

## РЕЦЕНЗИЯ

### на диссертацию Данабаевой Айгуль Тулебаевны ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ЖОНГАР-БАЛХАШСКОГО РЕГИОНА представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.01–Общая и региональная геология

**Актуальность темы диссертации и ее связь с общенаучными и государственными программами.** Оценка сейсмической опасности является одной из приоритетных научных задач в области наук о Земле, что связано с быстрым ростом урбанизированных территорий, в том числе, на сейсмоопасных территориях, где происходили в прошлом, и поэтому могут произойти в будущем, катастрофические землетрясения. Территория Казахстана характеризуется различными специфическими сейсмическими условиями, среди которых выделяется Жонгар-Балхашский регион (76<sup>0</sup>-83<sup>0</sup>Е, 44<sup>0</sup>-47<sup>0</sup>Н). В административном отношении этот регион до недавнего времени относился к территории Алматинской области Республики Казахстан. Указом Президента Республики Казахстан № 887 «О некоторых вопросах административно-территориального устройства Республики Казахстан», территория Алматинской области была разделена на две области: Алматинскую и Жетысуская с областными центрами в г. Талдыкорган и Кунаев (бывший г. Капшагай). Границы новой Жетысуской области совпадают с границами Жонгар-Балхашского региона, где в ближайшем будущем планируется интенсивное освоение территории и, в связи с этим, ожидается рост численности населения. Это требует научно-обоснованной оценки сейсмической опасности данного региона.

Тема диссертационной работы связана с научной программой «Оценка сейсмической опасности территорий областей и городов Казахстана на современной научно-методической основе», которая выполнялась в ТОО «Институт сейсмологии» МЧС РК по заказу МОН РК. Результаты выполнения данной темы были использованы при составлении Карты детального сейсмического зонирования (ДСЗ) территории Жетысуйской области.

**Оценка содержания диссертации, её целостность и завершенность**  
Методологически диссертационная работа построена логично, написана грамотным научным языком, оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к написанию кандидатских диссертаций. Текст диссертационной работы изложен на 133 страницах компьютерного набора, состоит из трех глав, заключения, практических рекомендаций и списка цитируемой литературы.

**Цель диссертации** - вероятностная оценка сейсмической опасности для территории Жонгар-Балхашского региона на основе комплексного анализа сейсмотектонических и сейсмологических данных, достигнута путем решения четырех поставленных задач:

- показать роль геолого-тектонических данных в оценке сейсмического потенциала региона;
- исследовать пространственно-временные закономерности проявления землетрясений и уточнить параметры долговременного сейсмического режима региона;
- провести формализованный анализ комплекса сейсмологических и геофизических параметров для оценки сейсмической опасности;
- внедрить в практику программный комплекс по сейсмической параметризации сейсмогенерирующих зон и выполнить расчет карты вероятностной оценки сейсмической опасности.

Поставленные соискателем задачи последовательно решались в главах работы и логически вписались в структуру диссертации.

Во введении представлена актуальность темы, сформулированы цель и задачи диссертации, определены основные защищаемые положения, кратко изложены методы исследований, отмечен личный вклад соискателя в представленную работу.

В первой главе дан обзор подходов к оценке сейсмической опасности на территории Казахстана. Отмечено, что комплекс исследований, направленных на разработку методов оценки сейсмической опасности, объединяет два основных научных направления - сеймотектоническое - выяснение общих особенностей геологической структуры и тектонических деформаций в связи с сейсмичностью; и сейсмологическое - сбор и систематизация летописных и исторических сведений, макросейсмических и инструментальных данных, составление унифицированного каталога землетрясений, определение и анализ основных параметров сейсмичности. Приведены исторические сведения о разработке карт сейсмического районирования территории Казахстана с 1940 года по настоящее время, когда в 2016 году впервые для всей территории Казахстана был составлен по Европейским стандартам комплект карт общего сейсмического зонирования (ОСЗ) для периодов повторения 475 и 2475 лет в баллах макросейсмической шкалы интенсивности, а также в пиковых ускорениях.

