

# АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА

*На правах рукописи*

## **ВЕРОЯТНОСТНО-ДЕТЕРМИНИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ТАЛЫШСКОЙ ЗОНЫ И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ АКВАТОРИИ**

Специальность: 2507.01 – Геофизика, геофизические  
методы поиска полезных ископаемых

Отрасль науки: Науки о Земле

Соискатель: **Яшар Намиг оглы Алиев**

### **АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание учёной степени  
доктора философии по наукам о Земле

**БАКУ – 2024**

Диссертационная работа выполнена в Институте Геологии и Геофизики Министерства Науки и Образования Азербайджанской Республики

Научный руководитель: доктор наук по наукам о Земле, доцент  
**Бабаев Гулам Рустам оглы**

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук,  
профессор

**Ахмедов Тофик Рашид оглы**

доктор физико-математических наук,  
академик, профессор

**Челидзе Тамаз Лукич**

доктор философии геолого-минералогических наук, доцент

**Казимов Ильяс Эльдар оглы**

Диссертационный совет ED 1.01 Высшей Аттестационной Комиссии при Президенте Азербайджанской Республики действующий на базе Института Геологии и Геофизики Министерства науки и образования Азербайджанской Республики

Председатель диссертационного совета:

Действительный член НАНА, доктор геолого-минералогических наук,  
профессор

**Фейзуллаев Акпер Акпер оглы**

Ученый секретарь диссертационного совета:

Кандидат технических наук, доцент

**Мирзоева Дильгуша Рамзей кызы**

Председатель научного семинара:

Действительный член НАНА, доктор геолого-минералогических наук,  
профессор

**Кадиров Фахраддин Абульфат оглы**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Актуальность темы и степень её разработанности.**

Современные методы сейсмологии характеризуются широким спектром решаемых задач, от стандартного микрорайонирования, до оценки сейсмического риска. В последнее время, специалисты в сейсмологической области способствовали усовершенствованию уже имеющихся методов по оценке сейсмической опасности различных регионов мира. Учёт параметров сейсмической опасности при проектировании зданий и сооружений густонаселённых территорий, способствует выявлению степени возможной уязвимости.

В процессе оценки сейсмической опасности важное значение имеет геологическая среда, которая под влиянием естественных и искусственных факторов испытывает различные нагрузки. Необходимо учитывать, что территория Азербайджана является сейсмически активным регионом, а также находится на первом месте в мире по количеству грязевых вулканов. К существующим сейсмически активным зонам Азербайджана относится Талышская складчатая мегазона, которая является объектом изучения с точки зрения геологических и геофизических процессов, с исторического периода, до сегодняшних дней.

За последние годы наблюдается увеличение сейсмической активности региона, в результате которого магнитуда толчков достигает величины 5.0. Отсутствие современных детальных карт районирования Талышской зоны способствует возникновению необходимости проведения сейсмического районирования, с целью возможного снижения степени разрушений от будущих землетрясений. Принимая во внимание вышеуказанный факт, актуализируются вопросы проведения детальной оценки сейсмической опасности территории исследования, на основе новых и модернизированных подходов.

**Объект и предмет исследования.** В настоящей работе проводится оценка сейсмической опасности Талышской территории за определенный промежуток времени возникновения сейсмиче-

ских событий. Объектом исследования представленной диссертационной работы является сейсмическая опасность Тальшской зоны и прилегающей части Каспийского моря. Сейсмические воздействия, которые определяются при оценке сейсмической опасности, могут быть выражены через интенсивности землетрясений и параметра максимального ускорения грунта. Таким образом, предметом исследования является макросейсмическая интенсивность, которая выражается в баллах и динамический параметр ускорения грунта, а именно его максимальные значения.

**Цель и задачи исследования.** Целью диссертационной работы является построение вероятностных карт сейсмической опасности территории исследования, на основе реализации существующих подходов и элементов вероятностно-детерминистской оценки сейсмического воздействия на основе анализа литолого-геологических, тектонических, сейсмологических данных, физико-механических параметров грунтовой толщи Тальшской зоны и прилегающей акватории Каспийского моря.

При проведении исследования решаются следующие задачи:

1. Анализировать и систематизировать сейсмический режим Тальшской территории на основе исследования проявления сильных и ощутимых землетрясений по существующим каталогам различных источников;

2. Выделить зоны возникновения очагов землетрясений, определить характеристики для каждого сейсмогенного источника (разлома) с указанием величины максимальной магнитуды возможных землетрясений;

3. Разработать математический метод оценки максимальной возможной магнитуды землетрясений с использованием элементов закона затухания интенсивности и уравнения макросейсмического поля на основе анализа сейсмической активности тектонических элементов;

4. Создать набор карт дифференцированных областей возможных очагов сильных землетрясений Тальшской зоны и прилегающей акватории Каспийского моря с помощью математического моделирования;

5. Разработать типовые макеты моделей грунтовых условий коренных и поверхностных пород на основе учета литологических особенностей, физико-механических свойств состава слоёв по комплексному использованию геолого-литологических карт и геологических профилей;

6. Рассчитать коэффициенты усиления амплитуды сейсмической волны нижележащих и вышележащих слоев при использовании современных программных обеспечений, с целью оценки воздействия грунтовых условий на максимальные значения ускорений сейсмических сотрясений на дневной поверхности;

7. Интегрировать методику расчёта сейсмического эффекта в единицах макросейсмической интенсивности (в баллах) и максимальных ускорений сотрясений поверхностных грунтов (в Гал) на основе учета макросейсмических параметров сценарных землетрясений, выбранных по параметрам дальности и силы;

8. Произвести количественную оценку вероятностно-возможной степени сейсмической опасности Талышской зоны и прилегающей акватории Каспийского моря детерминистским методом.

**Методы исследования.** Методика исследования, которая применяется в диссертационной работе основана на анализе геологических материалов, топографических и инженерно-геологических особенностей территории, геоморфологических и литологических данных. Сейсмологические данные, которые составляют основу метода исследования, применяются для оценки интенсивности землетрясений и максимального ускорения грунта по выбранным сценарным землетрясениям. При оценке опасности землетрясений детерминистским подходом, целесообразно проводить разделение территории исследования на ячейки одинакового размера с целью выявления и анализа сейсмического эффекта для каждой ячейки. Методика исследования также состоит из сбора и анализа скважинных данных и геологических профилей. Интегрирование-процесс, который составляет основу метода исследования в настоящей работе, в результате которого производится внедрение тектонических критериев, литологических и геологических данных в методику оценки сейсмической опасности.

Анализ сейсмической опасности обычно проводится для оценки интенсивности сотрясений грунта в заданном месте. Существуют две методологии для проведения анализа сейсмической опасности в заданном месте: вероятностный анализ сейсмической опасности (ВАСО) и детерминистический анализ сейсмической опасности (ДАСО). ДАСО рассматривает критический сценарий, предполагая возникновение максимально вероятного землетрясения на максимально близком расстоянии от места. Поэтому данная методика часто дает верхнее граничное значение для сейсмической опасности на месте исследования. Детерминистический анализ сейсмической опасности используется для получения параметров движения грунта для инженерного проектирования и других приложений, особенно в районах с высокой сейсмичностью.

Динамические параметры сейсмической волны, такие как скорость и коэффициент усиления амплитуды волны, являются ключевыми факторами в использовании метода оценки сейсмической опасности в настоящей работе. Таким образом, методы исследования включают в себя: сбор, анализ и обобщение литературных источников; картографический анализ; применение географических информационных систем (ГИС-технологии); аналитические исследования; математическое и компьютерное моделирование при помощи ПО.

