

Отзыв

официального оппонента на диссертацию 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

Диссертационная работа посвящена изучению особенностей затухания сейсмических волн в литосфере Северного Кавказа с последующим расчетом очаговых параметров землетрясений умеренных магнитуд в регионе.

Актуальность.

Территория Северного Кавказа характеризуется высоким сейсмическим потенциалом – согласно картам «Общего сейсмического районирования Северной Евразии» (ОСР-2015 А и В) регион относится к зонам с 8–9 балльной интенсивностью сотрясений. Большая часть территории имеет достаточно высокую плотность населения. Характеристики регионального поля поглощения сейсмических волн и его особенности имеют первоочередное значение для прогноза параметров сильных движений и расчета искусственных акселерограмм. Вместе с тем, существующие карты ОСР не учитывают региональных особенностей затухания и распространения сейсмических волн, что может приводить к большим погрешностям при прогнозе параметров сильных движений. Эти факторы определяют актуальность представленной работы.

Диссертация состоит из четырех глав, введения и заключения и включает обширный библиографический список.

Во введении сформулированы цель и основные задачи исследования, описаны исходный материал, методы исследования, апробация работы, обоснованы актуальность, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, а также приведены основные научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе приведен краткий обзор современных представлений о затухании сейсмических волн в литосфере, а также методов оценки затухания, теорий происхождения кода-волн и описание их свойств. Во второй части главы представлена краткая характеристика района исследования – Северного Кавказа: особенности региональной тектоники, глубинного строения, сейсмичности, описание современной сети сейсмических станций. Дается обзор предыдущих исследований затухания сейсмических волн в регионе.

Замечания к главе:

1. В главе описывается сеть сейсмических станций, данные которой используются в работе, но нет информации о типе станций и рабочей полосе частот, что очень важно, так как

расчеты добротности и оценка очаговых параметров землетрясений проводятся в широком частотном диапазоне.

2. В описании тектоники и сейсмичности региона нет данных о преобладающем типе напряженного состояния, информации о механизмах очагов и глубинах землетрясений.

Во второй главе описываются проведенные автором расчеты сейсмической добротности литосферы Северного Кавказа методом огибающих кода-волн по записям кавказских землетрясений. Приводятся описание исходных данных, метод, алгоритм расчета в программном комплексе SEISAN, представлены основные результаты, а также проводится сопоставление полученных результатов с мировыми данными и предыдущими исследованиями в регионе.

Замечания к главе:

1. Не совсем ясно, зачем автор использует геометрическое расхождение для двух типов волн: поверхностных и объемных. По итогам работы не сделан вывод о том, какой тип волн формирует региональную коду землетрясений Северного Кавказа.

2. Не обсуждается частотная зависимость сейсмической добротности.

В третьей главе рассмотрены вариации затухания сейсмических волн на Северном Кавказе и проведено их сравнение с геолого-геофизическими характеристиками среды – трещиноватостью и флюидонасыщенностью. Также проведен анализ зависимости добротности от времени начала окна обработки коды.

Замечания к главе:

1. Анализ вариаций коэффициентов затухания в зависимости от величины LT был бы более наглядным при переходе от LT к глубинам.

2. При анализе пространственных вариаций затухания не приводятся карты или схемы аномалий скоростей сейсмических волн, оценок поглощения S-волн, вариаций геодинамического режима, пунктов измерения удельного электрического сопротивления и флюидного режима и пр., что дает этот раздел неудобным для сопоставления.

3. При анализе пространственных вариаций важно учитывать глубины очагов землетрясений, участвовавших в анализе. Возможно, некоторые аномалии могут быть вызваны приуроченностью очагов к более поверхностным или, наоборот, глубинным структурам.

В четвертой главе представлены результаты анализа очаговых параметров региональных землетрясений. Определены сейсмические моменты и моментные магнитуды, проведено сравнение значений полученных параметров с результатами из других источников, а также исследование масштабирования очаговых спектров землетрясений Северного Кавказа.

Замечания к главе:

1. Автор не приводит в работе ошибок определения очаговых параметров: угловой частоты, сейсмического момента.

2. В главе есть формулы для расчета геометрических размеров очага и величин сброшенных напряжений, но самих расчетов нет.

В заключении подводятся итоги проведенного исследования, перечисляются наиболее значимые результаты и их возможное практическое применение.

Также есть ряд замечаний технического и редакторского характера к оформлению работы, но к научной сути представленного исследования они отношения не имеют.

В целом, указанные замечания не умаляют достоинств работы. Текст автореферата полностью соответствует диссертации и отражает ее содержание.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в работе.

Достоверность полученных результатов основана на использовании проверенных методов и программного обеспечения для оценки сейсмической добротности и расчета очаговых параметров землетрясений. Автором использовались качественные исходные данные, полученные региональными сейсмическими сетями Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук». Обоснованность научных положений, выносимых на защиты, базируется на достаточном количестве полученных экспериментальных данных, а также на сопоставлении с результатами аналогичных исследований. Результаты работы апробированы автором на научных конференциях различного уровня, а также опубликованы в рецензируемых научных изданиях высокого уровня.

Новизна и значимость полученных автором результатов.

В представленной работе впервые для всей территории Северного Кавказа получена количественная оценка затухания поперечных волн в виде частотно-зависимой добротности среды и коэффициента затухания методом огибающих кода-волн. Впервые выполнена калибровка станций всей сети Северного Кавказа по добротности поперечных волн, необходимая для расчета очаговых параметров землетрясений Северного Кавказа. Впервые выполнен расширенный анализ очаговых спектров, скалярных сейсмических моментов и моментной магнитуды M_w для очагов региональных землетрясений умеренной энергии (до 13 энергетического класса).

Полученные результаты могут быть использованы при построении карт сейсмического районирования различной степени детальности, при расчете очаговых параметров землетрясений, при моделировании искусственных акселерограмм. Можно рекомендовать

применение подходов, продемонстрированных автором, в различных научных организациях РФ: ИФЗ РАН, ИНГГ СО РАН, ИВиС ДВО РАН и др.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Результаты работы соответствуют паспорту научной специальности 1.6.9. – Геофизика и пунктам №№ 1, 6, 12.

Таким образом, диссертационная работа Зверевой Анастасии Сергеевны «Добротность литосферы и спектральные параметры очагов землетрясений Северного Кавказа» полностью соответствует критериям, установленным в пп. 9-11, 13 и 14 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «Положение о присуждении ученых степеней». Представленная к защите работа отвечает требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор Зверева Анастасия Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.9. – Геофизика.

Добрынина Анна Александровна

Кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории комплексных исследований Арктики, ученый секретарь Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН).

Адрес: Россия, 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128
Интернет-сайт организации: <http://crust.irk.ru/>
e-mail: log@crust.irk.ru, scisecretary@crust.irk.ru
тел.: 83952426900, 83952427000

«06» сентября 2024 г.

 / Добрынина А.А.

Я, Добрынина Анна Александровна, даю согласие на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись <u>Добрынина А.А.</u>
_____ заверяю
Кадрово-правовой отдел Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук
<u>Вернеев Ю.А.</u>
«06» сентября 2024 г.

