

Утверждаю

Врио директора

ФГБУ «Высокогорный
геофизический институт»



М.Ю. Беккиев

2024 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**Федерального государственного бюджетного учреждения
«Высокогорный геофизический институт»**

на диссертационную работу Фидаровой Мадины Ивановны
«Оценка геоэкологических рисков, формируемых геодинамическими воздействиями, на
основе анализа интенсивности землетрясений (на примере г. Владикавказ)»,
представленную к защите на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук
по специальности 1.6.21 «Геоэкология» (геолого-минералогические науки).

1. Актуальность темы исследования. Диссертационная работа М.И. Фидаровой посвящена важной научной и практической проблеме - оценке геоэкологических рисков, формируемых геодинамическими воздействиями на объекты жизнедеятельности городского образования. Для урбанизированных горных территорий проблема оценки и снижения геоэкологического риска с целью разработки мер по управлению и снижению ущерба является особо актуальной. Как отмечено в работе, интенсификация урбанизации, образование крупных городов и городских агломераций, увеличение объемов промышленного производства, а также рост населения связаны с интенсивным использованием ограниченных земельных, водных и минеральных ресурсов. Эффективность их использования и защита от опасных геоэкологических процессов во многом зависит от характера инженерно-геологических условий и степени их изученности. Анализ факторов геоэкологического риска позволяет на основе комбинирования информационных слоев с данными о пространственном распределении опасности, техногенной нагрузке и уязвимости застройки оценивать ожидаемые геоэкологические риски.

В этой связи, тема выполненной диссертационной работы является актуальной, а общая постановка научной проблемы, цель и задачи исследования сформулированы корректно и представляются вполне обоснованными.

2. Степень обоснованности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, подтверждается всесторонним анализом литературных данных, содержащихся в 171 используемом источнике. Обоснованность научных положений основана на использовании экспериментальных данных, основу которых составляет комплекс сейсмологических, геологогеофизических, макросейсмических, инженерно-строительных и других данных: базы данных ГФИ ВНИИ, база данных K-NET (Япония), материалы инженерно-геологических изысканий на территории г. Владикавказа при сейсмическом микрорайонировании города и отдельных

объектов, проведенных ГФИ ВНЦ РАН в разные годы. При их обработке использовались методы теории вероятностей и математической статистики – применялись корреляционный и регрессионный анализ (метод опорных векторов), метод главных компонент, модели «случайный лес». Работа с пространственными данными осуществлялась в программах ARCGIS 9 и QGIS, обработка данных – в программах MATLAB, JupyterNotebook. Достоверность выводов исследования обеспечивается представительностью и надежностью исходных данных, полученных в ходе долговременных наблюдений, сопоставимостью результатов исследований и практики, использованием современных методов исследований.

3. Целью диссертационного исследования является разработка научно-методической основы оценки вклада геодинамических, в том числе, сейсмических воздействий в геоэкологические риски урбанизированных горных территорий (на примере г. Владикавказ) на основе инструментальной меры интенсивности землетрясений.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- создание баз данных сильных грунтовых движений для целей машинного обучения;
- установление соотношений между сейсмическими шкалами для унификации данных;
- статистическая обработка набора данных: записей сильных движений на участках с различными эпицентрными расстояниями, грунтовыми условиями и значениями магнитуд землетрясений;
- исследование различных характеристик динамического или сейсмического воздействия на природную среду и техногенные объекты для выбора параметра или группы параметров, наилучшим образом описывающих инструментальные данные;
- анализ различных характеристик и разработка методологии вероятностной оценки получаемых инженерных и макросейсмических мер интенсивности;
- развитие методики оценки геоэкологических рисков в зависимости от уровня динамических, в том числе, сейсмических воздействий на примере сейсмического микрорайонирования территории г. Владикавказа.

Объект исследования – колебания грунтовой толщи в различных инженерно-геологических условиях территории г. Владикавказ при геодинамических воздействиях, в том числе, землетрясениях. **Предмет исследования** – анализ влияния параметров, определяющих формирование интенсивности динамического и сейсмического воздействия, на геоэкологические риски природно-техногенных геосистем (на примере сейсмического микрорайонирования территории г. Владикавказ).

Во введении показана актуальность темы исследования, определены цели, решаемые задачи, объект и предмет исследования, сформулированы основные защищаемые положения, приведены научная новизна, теоретическое и практическое значение результатов исследования.

В первой главе проведен анализ современного состояния исследуемой проблемы, рассмотрена структура и основные характеристики современных сейсмических шкал, основные факторы, определяющие повреждаемость застройки на основе результатов инженерного макросейсмического обследования и существующие количественные меры повреждаемости физической системы, на основе которых может быть разработана инструментальная мера сейсмической интенсивности.

