

«Утверждаю»

Директор Института сейсмологии НАН КР,

член-корр. НАН КР, д.г.-м.н.,

проф. Абдрахматов К. Е.



31 января 2025 г.

ВЫПИСКА

из протокола №3 расширенного заседания лаборатории «Оценки сейсмической опасности» Института сейсмологии Национальной академии наук КР

от 11 апреля 2024 года

Присутствовали: председатель – к. г.-м. н., Омуралиева А. М. (25.00.01 - общая и региональная геология); заведующий лаборатории, д.г.-м.н., профессор, член-корр. НАН КР Абдрахматов К. Е. (25.00.01 – общая и региональная геология); к.г.-м. н., Омуралиев М. О., (25.00.01 - общая и региональная геология); к.г.-м.н., Джумабаева А.Б., (25.00.01 - общая и региональная геология); Токтосопиев А. М., д.ф.-м.н., (25.00.10. - геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых); Муралиев А. М., д.ф.-м.н., профессор; к.т.н., Камчыбеков М. П. (05.23.01-Строительные конструкции, зданий и сооружений), к.т.н., Егембердиева К. А., (05.23.01 - строительные конструкции, здания и сооружения; Омурбек кызы Канышай (секретарь).

Приглашенные (онлайн): Кенгерли Талят Насрулла оглу, доктор геолого-минералогических наук, Институт геологии и геофизики НАНА, г. (25.00.01 – общая и региональная геология).

ПОВЕСТКА ДНЯ:

1. Обсуждение диссертационной работы Данабаевой Айгуль Тулебаевны на тему: «Оценка сейсмической опасности Жонгар-Балхашского региона», представляемую на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.01- общая и региональная геология.
2. Утверждение дополнительной программы кандидатского минимума по специальности Данабаевой Айгуль Тулебаевны на тему «Оценка сейсмической опасности Жонгар-Балхашского региона», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25. 00. 01 - Общая и региональная геология.

Председатель: к.г.-м.н., Омуралиева А. М. Работа выполнена в лаборатории региональной сейсмичности Национального научного центра сейсмологических наблюдений и исследований и в Институте сейсмологии НАН КР.

Тема диссертационной работы «Оценка сейсмической опасности Жонгар-Балхашского региона».

Данабаева А. Т. является соискателем Института сейсмологии НАН КР, научным руководителем является член-корр. НАН КР Абдрахматов К. Е. и д.ф.-м.н., Садыкова Алла Байсымаковна - бывшая заведующая лабораторией региональной сейсмичности Национального научного центра сейсмологических наблюдений и исследований МЧС РК.

Председатель: к.г.-м.н., Омуралиева А.М. Предоставим слово соискателю для доклада.

СЛУШАЛИ: Доклад соискателя Данабаевой А. Т., изложившей основное содержание диссертационной работы на тему «Оценка сейсмической опасности Жонгар-Балхашского региона», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук (доклад сопровождался демонстрацией слайдов).

«В части актуальности темы диссертации отмечу, что оценка сейсмической опасности является приоритетной научной задачей в области наук о Земле, что связано с быстрым ростом урбанизированных территорий в сейсмоактивных регионах.

Жонгар-Балхашский регион расположен на сейсмоактивной территории Джунгарского Алатау, с границами которого совпадает Жетысуская область Казахстана, где в ближайшем будущем планируется интенсивное освоение территории ожидается рост численности населения. Это требует научно-обоснованной оценки сейсмической опасности данного региона.

Основной целью исследования, отраженного в моей диссертационной работе, является вероятностная оценка сейсмической опасности для территории Жонгар-Балхашского региона на основе комплексного анализа сеймотектонических и сейсмологических данных и разработка компьютерно-основанной модели оценки сейсмического потенциала.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи исследования:

- 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 целей оценки сейсмической опасности;*
- внедрить в практику программный комплекс по сейсмологической параметризации очаговых зон расчет карты вероятностной оценки сейсмической опасности.*

Первое защищаемое положение звучит следующим образом: Геолого-тектонические критерии высокой сейсмической опасности заключаются в приуроченности очагов сильных землетрясений к крупным протяженным тектоническим разломам, выделяемым на территории исследуемого региона. Они рассекают земную кору на отдельные блоки с разной мощностью земной коры.