### **Основные положения, выносимые на защиту.**

1. Карта вероятностно-возможных дифференцированных областей очагов зон землетрясений, построенная исходя из параметров разломов, максимально возможной магнитуды и макросейсмической интенсивности;

2. Разработанный модифицированный подход для оценки сейсмической опасности на основе алгоритма динамических свойств грунта, сейсмических и тектонических параметров территории исследования.

**Научная новизна исследования.** Научная новизна проведённой работы представлена в следующих основных положениях:

1. Разработан дифференцированный подход к детальной оценке макросейсмической интенсивности на основе учёта соот-

ношения максимальной магнитуды землетрясений, длины разломов, величины сейсмогенных подвижек и эпицентрального расстояния;

2. Построены унифицированные карты расчетных величин очаговой интенсивности и максимальной магнитуды ( $M_{\max}$ ) землетрясений Талышской зоны, используя эмпирическую взаимосвязь, между глубиной очага и длиной разломов;

3. Построены эталонные модели грунтовых условий от материнских толщ, залегающих на глубине 5000 метров и выше, до обнаженной поверхности с учетом литологических, физических параметров (скорость упругих волн, плотность, константа затухания интенсивности сотрясений) и геометрических характеристик среды (мощность и слоистость);

4. Рассчитаны значения усиления амплитуды сейсмического колебания грунта по литологическим данным с использованием методов математической статистики и возможностей программных обеспечений;

5. Проведена интегрированная детерминистская оценка сейсмической опасности Талышской зоны и прилегающей акватории Каспийского моря с учетом грунтовых условий, на основе чего создана серия карт вероятностно-возможного ожидаемого сейсмического эффекта в значениях интенсивности сотрясений и максимального ускорения грунта по макросейсмическим данным, подобранных из каталогов землетрясений (Лерикское, 1998 г.; Каспийское, 2000 г.; Иранское, 1980 г.; Огузское, 2015 г.) и принятые в настоящем исследовании в качестве сценарных сейсмических событий.

#### **Теоретическая и практическая ценность исследования.**

Полученные в диссертационной работе карты максимальных ускорений грунта для коренных и поверхностных пород, а также карта ожидаемых сотрясений грунта в единицах макросейсмической интенсивности могут быть использованы для дальнейшего детального сейсмического районирования территории исследования (ДСР), проведения оценки возможного социально-экономического ущерба от землетрясений, при проектировании зданий, сооружений, при постройке стратегически важных объектов

и участков, имеющих туристическое предназначение. Согласно мировой практике, проектирование сейсмостойких зданий начинается непосредственно с проведения микрорайонирования территории исследования.

**Апробация и применение.** Методика исследования докладывалась на Международной Конференции “СТВТ: Science and Technology” (Австрия, Вена; 2019), на 25-й Международной Конференции “Студенты и молодые исследователи” (Баку; 2021), на VIII Международной Научной Конференции Молодых Ученых и Студентов “Инновации в Геологии и Геофизике” (Баку; 2021), на VIII Международной Конференции “Опасные природные и техногенные процессы в горных регионах: модели, системы, технологии” (Россия, Владикавказ; 2022), на Международной Конференции, посвященная 100-летию юбилею лидера Гейдара Алиева “Гейдар Алиев и нефтяная стратегия Азербайджана”, (Баку; 2023), а также результаты исследования были предложены и подтверждены как “Важнейшие Результаты” в Институте Геологии и Геофизики, Министерства Науки и Образования Азербайджанской Республики в 2023 году. По теме диссертационной работе были опубликованы 18 научных работ в местных и зарубежных журналах, в качестве автора и соавтора.

**Название учреждения, в котором выполнена диссертационная работа.** Диссертационная работа выполнена в отделе “Сейсмология и оценка сейсмической опасности” Института Геологии и Геофизики, Министерства Науки и Образования Азербайджанской Республики.

**Структура и объем диссертационной работы.** Диссертационная работа состоит из введения (14297 знаков), 5 глав (глава I – 73956 знаков, глава II – 36779 знаков, глава III – 30036 знаков, глава IV – 18992 знаков, глава V – 24675 знаков), заключения (2859 знаков), списка использованной литературы (15528 знаков), списка сокращений и условных обозначений (1144 знаков) и представлена общим объемом в 202738 знаков, 46 рисунков и 108 наименований литературы.



# ГЛАВА I. ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ ТАЛЫШСКОЙ ЗОНЫ

## 1.1. Геологические и тектонические особенности территории исследования

Талышская мегазона, которая располагается на северной части складчатой системы Малый Кавказ-Эльбурс, отделяется от различных структур Малого Кавказа поперечным прогибом Нижний Араз. В пределах Азербайджана территория Талыша является северо-восточным крылом, в то время как юго-западная часть составляет территорию Северного Ирана. Зона Гарадаг Ирана, характеризующаяся вулканогенно-осадочными отложениями палеогена, перекрываются миоценовыми и плиоценовыми комплексами магматического происхождения вулкана Савалан. В строении Талышской складчатой территории выделяются структурные этажи, которые соответствуют предколлизийному (меловой период-эоцен) и коллизийному (олигоцен и миоцен) периодам развития мегазоны<sup>1</sup>.

На территории Талыша наиболее возможным площадным развитием и количеством разрезов является лишь эоценовый этаж, в строении которого участвуют комплексы вулканогенно-осадочного происхождения, приблизительной мощностью около 5000 м., объединенные в нижеприведённые формации магматического происхождения с составом их толщ<sup>2</sup>:

I. Трахибазальт-андезит и трахитовая фаза полного эоцена со следующими толщами (прогиб Космальян):

- лавы, пикриты, пирокласты, и базаниты лейцитовые нижнего и среднего эоцена;
- вулканические брекчии андезибазальтового и базальтового происхождения нижнего и среднего эоцена;
- туфогенно-осадочные толщи среднего эоцена;

---

<sup>1</sup> Abadov, B.A., Məmmədova, E.A. Dağlıq Talış ərazisində ekzogen geoloji proseslərin intensivliyinin qiymətləndirilməsi // - Bakı: Bakı Universitetinin Xəbərləri, BDU, Təbiət elmləri seriyası, - 2010. №2, - s. 119-123.

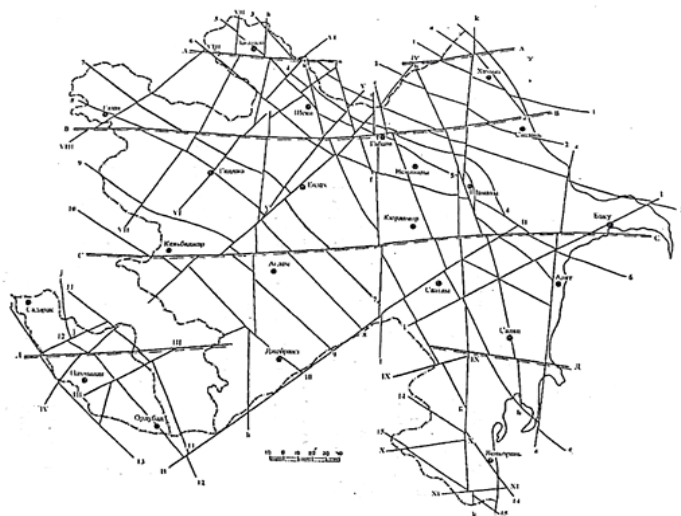
<sup>2</sup> Хайн, В.Е. Геология Азербайджана. Том IV, Тектоника / Ак.А.Ализаде, Баку: Нафта-Пресс, –2005.–506 с.

