, входящих в базу WoS и/или Scopus), 3 патентах (в соавторстве), одном руководстве (в соавторстве), 3 монографиях (в соавторстве).

Автореферат и опубликованные статьи достаточно полно отражают содержание диссертационной работы. Все защищаемые положения подтверждены выводами.

Учитывая актуальность выполненных исследований, научную новизну и практическую значимость полученных результатов, считаю, что представленная диссертационная работа соответствует всем критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении ученых степеней (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) для ученой степени доктора наук, а ее автор Галина Николаевна Антоновская достойна присуждения степени доктора технических наук по специальности: 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Официальный оппонент:

директор Геофизического института – филиала
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Федерального научного центра «Владикавказский научный центр
Российской академии наук»,
доктор физико-математических наук, профессор

Владислав Борисович Заалишвили

Я, Заалишвили Владислав Борисович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.


362002, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Маркова 93а

«25» 09 2018 года

Подпись Заалишвили В.Б. удостоверяю

Начальник общего отдела Геофизического института – филиала Владикавказского научного центра РАН



 25.09.2018 Л.Г. Крыгина
подпись, дата

Адрес: 362002, Россия, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Маркова 93а
E-mail: cgi_ras@mail.ru, Телефон 8-8672-764084