Этот регион на востоке представлен горной цепью Жонгарского Алатау, с севера к которой примыкает Алакольская впадина, а с юга – Илийская. Девонские отложения развиты на северных склонах Жонгарского Алатау. Они образуют полосу, вытянутую широтно на 450 км от Жонгарских ворот на востоке до северо-западных отрогов, уходящих под пески Прибалхашской равнины. Нижнечетвертичные отложения широко развиты в

Прибалхашской впадине и Лепсинском прогибе. На Лепсинском прогибе они представлены валунно-галечниками, слабо глинистым заполнителем. В Прибалхашской впадине валуно-галечники перекрыты лессовидными суглинками. Каменноугольная система здесь представлена нижним, средним отделами; наиболее широко распространен нижний отдел, выраженный вулканитами. Местами в девонских отложениях прорываются протрезойские метоморфические образования. Они представлены в основном кварцево-сланцевыми сланцами и кварцитами.

На рисунке 2 к Жонгар-Балхашской герцинской складчатой области относится лишь территория Северная и центральная Жонгарии. Эта область было консолидирована только в средне-каменно-угольное время. Южная Жонгария вошла в состав массива каледонской консолидации. Центральная Жонгария испытала активную складчатость и интрузивную деятельность в верхнем ордовике и в силуре, а Южно-Жонгарский район в каменно-угольный и пермский периоды.

На рисунке 3 показан Фрагмент схемы неотектоники. В рельефе выделяется несколько типов структурных областей: Малиновым цветом выделены орогенные поднятия (Шу-Илийские горы, Южно-Жонгарские складчатые зоны, Центрально-Жонгарская и Северо-Жонгарская области); Зеленым цветом выделены прогибы (Южно-Прибалхашская, Жаркентская, Алакольская, и Лепсинская впадины).

На рисунке 4 приведена схема главных разломов региона, это: Северо-Жонгарский, Западно-Жонгарский, Южно-Жонгарский, Алтынэмельский, Бороталинский, Саркандский, Кобыроленский, и Лепсинский)

Второе положение диссертации, выносимое на защиту: Распределение землетрясений в пространственно-временных координатах позволяет, во-первых, выделить потенциально опасные для изучаемого региона сейсмоактивные зоны, во-вторых, определить временные вариации уровня сейсмичности, характеризующиеся периодами активизации и затихья. Созданные картографические модели комплекса параметров сейсмического режима характеризуют особенности долговременной средней сейсмичности территории.

Для подтверждения второго положения использовались каталоги сильных и слабых землетрясений территории юго и юго-востока Казахстана, составленные в «Институте сейсмологии» и «СОМЭ». Кроме этого привлекались унифицированный каталог землетрясений Тянь-Шаня, созданный сейсмологов Казахстана, Кыргызстана и Сейсмологического бюро СУАР КНР, а также каталог землетрясений Центральной Азии и стран Черноморского бассейна. Последующие уточнения каталога землетрясений проведены в рамках выполнения международных проектов CASRI и EMCA.

Для оценки представительности сейсмических каталогов были построены графики с различными энергетическими классами и для разных зон. Для примера, на рисунке 6 приведен для Жонгарской зоны. Анализ показал, что для этой зоны землетрясения с $K=7$ представительные начиная с 2003 г. с $K=8$ – с 1961 г., а с $K=9$ – с 1951 г. В таблице -Приведены результаты аналогичной оценки для всех зон изучаемого региона. С развитием сети сейсмических станций уровень представительности землетрясений изменяется. На рисунке 7 показан результат такого изменения по данным 1986, 1993, и 2021гг.

Для оценки общей сейсмической обстановки в регионе рассмотрена более обширная территория, с различным характером сейсмического режима, такие как горные массивы Северный Тянь-Шань, Жонгария, Боро-Хоро и платформенные области Прибалхашья.

На рисунке 8 приведена карта изосейст сильных землетрясений Жонгар-Балхашского региона. Сделан вывод: Максимальная величина сейсмических воздействий на территории Жонгар-Балхашского региона достигает 8 баллов (Чиликское землетрясения ощущалась 8 баллов). По картам слабых и сильных землетрясений можно сделать вывод, что для Жонгар-Балхашского

региона потенциальную сейсмическую опасность представляют сейсмоактивные зоны Южной Жонгарии, Боро-Хоро и Северного Тянь-Шаня.

На рисунке 11 показана Карта распределения землетрясений по глубинам залегания очагов и по энергетическим классам. Подавляющее число очагов располагается на глубинах 11-20 км. На рисунке 12 представлены карты плотности эпицентров землетрясений на различных глубинах. На всех картах выделяется полоса высокой плотности очагов землетрясений близширотного простирания, территориально приуроченная к хребту Южной Жонгарии.