- лавы автокластитовые и брекчии трахиандезибазальтов и трахиандезитов вулканического происхождения, средний эоцен;
- флишоидной осадочно-туфогенной, верхний эоцен;
- лавы, пирокласты и анальцимовых трахиандезитов плагиопорфирового происхождения, верхний эоцен;
- туфогенно-осадочная толща верхнего эоцена.

II. Трахибазальтовая и фонолитовая фаза верхнего эоцена со следующими толщами (прогиб Дыман):

- лавы и пирокласты базальтов и трахидолеритов субщелочного происхождения верхнего эоцена;
- лавы фонолитов лейцитового происхождения верх. эоцена.

Согласно карте глубинных разломов доальпийского фундамента территории Азербайджана, для Талышской зоны выделяются разломы различного происхождения: локальные, продольные, региональные и др. (рис. 1).



**Рисунок 1. Карта глубинных разломов доальпийского фундамента территории Азербайджана<sup>3</sup>.**

<sup>3</sup> Ахмедбейли, Ф.С. Тектонические типы сейсмических очагов Азербайджана / Ф.С.Ахмедбейли, А.Г.Гасанов, - Баку: Элм, - 2004. - 130 с.

В основном выявлены 7 основных глубинных разломов, каждый из которых характеризуется собственным значением и протяженностью. Например, Астаринский, Ярдымлинский и Билясуварский разломы относятся к группе поперечных разломов. Тальшский и Предтальшский тектонические разломы относятся к группе разломов Общекавказского направления. Наибольшей протяженностью характеризуется Астара-Самурский разлом, являющийся по происхождению поперечным. Часть Ахвайского разлома, которая также приходится на Тальшскую зону, является ортогональным.

## **1.2. Геофизические исследования Тальшской зоны**

В петрофизическом отношении Тальшская зона известна как территория развития основного вулканогенного (эоцен) и ультраосновного интрузивного (поздний эоцен-олигоцен) комплексов<sup>4</sup>.

Градиент радиоактивности в юго-западной части территории Тальша, протягивающийся в северо-западном направлении, названный Предтальшским, совпадает в пространстве с переходной зоной между Билясувар-Карадонлимским максимумом (+20) и Безымянным минимумом (-8). Продуктивная толща данной зоны, определённая по данным сейсмической разведки, характеризуется процессом выклинивания, что объясняет наличие аномалий геополей, связанных с геологической природой. Границей для геофизических полей любого типа является разлом Предтальшский.

На основе данных об изменении скоростей продольных сейсмических волн как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях можно предположить, что земная кора Тальшской мегазоны характеризуется слоисто-блоковым строением. Общее изучение данных о распределении параметров скорости, указывает, что в верхней части коры Тальшского региона, преобладают блоки земли с  $V_p=6,0-6,50$  км/с, а в нижней части -  $V_p=6,60-$

---

<sup>4</sup> Ализаде, Ак.А. Геология Азербайджана. Том V, Физика Земли / Ак.А.Ализаде. – Баку: Нафта-Пресс, - 2005. – 352.

7,60 км/с. Далее наблюдается земная кора мощностью приблизительно 10 км., с  $V_p=7,70-7,90$  км/с. Толща земной коры, с мощностью 10 км залегает непосредственно над границей Мохо и представляет собой переходную область между земной корой и верхней мантией.

### **1.3. Литологические особенности территории исследования**

Древнейшие отложения Тальшского региона относятся непосредственно к эоценовой эпохе. В исследованиях, проведенные Ф.А.Мустафаевым, Х.Р.Алиевым и другими в 1979-1982 годах (картирование масштаба 1:50000) говорится, что *“Литологически территория Тальша сложена вулканогенными и вулканогенно-осадочными породами и в геологическом строении района исследований участвуют палеогеновые и неогеновые отложения третичного периода, а также отложения четвертичного периода”*. Средняя мощность отложений III периода Тальшской мезазоны достигает 8-9 км. Из них вулканические отложения мощностью 3500-4000 м. Мощность отложений IV периода варьируется в пределах нескольких сотен метров.

По литологическим и палеонтологическим признакам отложения эоценового возраста Тальшской зоны подразделяются на 3 этажа: нижний, средний и верхний. Базальтоидная формация щелочного характера наиболее распространенный тип отложений данного возраста. При детальном исследовании литологических особенностей было выявлено наличие трахибазальтовых формаций.

## **ГЛАВА II. ИСТОРИЯ ПРОВЕДЕНИЯ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ АЗЕРБАЙДЖАНА**

### **2.1. История изучения сейсмичности территории Азербайджана**

Составление карт и схем сейсмической опасности нашей республики берёт свое начало с работы Михалевского (1926 год). Карты районирования сейсмического поля СССР в это время представляли полный систематический комплекс геологической опасности, которые с 1937 года перестраивались

практически для каждых 10 лет<sup>5</sup>.

Схема сейсморайонирования, которая была построена в 1978 году, содержит новые параметры и данные, такие как исторические очаги ощутимых землетрясений; показатели частоты колебаний определенной интенсивности; зоны стандартной интенсивности, т.е. той, необходимую при строительстве. Некоторые отличия данной карты/схемы от предыдущей в том, что здесь не указывается Нахичеванская семибалльная зона и Талышская восьмибалльная зона. Формы восьмибалльных зон также подверглись некоторым переменам.

Территория Азербайджанской части Большого Кавказа, области Малого Кавказа, Куринская впадина, Талышская мегазона и прилегающая акватория нашей республики (Каспийское море), по характеру сейсмической активности и свойствам расположения гипоцентров сейсмических событий, характеризуются как наиболее сейсмоопасные зоны. Неравномерное расположения очагов не ощутимых землетрясений на указанных зонах является их особенностью. Очаги сильных сейсмических событий, в основном, относят к системам разломов Кавказа, различного простирания. При этом наблюдается скопление большого количества слабых землетрясений в местах пересечения вышеуказанных разломов. Морская глубина, на которой происходит скопление очагов слабых событий доходит до 50 км., в то время как на суше до 35 км.

## **2.2. Исследования в области оценки сейсмической опасности Талышской зоны**

Следует отметить, что, несмотря на наличие информации о величине энергетического класса землетрясений, расположения эпицентров и коэффициента затухания, возникла потребность в использовании модернизированных методов сейсмомикрорайонирования Талышской складчатости. Так же

---

<sup>5</sup> Бабаев, Г.Р. Оценка сейсмического риска территории города Баку: / дисс. доктора философии по наукам о земле / - Баку, 2004. - 149 с.

необходимо учесть важный параметр - коэффициент усиления амплитуды упругой волны. Данный коэффициент фактор зависит от скоростей распространения волн в толщах пластов, а также от литологии и толщины (мощности) пластов. Кроме того, следует изучить свойства грунтов с динамической точки зрения и учитывать вышеуказанный фактор амплитуд. Данный процесс позволит создать сейсмическую модель территории Талыша. На сегодняшний день, при помощи специальных программных обеспечений возможно определить не только коэффициенты амплитуд волн, но и определить тип отложений, залегающих на определенных глубинах.

С целью модернизации сети наблюдений и инструментальных исследований в области сейсмологии, в 2009-2010 годах были установлены дополнительные станции марки “Kinometrics” к уже существующим (напр., “Астара”, “Лерик”), в количестве одиннадцати. 2011 год характеризуется внедрением в сеть дополнительных 6 станций телеметрического типа со стороны РЦСС (названные, “Гобустан”, “Габала”, “Гусар”, “Ордубад”, “Шахбуз”, “Гейдарабад”). С 2011 количество станций Азербайджана для сейсмологических исследований достигает числа 31<sup>6</sup>.

