

О Т З Ы В

официального оппонента

на диссертацию Антоновской Галины Николаевны «Сейсмический мониторинг состояния антропогенных объектов и территорий их размещения, включая Крайний Север», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.10 - «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»

Актуальность темы

Представленная диссертационная работа является обобщением опыта создания систем сейсмического мониторинга различного назначения (сейсмологического, сейсмометрического и вибрационного) и их комплексирования. Обобщение выполнено на основе анализа литературных данных, действующих нормативных документов, а также личного опыта создания систем мониторинга, что позволило диссертанту провести рассмотрение широкого круга взаимосвязанных аппаратурных, методических и аналитических вопросов. Значительный объем работы посвящен обследованию сооружений различного назначения с использованием сейсмических методов, особое внимание уделяется мониторингу гидротехнических сооружений (ГТС), как особо сложных и ответственных техноприродных объектов.

Следует отметить, что во исполнение требований федеральных законов № 116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и № 117 «О безопасности гидротехнических сооружений» на всех крупных опасных производственных объектах установлена измерительная аппаратура, позволяющая контролировать состояние сооружений в процессе их эксплуатации; на крупных гидроузлах энергетического назначения функционируют автоматизированные диагностические системы, позволяющие по результатам прямых измерений контролировать соответствие состояния сооружения инструментальным критериям безопасности. С этой целью в тело сооружения устанавливается значительное количество контрольно-измерительной аппаратуры (КИА). При этом не представляется возможным установить необходимое количество КИА в грунты основания сооружения из-за значительных объемов основания, требующего инструментального контроля.

В то же время анализ причин произошедших в мировой практике эксплуатации гидросооружений аварий показывает, что одной из основных причин является недостаточная изученность и контролируемость грунтов оснований и бортов плотин. Социально-экономические последствия и материальный ущерб от их повреждения или разрушения могут быть значительны и сопоставимы с последствиями природных катастроф.

Переход от прямых к косвенным измерениям с использованием сейсмических методов в системах диагностики состояния опасных и особо опасных объектов, жилых зданий и памятников архитектуры, а также арктических территорий, является практически востребованной задачей. В этой связи представленная работа является, несомненно, актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность полученных экспериментальных результатов обусловлена применением в исследованиях современного математического аппарата (спектральный анализ, корреляционные методы), корректным использованием математических методов и современных программных продуктов. Для подтверждения

выводов, полученных по экспериментальным данным, автор приводит результаты математического моделирования.

Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на многочисленных международных конференциях и научных семинарах. Имеются свидетельства о государственной регистрации трех патентов, три монографии, 18 публикаций в изданиях из списка ВАК.

Диссертант использует значительный объем (493 наименования) анализируемых литературных источников, в том числе нормативных отечественных и зарубежных баз данных.

Научная новизна и практическая значимость исследований

Результаты, полученные диссертантом, являются новыми научными знаниями в области инженерной сейсмологии, геофизики и геодинамики, в том числе и северных территорий по следующим позициям:

1. Для обследования сооружений различного назначения (гидротехнические сооружения и гидроагрегаты, высотные здания, памятники архитектуры, газокompрессорные установки и пр.) и грунтов оснований предложен ряд оригинальных или усовершенствованных сейсмических методов, в том числе с использованием сигналов, создаваемых мощным электрооборудованием.

2. Предложен новый метод построения реальных форм собственных колебаний сооружения на основании определения абсолютных уровней амплитуд и фаз колебаний в разных точках объекта. Полученная таким образом расчетная модель Гунибской ГЭС позволила понять особенности форм перемещений, полученных экспериментально.

3. Другие предлагаемые новые способы обследования сооружений весьма оперативны и позволяют достоверно оценивать их состояние в целом.

4. Диссертантом предложен и обоснован ряд научно-технических решений по объединению различных систем сейсмомониторинга. Одним из результатов этой работы является установка комплексированной системы мониторинга на Чиркейской ГЭС и получение значимых результатов по оценке состояния плотины.

5. Показана принципиальная возможность допустимого контроля уровня вибраций гидроагрегатов ГЭС путем регистрации сейсмических сигналов в удаленной от агрегатов точке.

6. На базе созданной Архангельской сейсмической сети выявлены сейсмические события в местах расположения особо ответственных природно-технических объектов в Западном арктическом секторе РФ; на склоне континентального арктического шельфа (между арх. Шпицберген и арх. Земля Франца-Иосифа. Полученные результаты позволили провести сеймотектоническое структурирование территории, весьма актуальное для сейсморайонирования морских акваторий.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Результаты диссертационной работы могут быть использованы как руководство в области мониторинга состояния техноприродных объектов с использованием сейсмических методов, включая выбор типов регистрирующей аппаратуры и их технических характеристик («РусГидро», «Росатом»).