На (рис.13) карте сейсмической активности проведены профили вдоль и в крест простирания хребта Южной Жонгарии, а также по восточному окончанию Северной Жонгарии. По этим профилям получены глубинные разрезы для сейсмической активности и для мощности сейсмоактивного слоя (рисунок 14). Видно, что очаги сильных землетрясений тяготеют к тем местам, где мощность сейсмоактивного слоя наибольшая. Самым значительным является сейсмоактивный слой широтного простирания (рис. 14б) длиной порядка 600 км, территориально приуроченный к Южной Жонгарии и хребту Боро-Хоро.

На рис. 15 представлены эпицентры землетрясений с магнитудами больше чем 6,1 (эллипсы) и с магнитудами от 4.8 до 6.1 (круги) на территории Жонгаро-Боро-Хоринского региона.

Здесь представлены количественные модели сейсмичности изучаемого региона. По картам плотности эпицентров землетрясений, мощности сейсмоактивного слоя, и удельной мощности источников сейсмической энергии, сделан вывод, что здесь потенциальную сейсмическую опасность представляют Боро-Хоринская и Южной Жонгарская сейсмоактивные зоны.

Третье защищаемое положение звучит следующим образом: Разработанный набор вероятностных карт оценки сейсмической опасности территории Жонгар-Балхашского региона, с учетом адаптированных к местным сеймотектоническим условиям входных параметров по методике OpenQuake Engine приводит к вполне реалистичным оценкам и дает более детальную характеристику вероятностного поля интенсивности сотрясений, чем нормативные карты ОСЗ.

Работы по оценке сейсмической опасности на территории Средней Азии и Казахстана были начаты в 1932г. Первыми были сеймостатические карты (рисунки 23-25), затем в 1978 году была разработана Карта (рисунок 26), где по геолого-геофизическим данным были выделены зоны вероятного возникновения очагов сильных ($M \geq 6$) землетрясений и рассчитаны вероятности сотрясений с интенсивностью 7, 8 и 9 баллов в ближайшие 50 лет. В 2003 году была разработана Карта (рисунок 27), где сеймотектонической основой явилась сейсмогенерирующие зоны,

В 2016 году, впервые для всей территории Казахстана был составлен по Европейским стандартам (Еврокод-8) комплект карт общего сейсмического зонирования для периодов повторения 475 и 2475 лет в баллах макросейсмической шкалы интенсивности, а также в пиковых ускорениях грунта (рисунок 28) по которым уже разработаны СНиПы, используемые в практике.

На этом слайде показана представительность каталога CASHA для шкалы M_s для Жонгар-Балхашского региона и буферной зоны для четырех временных периодов. Для каждого периода и для полного каталога построены кумулятивные графики с использованием метода наименьших квадратов (зеленые линии) и максимального правдоподобия (красные), зеленые круги – экспериментальные данные. Значение угла наклона графика повторяемости близко к единице, что говорит о представительности каталога КАША для шкалы M_s . При расчете ВОСО использовались модели площадных и линейных (активные разломы) источников, полученные ранее для Алматинской области, куда входит и территория Жонгар-Балхашского

региона. На рисунке 33 - приведено распределение площадных сейсмических источников (56 зон) выделенные Н. В. Силачевой и любезно предоставленные автору диссертации. На рисунке 34 – показана карта активных разломов ($M_s \geq 6.1$) разработанная в лаборатории структурной геофизики. В таблице 1 приведены (для примера) основные параметры площадных сейсмических источников, а в таблице 2 приведены для примера основные параметры сегмента Южно-Джунгарского разлома.

Для оценки параметров сейсмического режима для всех 56 площадных источников, были построены графики повторяемости криволинейной формы (1) и прямолинейной (2). Было установлено, что расчетные значения повторяемости, определенные по прямолинейному графику, значительно выше (от 0,5 до 1), чем – по криволинейному. Поэтому при расчетах ВОСО использовалась прямолинейная форма графиков повторяемости (2). Библиотека OpenQuik содержит несколько моделей затухания для расчета интенсивности в баллах. Для нашего региона наиболее подходит модель Бинди, предназначенная для Центральной Азии (формула 1):

$$I = a_1 M + a_2 - a_3 \log_{10} \sqrt{\frac{R_{epi}^2 + h^2}{h^2}} - a_4 \left(\sqrt{R_{epi}^2 + h^2} - h \right),$$

Когда мы посчитали затухание интенсивности по модели Бинди, то получили большое расхождение с экспериментальными данными.

