

УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки Института теории
прогноза землетрясений и
математической геофизики Российской
академии наук
член-корреспондент РАН



П.Н. Шебалин

2024 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Зверевой Анастасии Сергеевны
«ДОБРОТНОСТЬ ЛИТОСФЕРЫ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ
ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 1.6.9. – «Геофизика»

Актуальность темы диссертационной работы в первую очередь связана с выбором Кавказского региона – одного из самых сейсмоопасных регионов РФ. Развитие систем сейсмологического мониторинга впервые позволило применить ряд методов для уточнения свойств затухания сейсмических волн в регионе, с помощью которых стало возможным оценить дополнительные характеристики очагов землетрясений Северного Кавказа и изучить межмагнитудные связи по исходным оценкам, полученным непосредственно при обработке волновых форм.

Для подтверждения актуальности темы диссертационной работы процитируем раздел «Стратегии национальной безопасности Российской Федерации», утвержденной Указом Президента РФ от 2 июля 2021 г. № 400 «О стратегии национальной безопасности Российской Федерации». В соответствующих разделах данного стратегического документа указано следующее: «47. Достижение целей обеспечения государственной и общественной безопасности осуществляется путем реализации государственной политики, направленной на решение следующих задач (в

числе которых): 19) повышение эффективности мер по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;... ». Перечисленное положение непосредственно указывает на высокую актуальность исследований по данной диссертационной работе.

Диссертационная работа Анастасии Сергеевны Зверевой состоит из 4 глав, введения и заключения. Общий объем работы составляет 138 страниц, включает 10 таблиц, 33 рисунка, 2 приложения, библиографический список из 182 наименований.

Целью диссертационной работы является теоретическое и экспериментальное изучение особенностей затухания сейсмических волн в литосфере Северного Кавказа с последующим расчетом спектральных параметров очагов землетрясений умеренных магнитуд в регионе.

Поставленные в исследовании задачи адекватны поставленной цели.

Научная новизна и практическая значимость полученных результатов

Новизна работы заключается в обработке большого массива данных с применением передовых методик обработки сейсмических данных для сейсмически активной территории РФ – Северного Кавказа, что позволило апробировать методику, оценить частотно-зависимые параметры затухания литосферы и их вариации на изучаемой территории, а также определить дополнительные характеристики очагов землетрясений (сейсмический момент и моментная магнитуда). Значимым результатом является и изучение межмагнитудных связей именно по исходным оценкам, полученным непосредственно при обработке волновых форм землетрясений. Частотно-зависимая модель затухания и межмагнитудные связи необходимы при определении сейсмической опасности в регионе. Сильной стороной работы является использование известного в сейсмологическом кругу программного обеспечения SEISAN, впервые адаптированного к российским данным.

В первой главе диссертации приводится теоретический обзор представлений о моделях и параметрах затухания, сложившихся к настоящему времени, приводится краткое описание тектонического строения, системы наблюдений и имеющихся оценок добротности для Северного Кавказа.

Во вторую главу диссертации включены краткое описание выбранной методики расчета (метод огибающих кода-волн), исходных данных, параметров обработки и обсуждаются полученные аналитические выражения, позволяющие рассчитывать значения добротности литосферы на территории Северного Кавказа с учетом разных значений геометрического расхождения (0.5 и 1). Материалы и выводы второй главы об аналитических

выражениях для расчета сейсмической добротности литосферы составляют основу первого положения, выносимого диссертантом на защиту.

В третьей главе диссертации анализируется пространственное распределение значений добротностей, полученных во второй главе, а также изучается зависимость оценок от некоторых параметров обработки (в частности, при различных значениях времени начала окна коды). Интересным результатом является наблюдение, что области минимальных значений добротности соответствуют эпицентральной зоне сильных землетрясений ($M > 6$). Материалы и выводы третьей главы о моделях объемного распределения значений затухания кода-волн соответствуют второму защищаемому положению.