Показано, что в последние годы при расчетах зданий и сооружений на сейсмические воздействия делаются попытки использовать величины скоростей колебаний грунтов, что, по мнению инженеров, позволяет непосредственно учитывать кинетическую энергию, воздействующую и поглощаемую исследуемым объектом. Следует отметить, что и величина скорости не характеризуется высокой надежностью в качестве показателя потенциала «повреждаемости». Также, по мнению соискателя, не особенно надежна и так называемая «интенсивность Ариаса», которая установлена на

основе анализа 250 записей сильных грунтовых движений.

Во второй главе выполнен анализ известных способов получения соотношений между различными сейсмическими шкалами. Соискатель показал, что имеют место неравномерности используемых сейсмических шкал, обусловленных особенностями реакции объектов-индикаторов. Выявлены наиболее обоснованные соотношения для пересчета величин интенсивностей, полученных в различных диапазонах сейсмической шкалы JMA, в величины сейсмической шкалы MSK или MMI (США, Европа).

Выполненный анализ многочисленных имеющихся работ показывает различия в зависимостях, порой достигающие двух баллов. Наибольшей неравномерностью шкала JMA (Япония) обладает в интервале интенсивностей от 4 до 6 MSK (Россия), однако, необходимо отметить, что в диапазоне $MSK > 6$ зависимость между шкалами JMA и MSK можно считать линейной, при этом угол наклона, определенный по разным источникам примерно одинаков и равен 2. Для верхней границы шкал предлагается продолжить данный тренд, поскольку признаки, основанные на повреждении и разрушении зданий, достигают насыщения, а также в силу особенностей развития шкалы JMA, поскольку верхний предел повышался после более разрушительных землетрясений и фактически максимум Японской шкалы не определен.

Глава 3 посвящена формированию набора данных инструментальных показателей записей колебаний грунтовой толщи, и предварительному анализу связи между собой и с макросейсмической интенсивностью MSK. Соискателем выполнен расчет целого ряда инструментальных параметров (максимальных скоростей, смещений и ускорений, среднеквадратической скорости преобладающего периода, интенсивности Ариаса (кумулятивный квадрат ускорений), кумулятивной абсолютной скорости, интенсивности Анга, интенсивности Хаузнера, индекса полной входной энергии, и мер интенсивности Заалишвили - площади реального спектра колебаний, площади нормализованного спектра колебаний, средневзвешенной частоты колебаний, и создан соответствующий набор данных.

Соискателем выполнена оценка различных параметров сейсмических записей подходящих для разработки меры «инструментальной интенсивности» по данным расчета коэффициента корреляции Пирсона, F-теста, важности признаков модели «случайный лес» и взаимной совместной информации.

В главе 4 на основе созданного набора данных параметров, характеризующих сейсмические воздействия, производится разработка инструментальной меры сейсмической или динамической интенсивности. Для расчета регрессионных соотношений использовался метод опорных векторов (supportvector), называемый ранее алгоритмом «обобщенного портрета».

Для оценки эффективности моделей с наиболее равномерным использованием имеющихся данных применялась процедура кроссвалидации (перекрестной проверки). Расчеты выполнялись для моделей с одним параметром, и различными комбинациями двух и трех параметров набора данных. В модели с двумя параметрами лучший результат получен для комбинации меры Фаджфара и меры Анга и меры Фаджфара и среднеквадратического ускорения.

Показано, что предложенные модели инструментальной меры сейсмической или динамической интенсивности должны обладать следующим важным свойством – быть применимы для расчета приращений интенсивности при оценках геоэкологической опасности территории. Практическому применению различных моделей инструментальной интенсивности посвящена пятая глава.

В главе 5 рассмотрены данные сейсмического микрорайонирования (СМР) территории г. Владикавказа. Выполнен анализ различных инструментальных мер сейсмической интенсивности по базе данных сети K-Net. В результате получены модели, основанные на различных параметрах (Глава 4). Установленные закономерности для сейсмической интенсивности, а также формулы, включенные в ШСИ-2017, и полученные

В.Б. Заалишвили динамические интенсивности для мощных источников (площади спектра, средневзвешенная частота колебаний в сочетании с амплитудными параметрами) применены для тестового полигона – территории г. Владикавказа.

В результате выполнено районирование территории г. Владикавказа по комплексу критериев в рамках предложенных формул с учетом доверительных интервалов для вероятностей 5% и 1% непревышения указанных значений и районирование в пределах каждой категории грунтов, исходя из уточненных данных сейсморазведки. Значительные изменения не отмечаются, учитывая округление результатов до десятых, однако в случае значений около 0,5 по максимальным ускорениям (участок «Весна») изменения могут меняться от 0,47 до 0,54 и обусловить округление приращения на один балл.