Параметр уровня сейсмичности всей территории Азербайджана использовался в процессе размещения сейсмостанций в нашей стране. Согласно данным Республиканского Центра Сейсмологической Службы, сейсмостанции расположены следующим образом: “На южном склоне Большого Кавказа – три станции (Пиргулу, Исмаиллы и Шеки); на северном склоне и в восточной части Большого Кавказа – две станции (соответственно Губа и Сиязань); на юго-востоке республики – три станции (Алибайрамлы, Джалилабад и Ленкорань, впоследствии переименованная в Лянкяран); на западе республики – две станции (Гянджа и Барда)”.

---

<sup>6</sup> АМЕА nəzdində Respublika Seysmoloji Xidmət Mərkəzinin rəsmi veb-saytı [Elektron resurs]. - Bakı, 2024; <https://seismology.az/ru/stranica/seismologiya>.

## **ГЛАВА III. СЕЙСМИЧНОСТЬ ТАЛЫШСКОЙ ЗОНЫ И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ АКВАТОРИИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

### **3.1. Исследования макросейсмических полей Талышской зоны**

Начало изучения макросейсмических полей мезозоны Талыша начинается с Иранского землетрясения мая 1860 года, которое ощущалось в городах Шамаха и Шуша, при этом эпицентр события, расположенный на глубине 35 км, охарактеризован магнитудой в 5.2. Интенсивность в прилегающих областях Ирана, на границе Иран-Азербайджан (вблизи региона Талыша) было оценена в промежутке 5-6 баллов.

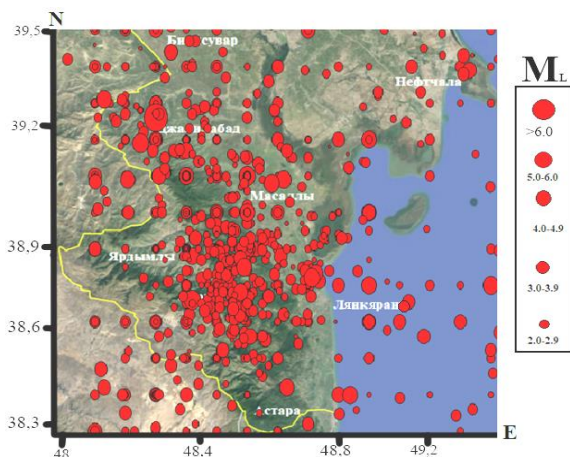
Возобновление сейсмической активности Талышского региона произошло после очередного Иранского землетрясения, которое характеризовалось как разрушительное. Сейсмическое событие 1879 года ощущалось в областях населённых пунктов Ленкорани, Билясувара и Ордубада. Основные параметры землетрясения 22 марта 1879 года представлены значениями глубины залегания очага в 25 км. и величиной магнитуды в 6.5. Несмотря на то, что по интенсивности сотрясений грунта событие относят к группе разрушительных (интенсивность - 7 баллов), серьёзных разрушений выявлено не было<sup>7</sup>.

### **3.2. Сейсмический режим и распределение эпицентров землетрясений на территории исследования**

Представление об общей сейсмической обстановке территории Талыша за период 891-2023 годы, можно получить на основе построенной в настоящей работе карте (рис. 2) распределения эпицентров землетрясений, по данным гомогенизированного каталога. В диссертационной работе, для представления современной сейсмической обстановки и общей сейсмичности Талышской территории был составлен единый, гомогенизированный каталог эпицентров землетрясений. События для каталога, были использованы из различных местных и зарубежных источников.

---

<sup>7</sup> İsmayılova, S.S. Talış struktur zonasının seysmogeodinamikası: / yer elmləri üzrə fəlsəfə doktoru dis. / - Bakı, 2018- 179 s.



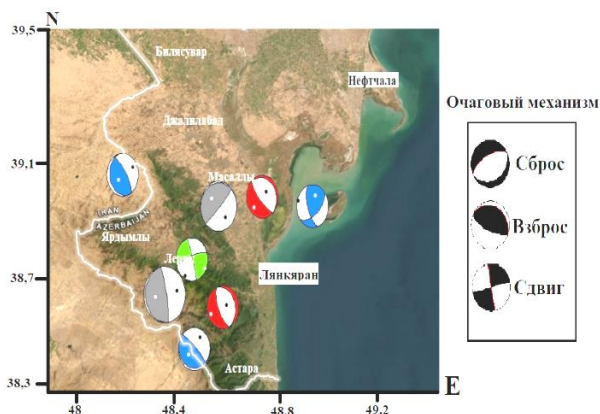
**Рисунок 2. Карта распределения эпицентров Талыша, построенная за период 891-2023 гг. (составил Алиев Я.Н.).**

На основе построенной карты возможно рассуждать, что сгущение эпицентров землетрясений, за указанный период, наблюдается непосредственно в центральной части мегазоны Талыша, вблизи районов Лянкяран, Лерик и Ярдымлы. Из семи основных районов Талыша, наименьшая сейсмичность наблюдается в Астаринском районе, который по сравнению с другими районами характеризуется меньшими по величине сейсмическими событиями. Прилегающая акватория Каспийского моря так же характеризуется наличием во времени сейсмических событий различной магнитуды. Вдоль всей границы Азербайджан-Иран происходили землетрясения на протяжении длительного времени.

### **3.3. Динамика и механизмы очагов землетрясений Талышской зоны и прилегающей акватории**

Карта механизмов очагов сильных землетрясений (рис. 3) в данной работе была построена с использованием программного обеспечения ArcGIS, версии 10.8. Для семи сильных событий была сделана выборка из общего каталога механизма очага, работы Исмаиловой С.С. Наблюдается сжатие большей части территории Талыша, а процессы сдвига выявлены в зонах районов Лерик и Ярдымлы.





**Рисунок 3. Карта механизмов очагов сильных землетрясений на территории Талыша за 1990-2023 гг. (составил: Алиев Я.Н.).**

Известно, что при деформациях тектонического типа в упругой среде накапливается напряжение, при чём сама деформация может быть как упругой, так и пластической. В процессе разрядки напряжений образуется очаг землетрясения тектонической природы. В процессе превращения одного типа деформации в другую, образуется процесс подземных колебаний – то есть землетрясений<sup>8</sup>.

Механизм очага землетрясения является одним из важнейших параметров, который описывает землетрясение. В современной сейсмологии механизм относят к произвольному перемещению горных пород, в результате чего происходит рассеивание упругих волн. О напряжённом состоянии глубин Земли возможно судить при помощи данных о механизмах очага землетрясения, которые также являются носителями информации о плоскостях разрыва и об ориентациях осей напряжений.

В результате исследования, сопоставления и оценки инструментальных данных и макросейсмических материалов, выявлено, что в пределах региона Талыша ощутимые и сильные землетрясения происходили в: 1990 году ( $M=6.0$ ); 1996 году ( $M=5.4$ );

<sup>8</sup> Воронина, Е.В. Механика очага землетрясения. Учебное пособие / Е.В.Воронина. – Москва: Физический факультет МГУ, - 2004. - 92 с.

1998 году (M=6.0); 2007 году (M=5.2); 2012 году (M=4.0); 2014 году (M=4.5); 2016 году (M=4.6); 2023 году (M=4.9 и M=5.1).