В четвертой главе диссертации описан спектральный метод обработки сейсмических данных, позволяющий оценить сейсмический момент и моментную магнитуду, описываются исходные данные для расчета спектральных параметров, приводится их сопоставления с ведущими базами сейсмологических данных (Служба срочных донесений ФИЦ ЕГС РАН, GCMT и ISC), а также с локальными магнитудами и энергетическими классами, определенных по аналогичному набору сейсмических станций. Приводится среднестанционный очаговый спектр для нескольких магнитудных диапазонов, что является важным результатом для оценки сейсмической опасности. Материалы четвертой главы о межмагнитудных корреляционных связях составляют основу третьего положения, выносимого на защиту.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты и выводы диссертационной работы можно рекомендовать к практическому использованию в процессе регулярной обработки землетрясений Северного Кавказа в подразделениях ФИЦ ЕГС РАН, с последующей публикацией полученных оценок в ежегодниках «Землетрясения России» и «Землетрясения Северной Евразии».

Основные замечания по диссертационной работе

1. В первом защищаемом положении не уточняется, что аналитические выражения получены именно для Северного Кавказа, а, следовательно, выражения не являются универсальными для оценки затухания.

2. Недостатком работы является отсутствие обсуждения в обзоре альтернативных методов определения параметров затухания и сопоставления этих методов по эффективности.

3. В целях работы указано «теоретическое и экспериментальное изучение особенностей затухания сейсмических волн...», однако теоретическая часть работы в большей степени связана с анализом полученных автором оценок затухания, а не с модернизацией теоретических и методических основ оценивания, что следовало более точно отразить в формулировке целей.

4. На странице 20 цитируется 42 работы разных авторов, посвященные оценкам затухания сейсмических волн, при этом работы классифицируются только географически. Отсутствие классификации или кратких комментариев по существу (применяемый метод, род исходных данных, особенности результатов) является недостатком литературного обзора.

5. На рисунках 4.6 и 4.7 не ясно, по какому количеству наблюдений в каком магнитудном диапазоне построены регрессионные кривые.

6. В массовой выборке, используемой для оценки добротности, преобладают слабые землетрясения, при этом не проводится оценка устойчивости результата в разных магнитудных интервалах, что является важной информацией для определения возможности экстраполяции результатов в область высоких магнитуд.

7. В третьей главе приводятся карты распределения добротности, где нанесены типичные механизмы очагов землетрясений, однако, не хватает карты с нанесением очагов сильных землетрясений, тем более, что в выводах отмечается корреляция с зонами сильных землетрясений.

Сделанные замечания не снижают значимость результатов диссертационной работы, выполненной на высоком научном уровне. Результаты и выводы, сформулированные в работе, закономерно вытекают из приведенных автором рассуждений и фактического материала.

Вывод

Диссертация Анастасии Сергеевны Зверевой выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной и предлагает частотно-зависимую модель затухания литосферы Северного Кавказа, позволившую получить спектральные характеристики для умеренных кавказских землетрясений, что имеет важное значение для сейсмологической практики и оценки сейсмической опасности в одном из сейсмоопасных регионов РФ.

Диссертация соответствует критериям, установленным в п. 9 Положения о присуждении ученых степеней (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) для ученой степени кандидата наук, а ее автор Анастасия Сергеевна Зверева

достойна присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.9 – «Геофизика».

Диссертационная работа и отзыв рассмотрены и обсуждены 5 сентября 2024 г. на заседании научного семинара Института теории прогноза землетрясений и математической геофизики Российской академии наук (ИТПЗ РАН). Отзыв с положительным заключением ИТПЗ РАН в качестве ведущей организации одобрен решением семинара (протокол №8 от 05.09.2024 г.).

Отзыв подготовили:

Доктор физико-математических наук,
профессор РАН, заместитель директора по
научной работе, главный научный
сотрудник ИТПЗ РАН
Тел.: (495)3341544,
эл.почта: steblov@mitp.ru



Григорий Михайлович Стеблов

Кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник ИТПЗ РАН
Тел.: (495) 3333401,
эл.почта: aleirk@mail.ru



Алена Игоревна Филиппова

Г.М. Стеблов и А.И. Филиппова дают согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подписи Г.М. Стеблова и А.И. Филипповой заверяю.

Главный специалист отдела кадров ИТПЗ РАН



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики Российской академии наук (ИТПЗ РАН)

117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, 84/32

Тел.: +7 495 333-45-13

Факс: +7 495 333-41-24

E-mail: mitpan@mitp.ru