Во второй главе изложены методология и методы исследований. Отмечено, что информационную базу сейсмологических исследований составили каталоги сильных и слабых землетрясений территории юга и юго-востока Казахстана, где привлекались унифицированный каталог землетрясений Тянь-Шаня, созданный в результате совместных исследований сейсмологов Казахстана, Кыргызстана и Сейсмологического бюро СУАР КНР, а также каталог землетрясений Центральной Азии, уточненный в рамках выполнения международных проектов CASRI «Оценка сейсмического риска в Центральной Азии», «Модель землетрясений в Центральной Азии» (EMCA). Показано, что оценка сейсмической опасности проведена по методике Корнелла (Н. А. Merz, С. А. Cornell, 1973), реализованной в программном обеспечении OpenQuake. Последовательные шаги работы проведены в соответствии с «Руководством для семинара по программному обеспечению «Openquake» для Центральной Азии».

В третьей главе изложены результаты собственных исследований автора диссертации. Рассмотрены геолого-тектонические особенности Жонгар-Балхашского региона, детально представлены разрывные нарушения геологической среды. Сделано заключение, что на изучаемой территории основными структурными элементами являются Шу-Илийская, Центрально-Жонгарская и Северо-Жонгарская складчатые зоны, а также Балхашский и Южно-Жонгарский срединные массивы.

Достоверность результатов аналитического обзора обеспечивают использованные материалы фундаментальных и прикладных исследований Института Сейсмологии МОН РК, результаты профильной сейсмической томографии земной коры и верхней мантии орогенов на продольных и поперечных волнах, а также научные статьи геологов и сейсмологов Казахстана, Кыргызской республики, Узбекистана, Китая, и др., связанных с изучением геолого-тектонического строения Тянь-Шаня.

Также, в третьей главе представлены карты эпицентров сильных землетрясений ( $M \geq 4,8$  и  $M \geq 6,1$ ) с древнейших времен по 2022 г. и слабых с энергетическим с энергетическим классом  $K \geq 8,6$  ( $M \geq 2,5$ ) с 1962 по 2022 г., рассмотрение которых, совместно с особенностями геологического строения региона, позволили автору диссертации выделить на изучаемой территории ряд сейсмоактивных зон: Северо-Тянь-Шаньская, Заилийско-Кунгейская, Жонгарская, Киргизская, Кетменская, Чу-Илийские горы, Илийская впадина, Северная Жонгария, Южное Прибалхашье, Боро-Хоринская. По расположению сильных  $M \geq 6,1$  землетрясений на территории Жонгар-Боро-Хоринского региона выделены две достаточно узкие линейные сейсмоактивные зоны – Северо-Тянь-Шаньская и Жонгарская, которые оконтуривают его с севера и с юга.

Анализ глубинного распределения очагов землетрясений, показал, что подавляющее их число располагается в пределах земной коры на глубинах 5-20 км, при этом, с увеличением

энергетического класса землетрясений возрастает и глубина залегания очагов. Разработаны количественные модели сейсмичности: плотностная модель эпицентров землетрясений, модели сейсмической активности, мощности сейсмоактивного слоя, удельной мощности источников сейсмической энергии и максимальных наблюдаемых сотрясений. Проведен формализованный анализ комплекса сейсмологических и геофизических данных для целей оценки сейсмической опасности и разработана карта зон возможных очагов землетрясений (ВОЗ) по комплексу сейсмологических и геофизических данных. Изложена суть программного обеспечения OpenQuakeEngine, с использованием которого были построены Карты ВОСО территории Жонгар-Балхашского региона в баллах макросейсмической шкалы MSK-64(К).

*В Заключении* приведены основные результаты работы:

1. В современной структуре верхней части земной коры Жонгар-Балхашского региона четко выделяются два мегакомплекса: консолидированный (домезазойский) фундамент эпигерцинской платформы и альпийский чехол. На востоке регион представлен горной цепью Жонгарского Алатау, а западная часть включает часть Прибалхашской впадины. Новейшая структура региона имеет блоковый характер. Границы блоков проходят по разломам различной глубины, и играют немаловажную роль в его тектоническом развитии и проявлении сейсмичности. Сопоставительный анализ геолого-тектонических особенностей с сейсмичностью показал генетическую связь землетрясений с такими структурными элементами земной коры, как зоны контрастных новейших тектонических движений и зоны глубинных разломов.