А именно, на самой сейсмоактивной территории (юго-восток Казахстана) модель Бинди дает интенсивность затухания 8 баллов а экспериментальные данные здесь показывают 9 баллов. Поэтому, было принято решение адаптировать коэффициенты в модели Бинди к условиям нашего региона. Для этого мы взяли региональную модель затухания интенсивности сотрясений для Жонгар-Северо-Тянь-Шаньского и Каратау Таласского регионов, разработанную ранее в ИС (Сыдыковым), которая описывается уравнением (2):

$$J_1 = bM - \gamma_0 \lg \sqrt{R_{epi}^2 + h^2} + c, \quad (2)$$

где $b=1,5$, $\gamma_0=3,3$, c – коэффициенты.

И значения коэффициентов из модели (2) ввели в модель Бинди. Результаты расчетов с обновленными коэффициентами приведены на рис. 36. Теперь видим хорошее совпадение рассчитанных и экспериментальных данных. На территории юго-востока Казахстана расчеты по адаптированной модели Бинди показывают значение 9 (бордовая область), что совпадает с экспериментальными данными (желтые кривые).

На картах представлены Карты вероятностной оценки сейсмической опасности территории Жонгар-Балхашского региона в баллах шкалы MSK-64(K) с вероятностью превышения 10% и 2% за 50 лет, что соответствует периодам повторяемости 475 и 2475 лет, соответственно.

Основные результаты исследований:

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 Open Quake Engine приводит к вполне реалистичным оценкам сейсмической опасности и дает более детальную характеристику вероятностного поля интенсивности сотрясений, чем карты ОСЗ.

По результатам расчета 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.

Научная новизна

1. На основе изучения объемной структуры поля сейсмичности, путем составления карт плотности сейсмического фона в слоях разной глубины, сделан вывод о близвертикальном падении сейсмоактивного объема.

2. Выполнен расчет количественных моделей сейсмичности (модели сейсмической активности и плотности эпицентров, дробности, мощности сейсмоактивного слоя и др.)

3. Впервые проблема оценки сейсмической опасности для рассматриваемого региона рассматривается с вероятностной точки зрения. Разработана методика комплексирования различных вероятностных методов изучения параметров сейсмического режима. Впервые составлены вероятностные карты сейсмической опасности и применена методика оценки сейсмического потенциала и характера развития сейсмического процесса на исследуемой территории.

В части практической значимости отмечу что, предложены практические рекомендации, которые будут учтены при разработке нормативной карты детального сейсмического зонирования Жетысуская области Республики Казахстан. Разработанные методические вопросы и результаты будут использованы для составления нормативной карты детального сейсмического районирования регионов и областей Казахстана. Компьютерная технология обработки и анализа комплекса геолого-геофизических и сейсмологических данных для расчета параметров сейсмической опасности будут использованы в других сейсмоактивных регионах. Выявленные закономерности периодов активизации и затишья сейсмического процесса в регионе будут использованы при разработке долго- и среднесрочного прогноза сильных землетрясений. Развитие и применение результатов данной методики в комплексе с другими подходами обеспечивает повышение достоверности и обоснованности сейсмических прогнозов.

Спасибо за внимание, доклад окончен, я готова ответить на ваши вопросы».

После завершения доклада соискателью были заданы следующие вопросы и получены ответы.

ВОПРОСЫ

Вопрос Муралиев А. М., д. ф.-м. н., профессор: В чем заключается научная новизна диссертационной работы?

Ответ соискателя Данабаевой А. Т.: Новизной диссертационной работы является вероятностная оценка сейсмической опасности для территории Жонгар-Балхашского региона на основе комплексного анализа сеймотектонических и сейсмологических данных и разработка компьютерно-основанной модели оценки сейсмического потенциала. То есть внедрение новой вероятностной карты сейсмической опасности для территории Жонгар-Балхашского региона.

Вопрос Муралиев А. М., д. ф.-м. н., профессор: Какой ваш личный вклад?

Ответ соискателя Данабаевой А. Т.: Мой вклад, под руководством научного руководителя член-корр. НАН КР, профессора Абдрахматова К. Е. заключается в проведении сейсмологических (макросейсмических и инструментальных) исследований, в результате которых получены макросейсмические данные для юга и юго-востока Казахстана, начиная с древнейших времен по настоящее время, а также в анализе данных региональных и детальных инструментальных наблюдений на территории Алматинской области начиная с 1927 года. А также в составлении репрезентативных каталогов сильных и слабых землетрясений Казахстана и сопредельных территорий по макросейсмическим и инструментальным данным, включая каталог слабых землетрясений Восточного Тянь-Шаня и Жонгарии и анализ геолого-тектонических материалов, опубликованных в открытой печати, а также в научных отчетах Института сейсмологии; Автором выполнено обобщение и расчет характеристик сейсмического режима, протестирован программный комплекс, с помощью которого ведется расчет вероятностных карт сейсмической опасности.