Полученная информация о сейсмичности Европейской Арктики может быть использована компаниями, занимающимися изучением и освоением ресурсов арктических акваторий, организациями Минобороны, Минтранса.

Краткая характеристика основного содержания диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и 1 приложения.

Во введении обосновывается актуальность диссертационного исследования; формулируется цель и основные задачи работы; описывается предлагаемый автором подход к решению поставленных задач; характеризуется новизна полученных результатов и их апробация.

В первой главе рассмотрена проблема сейсмического мониторинга при обеспечении сейсмобезопасности объектов.

На основе изучения существующих систем сейсмического мониторинга и личного опыта автора сформулированы цели, требования и основные принципы построения современных систем комплексного сейсмического мониторинга.

Отмечается ряд недостатков существующих систем, в том числе и в части аппаратурно-методического их оснащения, являющегося содержанием второй главы.

В составе этой главы приведен обзор основных технических характеристик сейсмических датчиков и регистраторов, наиболее распространенных в отечественной практике, показывающий, что современная сейсмологическая аппаратура позволяет регистрировать любой из анализируемых сигналов в области инженерной сейсмологии; это делает целесообразным объединение нескольких видов сейсмомониторинга в единый комплекс.

Технико-методические приемы по построению комплексной системы сейсмического мониторинга рассматриваются на примере мониторинга гидросооружений и районов из размещения.

Сформулированы основные требования к системам сейсмомониторинга ГТС, к которым относится контроль за состоянием гидросооружений и грунтов основания, обнаружение опасных гидродинамических явлений, регистрация событий разной силы и происхождения, непрерывный сбор данных в едином центре хранения информации, обработка и анализ данных наблюдений, привязка всех каналов к единому времени, отсутствие ограничений на удаленность и местонахождение датчиков.

Реализацией перечисленных требований явилось создание с участием автора трехканального регистратора сейсмических сигналов ADAS3, вторичной аппаратуры и необходимого программного обеспечения.

Третья глава диссертации посвящена вопросам сейсмического мониторинга Западного арктического сектора РФ. Обширный материал этой главы включает анализ этапов развития сейсмологии в Баренцевоморском регионе, перечень задач, решаемых Архангельской сейсмической сетью, информацию об обобщенном каталоге о землетрясениях Европейского севера Арктики, сводную карту сейсмичности, которая легла в основу сеймотектонического структурирования Баренцевоморского региона и прилегающих областей. Благодаря установке ряда сейсмических станций в Арктике расширена география мониторинга Западного арктического сектора РФ.

Представлен проект развития сети сейсмических наблюдений в Арктике, что позволит в дальнейшем получить инструмент наблюдения за геодинамическим режимом в районах разведки и добычи энергетических сырьевых ресурсов Западной арктической зоны РФ.

Четвертая глава диссертации посвящена сейсмическому мониторингу состояния плотин ГЭС и гидроагрегатов. Ключевым разделом этой главы является использование слабых землетрясений для оценки состояния плотин. Автором модифицируется известная методика сопоставления результатов натурных наблюдений за параметрами процессов в теле плотины (перемещения, деформации, напряжения, пьезометрические уровни) с результатами расчета по математической модели плотины с заданием зафиксированного в основании воздействия и последующей калибровкой модели по результатам натурных наблюдений. По такой методике был проведен в свое время анализ состояния гравитационной плотины Койна (Индия), получившей повреждения при девятибалльном землетрясении, и арочной плотины Куробе (Япония) при восьмибалльном землетрясении.

Следует отметить, что плотины испытывают сильные землетрясения относительно редко, в этой связи автором предлагается использовать для анализа и прогноза состояние плотин часто повторяющиеся слабые землетрясения.

В качестве примера реализации предлагаемой методики в диссертации приведены результаты сейсмического мониторинга арочной плотины Чиркейской ГЭС при землетрясении интенсивности 3 балла. Сравнение расчетных и экспериментальных значений колебаний плотины показывает их приемлемое соответствие.

В отдельный раздел выделены результаты натурных наблюдений опасных процессов в гидроагрегатах и проявлений отклонений от штатного режима агрегатов. Показана принципиальная возможность мониторинга работы гидроагрегатов с помощью сейсмометрических методов.