Более половины всех землетрясений, в процессе деформации, характеризуются величиной  $PL \leq 30^\circ$ , у оставшейся части сейсмических событий наблюдается  $PL \leq 20^\circ$ . Согласно данным значениям, взброс и сдвиг являются главными процессами на территории Талыша. Углы SLIP, которые характеризуют показатель погружение, изменяются для положительных направлений 60%, а для отрицательный до 40%. На основе указанных данных и материалов о разломной тектонике было выявлена неоднородность литосферы на территории исследования<sup>9</sup>.

Интегрируя имеющиеся данные о сейсмичности Талыша и прилегающей акватории Каспия с полученными значениями в данной работе, можно утверждать, что очаги землетрясений прибрежной части Каспийского моря способны генерироваться от Талышского и Астара-Дербентского разлома и очагов, расположенных в пределах Южно-Каспийской впадины. В результате происходит частое оживление сейсмических процессов во всём указанном регионе.

## **ГЛАВА IV. ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ОБЛАСТЕЙ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ**

### **4.1. Расчет параметра максимально возможной магнитуды землетрясений территории исследования**

Для оползневых областей, важным является определение параметра возможных сотрясений грунта, в шкале интенсивности. Ожидаемые максимальные сотрясения территории Талыша и прилегающей акватории Каспийского моря были определены на основе уравнение затухания макросейсмической интенсивности.

Интенсивность сотрясения грунта, в макросейсмических единицах является одним из основных параметров, который определяется при решении инженерно-геофизических задач,

---

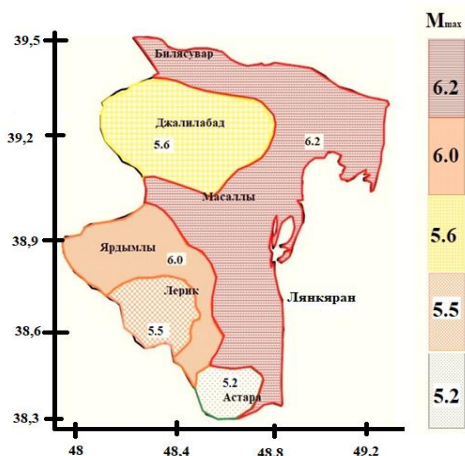
<sup>9</sup> Казымова С., Казымов И. Геодинамика Талышского региона по данным механизмов очагов землетрясений и GPS-станций // - Геология и геофизика Юга России, - 2020. №3, - с. 40-55.

помимо параметров сейсмической опасности (МУГ, МСГ, смещение, амплитуда колебаний).  $M_{max}$  - магнитуда максимального землетрясения сейсмогенной структуры определялась по данным о длине разломов и линеаментов Талыша, на основе корреляционного соотношения Шебалина Н. Учитывая факт расположения территории Талыша в горной области, целесообразно производить расчёты максимальной магнитуды по правому пределу корреляционного соотношения, который имеет вид:

$$M = 2 \lg L + 2.0$$

Здесь:  $L$  – длина сейсмогенной структуры (км).

На основе использования тектонической карты была определена протяженность  $L$  каждого из семи основных разломов Талышской зоны. Применяя соотношение Шебалина, была определена величина максимально возможной магнитуды, которые способны генерировать разломы и построена соответствующая карта распределения параметра на территории исследования (рис. 4).



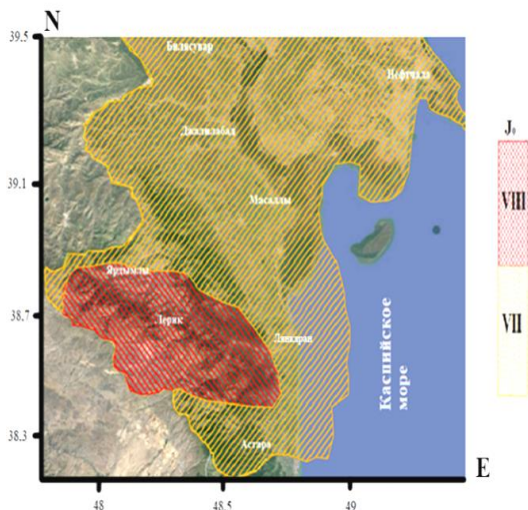
**Рисунок 4.** Карта распределения возможных максимальных магнитуд ( $M_{max}$ ) на территории исследования (составил: Алиев Я.Н.).

Сотрясение грунта в единицах интенсивности используется при определении сейсмичности сейсмоактивных территорий в

историческом соотношении, а также при составлении карт сейсмического районирования различного масштаба.

#### 4.2. Оценка ожидаемых максимальных сотрясений Талышской зоны и прилегающей акватории

Имея данные о протяженности структур и максимально возможной магнитуды разломов (рис. 1) и линейментов, интенсивность сотрясений грунта была определена на основе соотношения (Кулиева Ф.Т.) уравнения макросейсмического для территории Талыша (рис. 5).



**Рисунок 5. Карта дифференцированных областей вероятных очагов сильных землетрясений (в единицах интенсивности) (составил: Алиев Я.Н.).**

На основе составленной карты видно, что сотрясения с интенсивностью в VIII баллов сосредоточены, главным образом, в южном продолжении района Ярдымлы, простираясь при этом в юго-восточном направлении, в сторону района Лерик. Более 85% исследуемой территории характеризуется вероятными очагами землетрясений, с интенсивностью VII. Прилегающая акватория ЮКБ, омывающая берега региона Талыша также приурочена по разломной тектонике к зоне сотрясений в VII баллов.

На основе карт 4 и 5 можно утверждать, что Талышский

разлом способен генерировать землетрясения с максимальной магнитудой  $M_{\max}=6.0$  и интенсивностью  $J_0=VIII$ ; Предтальшский разлом способен генерировать землетрясения с максимальной магнитудой  $M_{\max}=6.0$  и интенсивностью  $J_0=VII$ ; Астаринский разлом с максимальной магнитудой  $M_{\max}=5.2$  и интенсивностью  $J_0=VI$ ; Ярдымлинский разлом –  $M_{\max}=5.5$ , интенсивность  $J_0=VIII$ ; Билясуварский разлом –  $M_{\max}=5.6$ , интенсивность  $J_0=VII$ ; Ахвайский разлом –  $M_{\max}=5.6$ , интенсивность  $J_0=VII$  и Астара-Самурский (Дербентский) разлом генерирует землетрясения с максимальной магнитудой  $M_{\max}=6.2$  и интенсивностью  $J_0=VII$ .

Следовательно, на основании проведённой оценки максимально возможных сотрясений территории Тальша можно сделать вывод, что зона исследования является зоной актуального проявившегося риска. Развитие риска на территории произошло в результате землетрясений, которые сгенерировали разломы Тальшский, Предтальшский, Ярдымлинский и Астара-Самурский (Дербентский), которые также способствовали образованию оползней.

## **ГЛАВА V. ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ТАЛЬШСКОЙ ЗОНЫ И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ АКВАТОРИИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

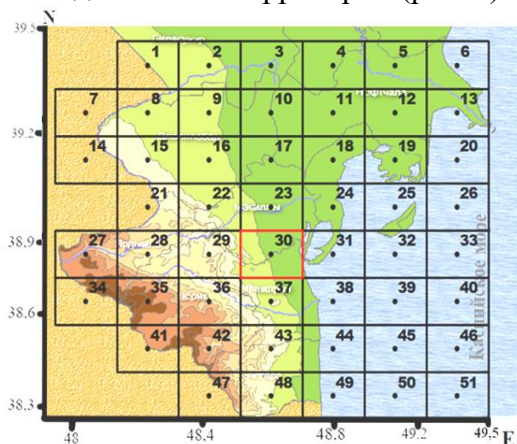
### **5.1. Применение сценарных землетрясений при оценке сейсмической опасности**

В настоящей работе используется аналитический подход к микросейсморайонированию, основанный на выборке землетрясений локального, близкого и удалённого типа. Понимание новых методов оценки сейсмической опасности, которые появились в последние годы, является предметом пристального внимания сейсмологов, и наблюдается возрастание интереса в этой области. На сегодняшний день в мире существует два основных направления, которые базируются на вероятностных и детерминистских подходах. Методы модифицируются новыми дополнениями, а также обогащаются и расширяются при сейсмическом мониторинге.