Вопрос Омуралиев М., к.г.-м.н.: Какие материалы были использованы при картировании?

Ответ соискателя Данабаевой А. Т.: Используются сейсмические каталоги сильных и слабых землетрясений территории юго и юго-востока Казахстана, составленные в ТОО «Институт сейсмологии» МЧС РК и ТОО «СОМЭ» МЧС РК. Кроме этого 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. Последующие уточнения каталога землетрясений Казахстана проведены в рамках выполнения международных проектов CASRI «Оценка сейсмического риска в Центральной Азии», «Модель землетрясений в Центральной Азии» (EMSA).

Вопрос Омуралиев М., к.г.-м.н.: Особенности структуры Жонгар-Балхашского региона?

Ответ соискателя Данабаевой А. Т.: Здесь, в современной структуре земной коры Жонгар-Балхашского региона четко выделяются два мегакомплекса: консолидированный 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.

Вопрос Егембердиева К. А., к.т.н.: Почему вы думаете, что карта составленная при помощи программы Open Quake Engine является реалистичным чем нормативные карты ОСЗ?

Ответ соискателя Данабаевой А. Т.: Сначала была проанализирована зависимость конечных результатов от типа и характеристик используемых моделей сейсмического режима и затухания интенсивности сотрясений с расстоянием. При сравнении Карты ВОСО для Жонгар-Балхашского региона с вероятностью превышения расчетной интенсивности 10% (средний период повторяемости сотрясений 475 лет) с изолиниями максимальной наблюдаемой интенсивности сотрясений (J_{max}) для указанной территории за последние 150 лет, было показано, что расчетные значения существенно ниже, чем наблюдаемые, тогда как при сравнении карты ВОСО, полученной с использованием адаптированного подхода с картой J_{max} они в целом соответствуют друг другу. Таким образом можно утверждать, что учет адаптированных к местным сеймотектоническим условиям входных параметров OpenQuake Engine приводит к вполне реалистичным оценкам.

Вопрос Председатель Омуралиева А. М., к.г.-м.н.: Чем выражается сейсмическая опасность?

Ответ соискателя Данабаевой А.Т.: Сейсмическая опасность выражается угрозой возникновения сейсмических воздействий на рассматриваемой территории. Сейсмическая опасность определяется в пространстве, во времени (частота или вероятность за определённый промежуток времени) и по силе сейсмических воздействий (в баллах шкалы сейсмической интенсивности или в параметрах колебаний грунта), в пространстве характеризуется местоположением и площадью сейсмоопасной территории с заданной балльностью. Под сейсмоопасной областью (источником сейсмической опасности) в научном плане принято понимать горно-складчатую область или активную платформу, в пределах которой могут произойти землетрясения.

ВЫСТУПЛЕНИЯ

Токтосопиев А. М., д.ф.-м.н., Данабаева Айгуль Тулебаевна имеет полное высшее образование, она окончила Казахский национальный технический университет (КазНТУ) им. К. И. Сатпаева по специальности горный инженер-геофизик в 1999 году. В 2000 году поступила в магистратуру КазНТУ им. К. И. Сатпаева на кафедру геофизики. В 2001 году, после окончания магистратуры, поступила в аспирантуру в Институт сейсмологии МОН РК и закончила ее в 2004г.

Начиная с 2001 года, Данабаева Айгуль Тулебаевна работает в Институте сейсмологии в лаборатории региональной сейсмичности. За это время она в качестве ответственного исполнителя принимала участие в выполнении республиканских научных Программ, охватывающих проблемы сейсмичности, сейсмического режима, оценки сейсмической опасности и среднесрочного прогноза землетрясений по комплексу сейсмологических данных. Научным руководителем является член-корр. НАН КР Абдрахматов К. Е. Работа Данабаевой А. Т. законченная, где приведен критический анализ обзора литературы, имеется фундаментальная часть, научные и практические результаты работ апробированы и были доложены в виде докладов на Международных и Республиканских конференциях и совещаниях. Соискатель подготовлен.

Владет казахским, кыргызским, русским, английским языками. Диссертационную работу можно рекомендовать к защите.

Муралиев А. М. д.ф.-м.н., профессор, Работа достаточно объемная, есть обзор литературы, теоретическая часть и прикладной аспект. Диссертация представлена по специальности 25.00.01 - Общая и региональная геология. Она включает решение задач по снижению риска и бедствий в оценке сейсмической опасности на территории Джунгар-Балхашского. Желаем удачи и успешной защиты.