В качестве примера использования сейсмического мониторинга для контроля работы гидроагрегатов приведены записи колебаний при пусках агрегата № 1 Чиркейской ГЭС и при его стационарной работе с выделением жгутовых частот. Анализ этих записей показал хорошее соответствие полученных результатов с общепринятыми представлениями о параметрах колебаний здания ГЭС под воздействием работы гидроагрегатов.

Анализ возможности оценки состояния плотин с помощью сейсмического просвечивания техногенными сигналами была произведена на примере обследования плотины Song Tranh-2 (Вьетнам) техногенными сигналами, а также методами микросейсмического зондирования и инженерной сейсморазведки. Сопоставление результатов подтвердило возможность использования техногенного зондирования. В теле плотины обнаружены аномалии, характеризующие зоны пониженной прочности, а также зону ослабленного основания в районе правобережного примыкания плотины.

В главе пятой анализируются возможности обследования сейсмическими способами антропогенных объектов различного назначения на стадии их возведения и эксплуатации. Предлагается методика, рассмотренная в главе 4 применительно к гидротехническим сооружениям. В процессе возведения или эксплуатации здания регистрируются ускорения в его основании под воздействием техногенных микросейсм. Полученная акселерограмма задается как сейсмическое воздействие в математической модели здания, реакция здания на заданное воздействие сравнивается с наблюдаемыми значениями, проводится верификация модели.

Предлагаемая модель апробирована при оценке состояния строящегося храма в Сретенском монастыре (Москва), С. Прилуцкого монастыря в Вологде и высотного здания «Эдельвейс» в Москве.

В шестой главе обсуждаются перспективы развития сейсмического мониторинга на Крайнем Севере. Предлагается создание системы мониторинга по трассам Северного морского пути и линий железнодорожных магистралей, а также проведение сейсмологических исследований геологической среды в зонах потенциальных месторождений полезных ископаемых.

В заключении приведены результаты, полученные в ходе работы.

По представленной работе имеются следующие замечания.

1. Достаточно спорным является утверждение диссертанта о возможности использования сейсмологических датчиков с большим динамическим диапазоном для мониторинга сооружений, расположенных в районах с высокими техногенными помехами.

2. Выводы по натурным исследованиям автоколебаний в системе водовод-гидроагрегат-энергосистема и иных отклонений от штатной работы гидроагрегатов требуют подтверждения при более длительном временном интервале испытаний.

3. Практически не затронуты способы комплексирования получаемых результатов сейсмического мониторинга с данными КИА, устанавливаемой на сооружении.

4. При обсуждении возможностей комплексной системы сейсмического мониторинга для оценки безопасности сооружения и грунтов его обоснования (глава 1) было бы целесообразно указать, какие именно явления и величины их параметров могут быть зафиксированы такой системой, например, грунты различной плотности и деформативности, дислокации, трещины, поверхности сдвига, фильтрационные потоки, физико-механические характеристики (в том числе динамические) материалов сооружения и основания.

5. В главе 4 приведена методика использования слабых землетрясений для оценки состояния плотин, основанная на реализации численной модели сооружения и его основания при задании наблюдаемого слабого воздействия. При пересчете реакции сооружения на расчетное (сильное) землетрясение необходимо учитывать изменение деформационных свойств материалов сооружения и основания (раскрытие трещин, блочных швов, пластические деформации грунтов). Такая возможность упоминается в выводах к главе 1, однако, методика прогноза не приводится.

Указанные замечания не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение

Диссертация Антоновской Галины Николаевны «Сейсмический мониторинг состояния антропогенных объектов и территорий их размещения, включая Крайний Север», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований в области сейсмического мониторинга антропогенных объектов и территорий их размещения, включая Крайний Север, решена научная проблема, имеющая важное социально-экономическое и культурное значение.

Работа базируется на достаточном числе исходных данных, примеров и расчетов. Она написана доходчиво, грамотно и аккуратно оформлена. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Содержание диссертации соответствует специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Диссертация соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, для ученой степени доктора наук, а ее автор Антоновская Галина Николаевна заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Официальный оппонент
Генеральный директор Акционерного общества
«Научно-исследовательский институт энергетических сооружений»
(АО «НИИЭС»),
доктор технических наук

Олег Дмитриевич Рубин

«17» сентября 2018 г.

Личную подпись О.Д. Рубина заверяю

125362, г. Москва, Строительный проезд, д.7а
АО «НИИЭС»