Основными параметрами здесь являются инструментальные данные землетрясений (магнитуда, эпицентральное расстояние, глубина очага землетрясения), физические и динамические свойства

грунта. Применяя их и вычисляя максимальную амплитуду ускорения грунтов слоев фундамента, рассчитывают максимальные амплитуды колебаний земной поверхности, корреляционное сравнение которой сейсмической интенсивностью осуществляется по общепринятой международной шкале (Trifunac, Brady, 1975)<sup>10</sup>.

При проведении детерминистской оценки сейсмической опасности целесообразно разделить территории исследования на равные ячейки (квадраты) и произвести расчёт сейсмических параметров для каждой ячейки территории (рис. 6).



**Рисунок 6. Карта-основа территории Талыша, с разделением зоны исследования на ячейки 17x15 км (составил: Алиев Я.Н.).**

Красным выделена центральная ячейка зоны исследования.

При получении значений усиления амплитуды упругой волны, подсчитывается параметр МУГ поверхностных пород для каждой ячейки, в результате чего строится модель. Следовательно, в настоящей работе, модели сейсмической опасности территории Талыша и прилегающей акватории Каспийского моря выражены в максимальных ускорениях колебаний грунта. В результате сравнения все моделей, возможно выделить зоны, которые характеризуются высокой опасностью.

<sup>10</sup> Trifunac, M.D., Brady, A.G. On the correlation of seismic intensity scales with the peaks of ground motion records // - Bulletin of the Seismological Society of America, - 1975. №65(1), - p. 139-162.

## 5.2. Определение коэффициента усиления амплитуды сейсмической волны грунтовой толщи на территории исследования

Основное внимание при оценке сейсмической опасности в настоящей работе уделяется применению детерминистического подхода, целью которого является определение сценария “максимального землетрясения”. Этот сценарий предназначен для иллюстрации наиболее сильных движений грунта на территории исследования<sup>11</sup>. Определение механизма сценария землетрясения является основой для оценки сейсмической опасности при помощи детерминистического подхода. Выбор сценарного землетрясения позволяет произвести оценку величины землетрясения и возможной сейсмической катастрофы в будущем.

При проведении оценки сейсмической опасности детерминистским подходом, важным параметром является коэффициент усиления сейсмической волны, а именно её амплитуды. Так, сейсмическая волна, проходящая через толщу слоёв, характеризуется различными значениями коэффициента усиления амплитуды волны, зависящая от литологических и стратиграфических особенностей. Для расчёта параметра усиления территории Талыша и прилегающей акватории Каспия, необходимо выявить литолого-стратиграфические свойства каждой ячейки зоны исследования. Для всех ячеек Талышской складчатой зоны (51 ячейка), размерностью 17x15 км были рассчитаны и использованы коэффициенты усиления волн (амплитуды), которые основаны на скорости распространения волн  $V_s$ , плотности отложений и литологического состава. Естественно, что породы более рыхлого состава будут характеризоваться более высокими значениями коэффициента  $A_{mp}$ , что соответствует ячейкам 3, 4, 5, 6 и т.д. Более плотные породы, твёрдого типа, которые относятся к эпохе олигоцен-миоцена, характеризуется меньшими значениями  $A_{mp}$ , вплоть до величины 0,53.

---

<sup>11</sup> Babayev, G., Babayev, T., Luciano, T. Deterministic ground motion modeling with target earthquakes and site effects in eastern Azerbaijan // - Arabian Journal of Geosciences, - 2024. №61, - p.1-12, <https://doi.org/10.1007/s12517-024-11866-y>.

Расчёт гипоцентрального и эпицентрального расстояний до каждой ячейки территории исследования является следующим этапом в оценке сейсмоопасности детерминистским подходом, так как указанные расстояния относятся к группе макросейсмических параметров. Эпицентрально расстояние, то есть от эпицентра до точки наблюдения (в нашем случае до центральной точки ячеек) определяется как “Простая математическая концепция, основанная на линейности идентичных значений, представленная по теореме Пифагора”.

### 5.3. Расчет ожидаемого сейсмического эффекта Талышской зоны и прилегающей акватории

Имея значения о коэффициенте  $A_{mp}$ , возможно произвести расчёт параметра максимального ускорения грунта (колебания) непосредственно на поверхности Земли. Расчёты параметра МУГ для коренных пород производились с целью расчёта параметра МУГ на поверхности Земли.

Для того чтобы полностью понять картину ожидаемых сотрясений в единицах МУГ, в настоящей работе были построены карты распределения средних значений МУГ как для коренных пород, так и для поверхности Земли (рис. 7 и 8).

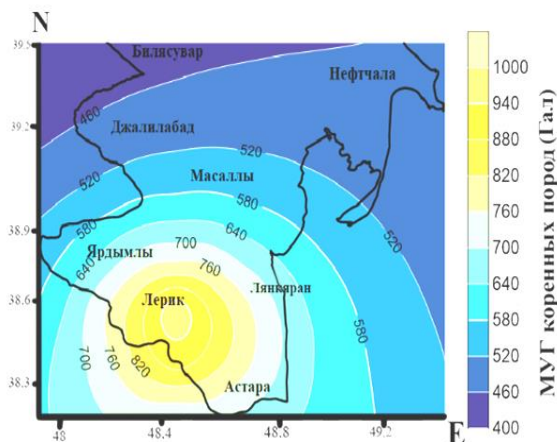
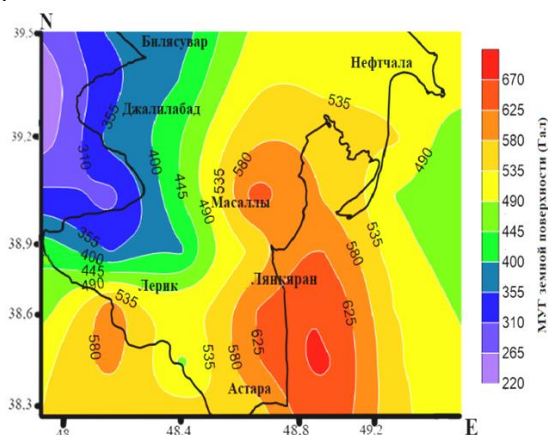


Рисунок 7. Карта распределения параметра максимального ускорения грунта (МУГ) для коренных пород Талышской зоны (составил: Алиев Я.Н.).



На основе полученных данных о максимальных ускорениях видно, что по сценарным землетрясениям, территория исследования характеризуется высокими значениями параметра МУГ, практически во всех ячейках. Каждая ячейка, характеризующая собственной литологией, на основе применения параметра усиления волны, определяется различным диапазоном ускорений, в единицах Гал.