Камчыбеков М. П., к.т.н., Диссертационная работа Данабаевой А. Т. под научным руководителем член-корр. НАН КР, профессором Абдрахматова К. Е. на тему «Оценка сейсмической опасности Жонгар-Балхашского региона» очень актуальная. Результаты диссертационной работы доложены на русском языке, направление геологическое, доклад сделан на отлично. Работа интересная, есть теоретические расчеты, экспериментальная часть специальной компьютерной программы. Все результаты оформлены в виде карт, таблиц и графиков. Объем работы большой и соответствует требованиям НАК КР, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 25.00.01 - Общая и региональная геология. Диссертацию можно рекомендовать к защите.

Абдрахматов К. Е. член-корр. НАН КР, д.г.-м.н., профессор. Я оцениваю работу положительно и написал письменный отзыв, который прилагается. Читать не буду, скажу о соискателе несколько добрых слов. Тема диссертационной работы утверждена в 2019г. Впервые проблема оценки сейсмической опасности для рассматриваемого региона рассматривается с вероятностной точки зрения. Разработана методика комплексирования различных вероятностных методов изучения параметров сейсмического режима. Впервые составлены вероятностные карты сейсмической опасности и применена методика оценки сейсмического потенциала и характера развития сейсмического процесса на исследуемой территории. Научные и практические результаты работ апробированы и были доложены в виде докладов на Международных и Республиканских конференциях и совещаниях. Соискатель, подготовленный специалист и работу можно рекомендовать к защите. Я, оцениваю работу положительно.

Председатель: к.г.-м.н. Омуралиева А. М.

- Научная работа очень объемная и содержательная. Все элементы: теоретическая, практическая часть, современная методология, результаты имеются. Результаты актуальные. Получены новые данные о палеосейсмологии, которые приведут изменению оценок сейсмической опасности Северной Джунгарии в сторону повышения и, соответственно, в сторону повышения сейсмического риска на указанной территории. Найдены инженерные решения. Прикладной аспект внедрен. Доклад хороший, соискатель владеет материалом. Работу можно поддержать и рекомендовать к защите по специальности 25.00.01 - Общая и региональная геология.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам обсуждения и ознакомления с диссертационной работой председатель Ученого Совета Института сейсмологии НАН КР к.г.-м.н., Омуралиева А. М. объявила следующие заключения:

1. Диссертационная работа Данабаевой А. Т. на тему «Оценка сейсмической опасности Жонгар-Балхашского региона» представляет с собой **законченное научное исследование**, выполненное на высоком теоретическом и экспериментальном уровне и имеет существенное значение при решении задач в области геологии и сейсмологии.

2. Степень достоверности результатов проведенных исследований, их новизна и практическая значимость. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений, поскольку научные положения и выводы, сформулированные автором, вытекают из собственных научных исследований и характеризуются внутренним единством, что явилось логическим завершением диссертации.

3. Научная новизна. На основе изучения объемной структуры поля сейсмичности, путем составления карт плотности сейсмического фона в слоях разной глубины, сделан вывод о близвертикальном падении сейсмоактивного объема. Выполнен расчет количественных моделей сейсмичности (модели сейсмической активности и плотности эпицентров, дробности, мощности сейсмоактивного слоя и др.). Впервые проблема оценки сейсмической опасности для рассматриваемого региона рассматривается с вероятностной точки зрения. Разработана методика комплексирования различных вероятностных методов изучения параметров сейсмического режима. Впервые составлены вероятностные карты сейсмической опасности и применена методика оценки сейсмического потенциала и характера развития сейсмического процесса на исследуемой территории.

4. Практическая значимость полученных результатов. Полученные в диссертации результаты могут быть учтены при разработке нормативной карты детального сейсмического зонирования Алматинской области Республики Казахстан.

5. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем. Основные положения, выводы диссертации достаточно отражены в 9 научных статьях в рецензируемых журналах. Автореферат и опубликованные материалы полностью отражают содержание диссертации.

6. Специальность, которой соответствует диссертация. Работа отвечает требованиям НАК КР, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности наук по специальности 25.00.01- Общая и региональная геология.

Председатель: к.г.-м.н., Омуралиева А.М.,

- Уважаемые участники, как вы думаете, если мы обсудим второй вопрос повестки дня и вынесем постановление по обоим вопросам вместе?

Участники заседания поддержали предложение.