В рамках разрабатываемой геоинформационно-вычислительной системы выполнена системная интеграция блоков регионального моделирования сейсмических воздействий на основе зон ВОЗ и реакции отдельных участков на данные воздействия. При этом моделировались ансамбли акселерограмм с варьированием характеристик разломов, и выполнялась статистическая обработка результатов с представлением пространственных данных в ГИС-технологиях, формирующих геоэкологический риск территории.

Анализ данных позволил на основе инструментальной меры интенсивности разработать практические Рекомендации по учету геоэкологических процессов или эффектов в задачах сейсмического микрорайонирования.

В Заключение представлены основные результаты диссертационного исследования.

5. Научная новизна диссертационного исследования.

1. Впервые выполнена всесторонняя оценка различных параметров динамических и сейсмических записей, подходящих для разработки меры «инструментальной интенсивности», с помощью современных методов машинного обучения – по данным расчета коэффициента корреляции Пирсона, F-теста, модели «случайный лес» и взаимной совместной информации, представляющей непосредственную основу для оценок геоэкологического риска.

2. Сопоставление макросейсмической интенсивности и инструментальных показателей - записей динамических и сейсмических событий впервые выполнено с помощью базы данных сильных движений K-Net (Япония), а также записей и результатов обследования отдельных районов на территории Кавказа.

3. Разработаны методические основы оценки состояния грунтовой толщи по критерию дисперсии, подтверждающиеся инструментальными данными, когда вводимые обуславливающие различные поправки, геоэкологический риск, рассчитываются в форме доверительных интервалов. На основе инструментальной меры интенсивности разработана методика геоэкологического районирования территории с учетом геоэкологических эффектов в задачах сейсмического микрорайонирования.

6. Значимость полученных результатов диссертационного исследования для науки и практики заключается в возможности использования результатов диссертационного исследования М.И. Фидаровой в качестве основы для оценки сейсмических рисков территорий, а также для выявления влияния сейсмических факторов на геоэкологические процессы. Полученные, на примере г. Владикавказ, результаты могут быть использованы и для других территорий с аналогичными физико-географическими условиями.

7. Замечания по диссертации.

Несмотря на общее положительное впечатление от выполненной работы можно отметить некоторые замечания и дискуссионные моменты:

1. Экспериментальную основу исследования составляет комплекс сейсмологических, геолого-геофизических, макросейсмических, инженерно-строительных

и других данных на территории г. Владикавказа: база данных ГФИВНЦ. Однако соискатель в работе не обосновал возможность применения результатов регистрации сигналов слабых землетрясений.

2. Для оценки максимальных воздействий с определенной вероятностью не превышения соискателем введен новый параметр «дисперсия разброса значений около среднего» (глава 5). Непонятно, чем отличается это понятие от понятия «Дисперсия - статистический показатель, который измеряет степень разброса значений случайной величины относительно ее среднего значения».

3. Не показано преимущество используемой в ряде разделов данной работы регрессионной модели на основе метода опорных векторов (глава 3, глава 4) над другими более точными моделями.

4. В работе получены гистограммы распределения приращения динамической интенсивности для различных участков территории г. Владикавказа. Не совсем понятно, насколько полученные значения превышают точность используемой аппаратуры при регистрации землетрясений?

5. Работа перегружена анализом зарубежных методов и средств мониторинга сейсмических факторов, при этом главы 1 и 2 можно было объединить в один раздел.

6. Согласно приведенным в работе таблицам (5.10, 5.11) учет предложенной «дисперсии разброса значений около среднего» в форме доверительных интервалов показывает незначительное изменение интенсивности, часто не превышающее десятой балла. Насколько существенное влияние параметр оказывает на результаты районирования?

7. Анализ данных показывает, что наблюдаются различия в приращениях интенсивности, получаемых по разным формулам, и какие из них использовались при построении итоговой карты районирования территории?

8. В тексте диссертационной работы встречаются повторы смыслового характера, имеются опечатки, отдельные рисунки плохо читаются и т.п.

В целом, несмотря на указанные замечания, диссертационная работа Фидаровой М.И. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему – учета сейсмических воздействий в геоэкологических задачах - и связанную с решением научной проблемы разработки адекватной модели инструментальной меры сейсмической интенсивности. Решение этих задач важно для предупреждения чрезвычайных ситуаций природно-техногенного характера. Поэтому необходимо также отметить, что результаты работы имеют важное практическое значение.