Согласно рисунку 7, коренные породы, расположенные в северной части территории исследования, характеризуются меньшими значениями ускорения грунта, относительно всей территории (400-500 Гал). Для прилегающей акватории Каспийского моря, ускорения характеризуются значениями выше наименьших, достигающих максимальной отметки до 700 Гал. Наблюдается увеличение значений ускорения, при перемещении в ЮЗ направления Талышской мегазоны, в области Талышских гор и района Лерик. Ускорения в указанной области достигают своей максимальной отметки- 900 Гал. Область Джалилабад-Масаллы характеризуется переходными значениями МУГ (500-700 Гал). Район Лянкяран также характеризуется значениями выше средних, при этом ускорения в данном регионе достигает интервала 700-850 Гал.



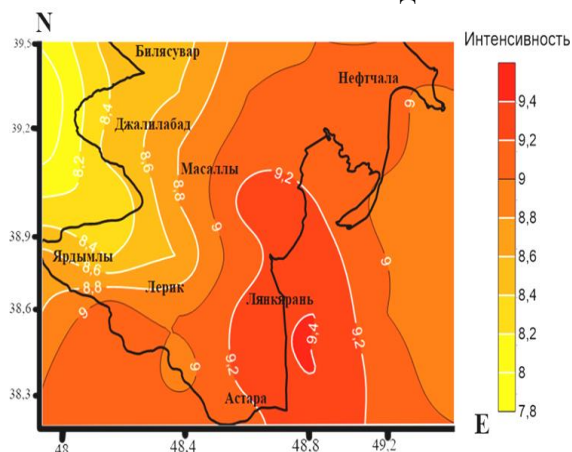
**Рисунок 8. Карта распределения параметра максимального ускорения грунта (МУГ) для поверхности земли Талышской зоны (составил: Алиев Я.Н.).**

Картина распределения значения ускорений для поверхности грунта, отличается от ускорений для коренных пород. Так, согласно рисунку 8, вся северо-западная часть Талышской территории характеризуется наименьшими значениями ускорений, в пределах 200-355 Гал.

В результате применения параметра усиления сейсмической волны (её амплитуды), зона высоких значений ускорений была смещена в восточном направлении, на прибрежную границу море-суша. Так максимальные значения ускорений грунта характеризуются величиной вплоть до 670 Гал, что представляет данную зону, как область высокой опасности.

Промежуточные значения ускорений наблюдаются в центрально-западной части Талыша, в области Джалилабад-Ярдимлы, достигающие значения до 500 Гал. Масаллы-Ленкоранская зона, в результате применения коэффициента  $A_{mp}$ , характеризуется как зона, близкая к высокой опасности, так как ускорения в данной области достигают отметки 600 Гал.

Благодаря полученным значениям, была построена карта распределения интенсивности возможных очаговых областей высокой сейсмической опасности Талышской складчатой зоны (рис. 9).



**Рисунок 9. Карта распределения макросейсмической интенсивности (в баллах) для Талышской зоны и прилегающей акватории Каспийского моря, от 4-х сценарных землетрясений (составил: Алиев Я.Н.).**

Согласно построенной карте 9, для Тальшской зоны наибольшую интенсивность представляют очаги возможных зон землетрясений области Лянкяран-Каспийское море. Интенсивность в указанной зоне характеризуется своими наивысшими значениями, достигающих до IX баллов (9,4). Для территории исследования, Билясувар-Джалилабадская область представлена интенсивностью сотрясений в величине VIII баллов. При сопоставлении всей территории исследования видно, что восточная часть Тальшской мегазоны является более опасной, по сравнению с западной частью. Значения максимального ускорения грунта и интенсивности, полученные в настоящей работе, являются главным индикатором для выдвигания данного утверждения.

Таким образом, в V главе была произведена оценка сейсмической опасности Тальшской складчатой мегазоны, по построенным картам сейсмического микрорайонирования максимального ускорения грунта и интенсивности землетрясений (макросейсмической). Важным параметром при этом является коэффициент усиления упругой волны, а именно её амплитуды. Благодаря четырём выбранным сценарным землетрясениям (Лерикское, Иранское, Каспийское и Огузское) был охвачен широкий комплекс подходов для детерминистской оценки сейсмической опасности, начиная от литологических особенностей, вплоть до динамических параметров грунта.

### **Заключение**

По результатам исследований, проведенных в настоящей диссертационной работе, были сделаны следующие основные заключения:

1. На базе имеющихся методов, был разработан единый дифференцированный подход к оценке сейсмической опасности, который учитывает соотношения значений максимальной магнитуды землетрясений, размерности и протяженности разлома, а также эпицентрального расстояния;
2. На основе анализа составленного в диссертационной работе объединенного каталога выявлено, что основными сейсмогенерирующими структурами в Тальшской зоне и прилегающей

акватории Каспийского моря являются области пересечения и сочленения Астара-Самурского (Дербентского), Предтальшского и Ярдымлинского разломов;

3. На основе анализа построенной унифицированной карты распределения макросейсмической интенсивности Тальшской зоны с учетом расчетной максимальной магнитуды  $M_{max}$ , протяженности разломов и уравнения макросейсмического поля выявлено, что Тальшский разлом, способен генерировать землетрясения интенсивностью в VIII баллов и представляет наибольшую опасность для территории исследования, при этом показано, что большая часть Тальшской зоны подвержена сейсмической опасности в VII баллов;
4. Разработанные в данном исследовании модели грунтовых условий от материнских толщ палеоген-неогенового возраста до поверхности Земли, с учетом литологических, физических параметров и геометрических характеристик среды позволили произвести расчеты коэффициентов усиления амплитуды сейсмических волн в слоистых пачках и построить соответствующую карту распределения коэффициента с использованием методов математической статистики и программных обеспечений;
5. Проведена интегрированная оценка сейсмической опасности с учетом грунтовых условий Тальшской зоны и прилегающей акватории Каспийского моря, на основе чего создана серия детерминистских карт в значениях максимального ускорения колебаний материнских толщ алевролито-песчанистого состава палеоген-неогенового возраста на пятикилометровой глубине залегания и для пород песчано-глинистого состава на обнаженной поверхности грунта, и интенсивности сотрясений по макросейсмическим данным сценарных (Лерикское, 1998 г.; Каспийское, 2000 г.; Иранское, 1980 г.; Огузское, 2015 г.) землетрясений;
6. По результатам оценки сейсмической опасности на основе сценарных землетрясений, населённые пункты Масаллы, Ленкорань и Астара Тальшской зоны, а также прилегающая акватория Каспийского моря характеризуются высокой интенсивностью в IX баллов. Однако западная и северо-западная части территории исследования, включающие районы населенных

пунктов Билясувара и Джалилабада, характеризуются меньшей интенсивностью в VIII баллов;

7. Сравнительный анализ серий карт ожидаемого сейсмического эффекта, полученных в данной работе по разработанной нами двум интегрированной и унифицированной методикам позволил выявить, что Талышская зона и прилегающая к ней южная часть акватории Каспийского моря характеризуются сейсмически опасными зонами с оценочной максимальной магнитудой  $M_{max}=5.2\div 6.2$ , с максимальным ускорением поверхности грунта в пределах 220-670 Гал и рассчитанной интенсивностью сотрясений в интервале VII-VIII-IX баллов что существенно повышает достоверность характеристик сейсмических эффектов.