2. На территории Жонгар-Балхашского региона величина сейсмических воздействий достигает 8 баллов; потенциальную сейсмическую опасность представляют сейсмоактивные зоны Южной Жонгарии, Боро-Хоринской и Северного Тянь-Шаня; установлено близвертикальное падение сейсмоактивного объема; повышенными уровнями активности характеризуются Боро-Хоринская, Заилийско-Кунгейская и Южной Жонгарская зоны; деформированное состояние среды определяется как сдвиговое. Во временном распределении землетрясений Жонгар-Балхашского региона имеет место определенная упорядоченность – наблюдаются периоды активизации и затишья. Сильные землетрясения в основном происходят группами, которые во времени разделены периодами покоя. Это говорит о закономерной смене периодов накопления и разрядки упругих деформаций, что может быть использовано для долгосрочного прогноза сильных землетрясений. В пространственном распределении землетрясений выделяются две линейные зоны сейсмических источников, в пределы которых укладываются очаги всех землетрясений с  $M \geq 6,1$ .

3. Показано, что учет адаптированных к местным сеймотектоническим условиям входных параметров OpenQuakeEngine приводит к вполне реалистичным оценкам сейсмической опасности и дает более детальную характеристику вероятностного поля интенсивности сотрясений, чем карты ОСЗ.

4. Построены Карты ВОСО (детального сейсмического зонирования) территории Жонгар-Балхашского региона в баллах макросейсмической шкалы MSK-64(К) с вероятностью превышения расчетной интенсивности 10% и 2% в течение 50 лет (средний период повторяемости 475 и 2475 лет соответственно) в масштабе 1:1 000 000.

Диссертационная работа *обладает научной новизной*, поскольку впервые проблема оценки сейсмической опасности для изучаемого региона рассматривается с вероятностной точки зрения. Также, работа имеет *практическую значимость*: полученные Карты могут быть учтены при разработке СНИПов для территории Республики Казахстан (ответственная организация КазНИСА), которая использует, как Карты вероятностной оценки сейсмической опасности в пиковых ускорениях грунта, так и Карты вероятностной оценки сейсмической опасности в баллах шкалы MSK-64 (К). Внедренная компьютерная технология обработки и анализа комплекса геолого-геофизических и сейсмологических данных для расчета параметров сейсмической опасности может быть использована для других сейсмоопасных территорий Тянь-Шаня.

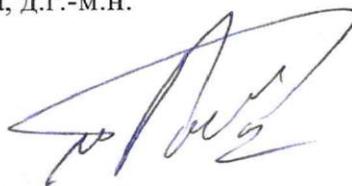
**Личный вклад соискателя:**

- Участие в выполнении ПЦФ: «Оценка сейсмической опасности территорий областей и городов Казахстана на современной научно-методической основе» 2021- 2023гг., шифр Ф. 98;
- аналитический анализ материалов многолетних сейсмологических (макросейсмических и инструментальных) исследований юга и юго-востока Казахстана, начиная с древнейших времен по настоящее время;
- формирование сейсмологического каталога представительных землетрясений для территории Жонгаро-Балхашского региона и сопредельных территорий по макросейсмическим и инструментальным данным;
- расчет количественных параметров сейсмического режима на изучаемой территории;
- работа с программным обеспечением OpenQuakeEngine и построение Карты детального сейсмического зонирования территории Жонгар-Балхашского региона в баллах макросейсмической шкалы MSK-64(К).

Научные положения диссертации, выводы и рекомендации прошли достаточно широкую апробацию на международных и республиканских научных конференциях и совещаниях различного уровня и опубликованы в девяти статьях в научных журналах.

Считаю, что диссертационная работа Данабаевой Айгуль Тулебаевны на тему «ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ЖОНГАР-БАЛХАШСКОГО РЕГИОНА» представляет собой законченный научный труд, хорошо структурирована, материалы изложены в логической последовательности, грамотно и компетентно. По структуре, содержанию и стилю изложения, глубине научных исследований, работа соответствует уровню диссертации кандидата наук и рекомендуется на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.01–Общая и региональная геология.

Руководитель отдела «Динамическая геология»  
Института геологии и геофизики Министерства  
науки и образования Азербайджанской Республики,  
чл.-корр. Академии Наук Азербайджана, д.г.-м.н.



Т.Н.Кенгерли

Подпись Кенгерли Таят Насрулла оглу удостоверяю  
Начальник отдела кадров Института геологии и  
геофизики



Д.М.Алиева