8. Соответствие диссертации паспорту специальностей Министерства образования и науки РФ. Область исследования соответствует паспорту специальности: 1.6.21 «Геоэкология» по пунктам: 1. Изучение состава, строения, свойств, процессов, физических и геохимических полей геосфер Земли как среды обитания человека и других организмов. 9. Динамика, механизмы, факторы и закономерности развития опасных природных, природно-техногенных и техногенных процессов, оценка их активности, опасности и риска проявления. Разработка методов и технологий оперативного обнаружения и прогноза возникновения катастрофических природно-техногенных процессов, последствия их проявления и превентивные мероприятия по их снижению, инженерная защита территорий, зданий и сооружений. 16. Моделирование геоэкологических процессов и последствий хозяйственной деятельности для природных комплексов и их отдельных компонентов. Современные методы геоэкологического картирования, ГИСТехнологии и информационные системы в геоэкологии.

9. Заключение. Представленная работа является завершенным самостоятельным научным исследованием актуальной проблемы - оценки геоэкологических рисков, формируемых геодинамическими воздействиями, на основе инструментальной меры

интенсивности землетрясений.

Личный вклад Фидаровой Мадины Ивановны подтверждается достаточным количеством публикаций. Основные выводы и положения диссертационной работы отражены в 23 научных публикациях (из них 7 в изданиях, рекомендованных ВАК, а также 10 в изданиях, индексируемых в наукометрической базе данных Scopus). Опубликованные работы отражают основное содержание диссертации.

В целом диссертация Фидаровой Мадины Ивановны «Оценка геоэкологических рисков, формируемых геодинамическими воздействиями, на основе анализа интенсивности землетрясений (на примере г. Владикавказ)» является завершённой научно-квалификационной работой. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

По актуальности избранной темы, эффективности и научной новизне авторского подхода к проблеме, новизне и обоснованности полученных соискателем научных результатов, теоретической и практической значимости последних, данная работа полностью отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (с изменениями),

а соискатель Фидарова Мадина Ивановна заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности: 1.6.21. «Геоэкология».

Отзыв подготовлен доктором географических наук, профессором В.В. Разумовым, доктором физико-математических наук, профессором А.Х. Аджиевым и кандидатом географических наук М.Д. Докукиным.

Отзыв рассмотрен и утвержден на заседании отдела стихийных явлений Федерального государственного бюджетного учреждения «Высокогорный геофизический институт» 18 октября 2024 г. протокол № 8.

Сведения о ведущей организации: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Высокогорный геофизический институт» (ФГБУ «ВГИ»).

Адрес: 360001, Россия, КБР, г.Нальчик, пр.Ленина, 2

Тел.: (8662) 40-19-16

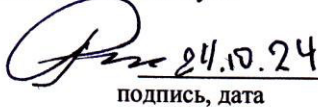
E-mail: adessa1@yandex.ru

Сайт: <http://vgistikhiya.ru>

Доктор географических наук (специальность 25.00.23 - Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов), профессор (25.00.23)

Ведущий научный сотрудник отдела стихийных явлений

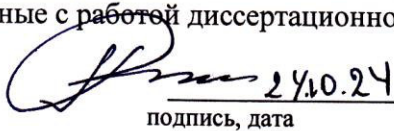
ФГБУ «Высокогорный геофизический институт»

 24.10.24

Разумов Виктор Владимирович

подпись, дата

Я, Разумов Виктор Владимирович даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

 24.10.24

Разумов Виктор Владимирович

подпись, дата

ПОДПИСЬ Р.И.С. отдела СЯ ФГБУ «ВГИ»,
д.г.н., проф. Разумова В.В.
ЗАВЕРЯЮ. УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ ФГБУ «ВГИ»
А.Ф. - д.г.н. Мар (Варенкова М.В.)
« 24 » окт. 20 24г. 6

Кандидат географических наук (1.6.14 – «Геоморфология и палеогеография»)
Ведущий научный сотрудник отдела стихийных явлений
ФГБУ «Высокогорный геофизический институт»

 24.10.24 Докукин Михаил Дмитриевич
подпись, дата

Я, Докукин Михаил Дмитриевич даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

 24.10.24 Докукин Михаил Дмитриевич
подпись, дата
И.о. зав. отдела СЯ ФГБУ «ВНИИГ» к.г.н. Докукина М.Д.
ЗАВЕРЯЮ. УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ ФГБУ «ВНИИГ»
к.ф.-м.н. Мель (Гареева М.В.)
« 24 » окт. 20 24 г.

Доктор физико-математических наук (специальность 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология), профессор (25.00.30)
Заведующий отделом стихийных явлений
ФГБУ «Высокогорный геофизический институт»

 24.10.2024 Аджиев Анатолий Хабасович
подпись, дата

Я, Аджиев Анатолий Хабасович даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

 24.10.2024 Аджиев Анатолий Хабасович
подпись, дата
подпись зав. отделом СЯ ФГБУ «ВНИИГ»
к.ф.-м.н., проф. Аджиева А.Х.
ЗАВЕРЯЮ. УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ ФГБУ «ВНИИГ»
к.ф.-м.н. Мель (Гареева М.В.)
« 24 » окт. 20 24 г.