#### **Список основных публикаций автора по теме диссертационной работы**

1. Babayev, G., Agayeva, S., Telesca, L., Niemi, N., Ismail-zade, T., Muradi, I., Aliyev, Y. "Estimation of local seismic activity by deterministic hazard assessment. A case study in north-eastern of Azerbaijan". CTBT: Science and Technology conference. T1.2-O3. Book of Abstracts, Vienna, Austria, p.19, 2019, (printed in Austria);
2. Бабаев, Г.Р., Агаева, С.Т., Исмаил-заде, Т.Т., Муради, И.Б., Алиев, Я.Н. "Оценка сейсмических воздействий на южном склоне Большого Кавказа (Азербайджан) по сценарным землетрясениям: параметры и модели ускорения перемещения грунта". Геофизический журнал. 2019. Т. 41, С. 170-188. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i3.2019.172471>;
3. Babayev, G., Kadirov, F., Tibaldi, A., Bonali, F., Aliyev, Y. "Dynamic triggering of mud volcanos in Azerbaijan by Caspian earthquakes". ANAS Transactions, Earth Sciences, N2, 2019, pp. 47-53; DOI: 10.33677/ggianas20190200031;
4. Babayev, G., Telesca, L., Agayeva, S., Ismail-zade, T., Muradi, I., Aliyev, Y., Aliyev, M. "Seismic Hazard Analysis for Southern Slope of the Greater Caucasus (Azerbaijan)". Pure and Applied Geophysics, Vol. 177 (8), 2020, pp. 3747-3760, <https://doi.org/10.1007/s00024-020-02478-0>;

5. Aliyev, Y.N. "Earthquake-triggered peak ground acceleration assessment (Case Study: Absheron oilfield deposit)". 25th Annual International Conference of Students and Young Researchers. Book of Abstracts, Baku, Azerbaijan. 2021, p.4;
6. Abbasov, R.Y., Bayramov, Z.F., Malikov, R.I., Jodry, C.S., Babayev, G.R., Aliyev, Y.N., Muradi, I.B. "Determination of marine water intrusion via electrical resistivity tomography (ERT) method". VIII International Scientific Conference of Young Scientists & Students. Innovations in Geology and Geophysics. Book of Abstracts, Baku, Azerbaijan. 2021, pp.36-37;
7. Aliyev, Y.N. "Characterization of seismic hazard assessment methods: state of the art and challenges". VIII International Scientific Conference of Young Scientists & Students. Innovations in Geology and Geophysics. Book of Abstracts, Baku, Azerbaijan. 2021, p.8;
8. Муради, И.Б., Бабаев, Г.Р., Алиев, Я.Н. "Оценка сейсмической обстановки Апшеронского полуострова по результатам анализа контактных измерений и космического мониторинга Земли". Журнал "Геофизика", Пермский Государственный Национальный Исследовательский Университет, Пермь, Россия. №5. 2022, с.34-40. <https://doi.org/10.34926/geo.2022.66.54.001>;
9. Babayev, G.R., Aliyev, Y.N., Muradi, I.B., Aliyev, T.R., Gasimov, E.E., Aliyev, M.M. "Application of electrical exploration methods for geological hazard assessment". Dangerous natural and technogenic processes in mountain regions: models, systems, technologies, Vladikavkaz, Russia, 2022, pp.120-124;
10. Aliyev, Y., Babayev, G. "Catalogue-based spatio-temporal analysis and evaluation of seismic scenarios in the Talysh zone (Azerbaijan)". *Geofizicheskiy Zhurnal*, 45(5), 2023. pp.108-118. <https://doi.org/10.24028/gj.v45i5.289114>;
11. Babayev G.R., Babayev, T.H., Aliyev, Y.N., Muradi, I.B. "Numerical earthquake ground motion modeling for southern slope of Greater Caucasus". Materials of VII International Conference "Seismology and Engineering Seismology", dedicated to the 100th anniversary of the birth of the Nationwide Leader H.Aliyev, 2023, pp. 264-268;

12. Бабаев, Г.Р., Алиев, Я.Н., Муради, И.Б., Бабаев, Т.Х. “Дифференцированная сценарная оценка опасности землетрясений областей месторождений нефти и газа Абшеронского полуострова”. Международная научно-практическая конференция “Гейдар Алиев и Нефтяная Стратегия Азербайджана: Достижения Нефтегазовой Геологии и Геотехнологий.” Сборник трудов. Баку, Азербайджан. Май 2023, с.659- 663. <https://conference.ogi.az/abstract.php>;
13. Babayev, T.H., Aliyev, Y.N., Muradi, I.B., Aliyev, M.M. “Seismic analysis of the Shamkir reservoir area through insights into the dynamics of the earthquake characteristics”. ANAS Transactions, Earth Sciences 2/2023, pp.51-63. DOI: 10.33677/ggianas20230200102;
14. Муради, И.Б., Бабаев, Г.Р., Алиев, Я.Н., Бабаев, Т.Х., Самедова, К.Ф. “Изучение взаимосвязи землетрясений и извержений грязевых вулканов Абшеронского полуострова”. Журнал “Геофизика” (Россия) № 5, 2023. с.72-77. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54819705>;
15. Babayev, G.R., Muradi, I.B., Aliyev, Y.N., Babayev, T.H. “Differentiated scenario-based assessment of earthquake hazard in the oil and gas deposit areas of the Absheron Peninsula”. International Scientific-Practical Conference Heydar Aliyev and Azerbaijan Oil Strategy: Advances in Oil and Gas Geology and Geotechnologies. ANAS Transactions. Earth Sciences (Special Issue). Baku, Azerbaijan. October 2023, pp. 95-97. DOI:10.33677/ggianasconf20230300022;
16. Muradi, I., Babayev, T., Aliyev, Y., Aliyev, M. “On the possibility of using space sounding methods for a deterministic assessment of the seismic hazard of the Absheron peninsula”. 9th International scientific conference of young scientists & students. Geoinformatics, Georesources, Geoecology. Book of Abstracts. Azerbaijan. October 2023. pp.86-88. <https://sites.google.com/view/ggi2023/book-of-abstracts?authuser=0>;
17. Babayev, T., Muradi, I., Aliyev, Y., Aliyev, M. “Post-seismic activity review of 06.02.23 Kahramanmaraş Türkiye earthquake”.

- 9th International scientific conference of young scientists & students. Geoinformatics, Georesources, Geoecology. Book of Abstracts. Azerbaijan. October 2023. pp.91-93. <https://sites.google.com/view/ggi2023/book-of-abstracts> authuser =0;
18. Муради, И.Б., Бабаев, Г.Р., Алиев, Я.Н., Бабаев, Т.Х., Алиев, М.М., Рустамов, Х.Ш. “О возможности применения РСА интерферометрии с использованием снимков со спутников Sentinel-1 при изучении оползневой активности в районе горного кластера Малого Кавказа”. Теория и практика разведочной и промысловой геофизики. Сборник научных трудов. Пермь, Россия, № 6 (11), Ноябрь 2023. с.152-159





Защита диссертации состоится 25 ноября 2024 года в 14<sup>30</sup>  
на заседании Диссертационного Совета ED 1.01 действующий  
на базе при Институте Геологии и Геофизики Министерства  
Науки и Образования Азербайджанской Республики

Адрес: AZ1143, г. Баку, Азербайджан, пр. Г.Джавида, 119  
Факс: (+99412) 537 22 85  
E-mail: gia@azdata.net

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института  
Геологии и Геофизики Министерства науки и образования  
Азербайджанской Республики

Электронная версия автореферата размещена на официальном  
интернет-сайте Института Геологии и Геофизики Министерства  
Науки и Образования Азербайджанской Республики

Автореферат разослан по соответствующим  
адресам 23 октября 2024 года.

Подписано в печать: 14.10.2024

Формат бумаги: 60x84<sup>1/16</sup>

Объём: 38161

Тираж: 70 экз.