Председатель: к.г.-м.н., Омуралиева А.М.,

Уважаемые коллеги, с вашего позволения перейдем ко второму вопросу повестки дня, к вопросу об утверждении дополнительной программы специальной дисциплины для сдачи кандидатского экзамена по диссертационной работе. Информировую вас, что в соответствии с приказом НАК КР, необходимо разработать дополнительную программу кандидатского экзамена по дисциплине согласно темы диссертационной работы соискателя ученой степени, по месту выполнения научной работы.

Научным руководителем диссертационной работы д.г.-м.н., профессором Абрахматова К.Е. были составлены вопросы дополнительной программы кандидатского экзамена по теме диссертационной работы Данабаевой Айгуль Тулебаевны «Оценка сейсмической опасности Жонгар-Балхашского региона», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.01 - Общая и региональная геология.

Прошу вас ознакомиться с программой и, если будут дополнения, внести свои предложения.

Участники заседания ознакомились с предложенной программой и внесли дополнения.

Председатель: к.г.-м.н., Омуралиева А.М.,

Предлагаю закончить выступления и перейти к принятию заключения по диссертационной работе.

Участники расширенного заседания лаборатории «Оценки сейсмической опасности» Института сейсмологии Национальной академии наук КР **единогласно** приняли заключение по кандидатской диссертации.

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Диссертация Данабаевой Айгуль Тулебаевны представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, выполнена на актуальную тему, имеет научную новизну, теоретическую и практическую значимость, все результаты диссертации получены лично автором и соответствует всем требованиям НАК при Президенте КР, предъявляемым к кандидатским диссертациям.
2. Рекомендовать диссертационную работу Данабаевой Айгуль Тулебаевны на тему: «Оценка сейсмической опасности Жонгар-Балхашского региона» к публичной защите на соискание ученой степени кандидата геолог-минералогических наук по специальности 25.00.01 - общая и региональная геология.
3. Утвердить дополнительную программу кандидатского экзамена по специальности 25.00.01 - общая и региональная геология.

Председатель

Ученого Совета Института
сейсмологии НАН КР, к.г.-м.н.

Омуралиева А. М.
31.01.2025 г.

Секретарь

Омурбек кызы Канышай
31.01.2025 г.

*Заверен подпись
инспектор*



31.01.2025г.

**ИНСТИТУТ СЕЙСМОЛОГИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИС НАН КР
д.г.-м.н. проф. член-корреспондент
Абдрахматов К.Е. 12.04.2024г.

**Дополнительная программа кандидатского экзамена по специальности
25.00.01 - Общая и региональная геология Данабаевой Айгуль Тулебаевны**

Содержание дополнительной программы

Программа содержит разделы геолого-тектонические особенности и сейсмический режим исследований посвященные основные черты геолого-тектонического строения, разрывные нарушения, сейсмичность региона исследований, количественные модели сейсмичности. Методы и программного обеспечение при оценки сейсмической опасности, сейсмологическая параметризация очаговых зон для решения задачи по оценке сейсмической опасности, модели затухания интенсивности сотрясений, вероятностный анализ сейсмической опасности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Земная кора сейсмоактивных районов Казахстана [Текст] / Ж. С. Ержанов, А. К. Курскеев, А. В. Тимуш, Н. М. Чабдаров. – Алма-Ата: Наука, 1982. – 232 с.
2. Геология и металлогения Джунгарского Алатау [Текст] / Алма-Ата. Наука. 1966. - 254 с.
3. Обручев В. А. Пограничная Джунгария [Текст]/ В. А. Обручев т. III. – М.: Изв. АН СССР. вып. 2. 1940.
4. Тимуш А. В. Сеймотектоника литосферы Казахстана [Текст] / А.В. Тимуш Алматы. 2011. - 590 с.
5. Тимуш А. В. Сейсмогенерирующие зоны земной коры Казахстана [Текст] / [Тарадаева Т.В., Степаненко Н.П., Садыкова А.Б., Сыдыков А.] Изв. НАН РК. Серия геологии и технических наук. 2012. №5. - С. 45-57
6. Ризниченко Ю.В. Проблемы сейсмологии. [Текст] / Избранные труды. - М.: Наука, 1985.- 406 с.
7. Сыдыков А. Сейсмический режим территории Казахстана. [Текст] - Алматы: Гылым, 2004. - 270 с.
8. Нерсесов И. Л. Детальное изучение сейсмического режима Казахстана и прилегающих территорий. [Текст] / Нурмагамбетов А., Сыдыков А. - Алма-Ата: Наука, 1982. - 160 с.
9. Сейсмическое районирование Республики Казахстан / Курскеев А.К., Тимуш А.В., Шацлов В.В, Сыдыков А., Горбунов П.В., Садыкова А.Б. –Алматы: Эвро, 2000.-219с.
10. Садыкова А.Б. Сейсмическая опасность территории Казахстана. [Текст] / -Алматы, 2012.-267 с.

11. Silacheva, N. V, Kulbayeva, U.K., Kravchenko, N.A., 2018. Probabilistic seismic hazard assessment of Kazakhstan and Almaty city in peak ground accelerations. Geod. Geodyn. 9, 131–141.
12. Sadykova, A. B., Silacheva, N. V., Stepanenko N. P. Seismic micro zoning of the territory of Almaty on a new methodological basis. News of the NAS RK s. of geol. and tech. sc., V1, N 445. 2021. P.127-134.
13. D. Bindi, S. Parolai, A. Oth, K. Abdrakhmatov, A. Muraliev and J. Zschau (2011). Intensity prediction equations for Central Asia. Geophys. J. Int. (2011) 187, p. 327-337.
14. OpenQuake Hazard Library website: <https://docs.openquake.org/oq-engine/master/openquake.hazardlib.gsim.htm>
15. Ризниченко Ю.В. Карты вероятностной интенсивности землетрясений. [Текст] // ДАН СССР. 1973. Т. 210, №1. С. 82-84.
16. Allen, T. I., Wald, D. J. and Worden, C. B. (2012). Intensity attenuation in active crustal regions, J. Seismology, 16: 409 - 433.
17. Herrera, C. Руководство для семинара по программному обеспечению «Open quake» для Центральной Азии (2020 г.) [Текст] / C. Herrera, T. Onur. – 2021. – 37 p.

Перечень вопросов дополнительной программы кандидатского экзамена

1. Классификация тектонических движений земной коры. Современные, молодые и неотектонические движения.
2. Тектонические нарушения и их типы.
3. Характеристика складчатых дислокаций. Классификация складок по морфологическим признакам.
4. Генетические типы складок. Понятие о складчатости, антиклинории и синклинории.
5. Геолого-тектонические особенности региона
6. Характеристика разрывных (дизъюнктивных) дислокаций.
7. Какие тектонические структуры в Жонгар Алатау
8. Каковы особенности рельефа Казахстана
9. Землетрясения. Общие понятия, классификация землетрясений по глубине фокуса и интенсивности.
10. Сейсмичность региона исследований
11. Сейсмический режим региона исследований
12. Прогноз землетрясений
13. Оценка представительности землетрясений
14. Удельная мощность источников сейсмической энергии
15. Сейсмические волны и их измерение
16. Оценка и параметризация сейсмических воздействий;
17. Модели очагов землетрясений;
18. Модель сейсмической активности
19. График повторяемости землетрясений
20. Плотность эпицентров землетрясений
21. Сейсмические шкалы
22. Мощность сейсмоактивного слоя
23. Ощутимость сильных землетрясений
24. Модель сейсмических источников
25. Основные параметры разломов для сейсмической опасности
26. Основные параметры площадных источников для сейсмической опасности
27. Распределение землетрясений по глубинам залегания очагов
28. Моделей затухания для расчетов макросейсмической интенсивности

29. Оценка и районирование сейсмической опасности (ОСР, ДСР, СМР)
30. Нормативные документы
31. Количественные модели сейсмичности
32. История методов оценки сейсмической опасности
33. Характеристики сейсмогенерирующих зон для решения задачи по оценке сейсмической опасности
34. Модели затухания интенсивности сотрясений с расстоянием в зависимости от магнитуды и глубины
35. Вероятностный анализ сейсмической опасности в баллах макросейсмической шкалы MSK-64(K)
36. Программные средства (OpenQuake Engine) для вероятностной оценки сейсмической опасности
37. Экономические аспекты обеспечения сейсмической безопасности

зам. директора ИС НАН КР к.г.-м.н.

Подпись Омуралиева А.М. удостоверяю,
Инспектор по кадрам


Омуралиева А.М.
Г.А. Осмонбаева
12.04.2024 г.



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 (76⁰-83⁰Е, 44⁰-47⁰Н). 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 Жетисуиской 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 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 мегакомплекс: 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 сейсмотектоническим 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.

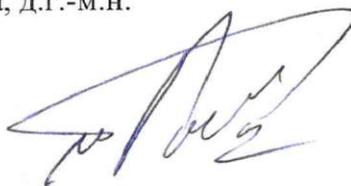
Личный вклад соискателя:

- 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