

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ
ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ
ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

Համեղ Բարիմանի

ԿԱՍՊԻՑ ԾՈՎԻ ՀԱՐԱՎԱՅԻՆ ԱՓԵՐԻ ԳԵՈՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ
ԽՈՑԵԼԻՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ

ԻԴ.01.03- «Ընդհանուր երկրաբանություն, հիդրոերկրաբանություն,
ճարտարագիտական երկրաբանություն» մասնագիտությամբ երկրաբանական
գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

Ս Ե Ղ Մ Ա Գ Ի Ր

ԵՐԵՎԱՆ -2012

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ГАМЕД БАРИМАНИ

ОЦЕНКА ГЕОТЕХНИЧЕСКОЙ УЯЗВИМОСТИ ЮЖНЫХ БЕРЕГОВ
КАСПИЙСКОГО МОРЯ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени кандидата геологических наук по
специальности 24.01.03 "Общая геология, гидрогеология, инженерная геология"


ЕРЕВАН- 2012

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Երևանի Պետական Համալսարանում
 Երկրաբանա-հանքաբանական
 Գիտական դեկավար՝ գիտությունների թեկնածու, դոցենտ
Ս.Հ. ՀԱՅՐՈՅԱՆ
 Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝ Երկրաբան.-հանք. գիտ.
 դոկտոր, պրոֆեսոր
Ռ. Գ. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ
 Երկրաբանա-հանքաբանական
 գիտությունների թեկնածու
Վ. Ս. ԽՈՆԴԿԱՐՅԱՆ
 Առաջատար կազմակերպություն՝ «Լեռնամետալուրգիայի ինստիտուտ» ՓԲԸ

Պաշտպանությունը կայանալու է **2012 թվականի դեկտեմբերի 7-ին, ժամը 14³⁰**
 Երևանի պետական համալսարանին կից 005 մասնագիտական խորհրդում:
 Հասցեն՝ 0025, ք. Երևան, Ալեք Մանուկյան 1, աշխարհագրության և երկրաբանության
 ֆակուլտետ:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ԵՊՀ-ի գրադարանում:
 Սեղմագիրն առաքված է՝ **2012 թվականի նոյեմբերի 7-ին:**

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար,
 երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների
 թեկնածու, դոցենտ

 **Վ.Ա. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ**

Тема диссертации утверждена в Ереванском Государственном Университете

Научный руководитель: Кандидат геолого-
 минералогических наук , доцент
С.Г. АЙРОЯН

Официальные оппоненты: доктор геол.-мин. наук, профессор
Р. Г. ГЕВОРКЯН
 Кандидат геолого-
 минералогических наук,
В.С. ХОНДКАРЯН

Ведущая организация: "Институт Горнометаллургии" ЗАО

Защита состоится **7 декабря 2012г в 14³⁰** часов на заседании специализированного совета 005
 Ереванского Государственного Университета.

Адрес: 0025, Ереван, ул. Алека Манукяна 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЕГУ.

Автореферат разослан **7 ноября 2012 года**

Ученый секретарь специализированного совета,
 кандидат геолого-минералогических наук, доцент

 **Մ.Ա. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Геотехническая уязвимость южного побережья Каспийского моря является важной проблемой исследований с точки зрения оценки потенциальной опасности разрушительных землетрясений, воздействий быстрого колебания уровня моря и техногенных факторов. Развитие геологических экзогенных процессов на южном побережье Каспийского моря, активизирующихся из-за сильных землетрясений в прошлом, приводили к гибели жителей ряда прибрежных провинций (Гулестан, Мазандаран и Гилан). Последнее разрушительное землетрясение здесь произошло в июне 1990 года в Манджиле, провинций Гилан. Имеющиеся сейсмические данные указывают на развитие крупных оползней, разжижение и оседание грунтов в населенных пунктах и незаселенных областях. Поэтому в Южно-Каспийском регионе потенциал сейсмической опасности, а также ряда экзогенных геологических явлений высок. Колебания уровня моря приводит к затоплению и вымыванию пляжной зоны. Техногенные факторы, в частности, интенсивное строительство в береговой зоне наряду с вышеперечисленными геологическими процессами, увеличивает геотехническую уязвимость грунтов прибрежных зон приводит к активизации абразивных процессов в прибрежных зонах.

Целью и задачами исследований являются: В данной работе поставлена цель рассмотреть сочетание различных методик, используемых для районирования сейсмогеотехнической опасности в соответствии с рекомендациями Международного общества по механике грунтов и геотехнике (ISSMGE, 1999). В работе обсуждаются также исходные данные сейсмического микрорайонирования, сейсмические нормы и правила, требуемые для районирования зон сейсмической опасности.

- определение геотехнической уязвимости южных берегов Каспийского моря по трем основным направлениям: полевые, лабораторные исследования и компьютерный анализ по специальным программам.
- изучение геотехнической уязвимости южной части Каспийского моря:
 - а) опасности землетрясений,
 - б) определение зон высокого риска, связанного с сейсмической опасностью, вызывающей оползневые процессы,
 - в) определение зоны высокого риска, связанного с сейсмической опасностью, вызывающей процессы разжижения
- классификация районов южного побережья Каспийского моря по типу осадочных пород и механических свойств грунтов (полевые исследования),
- определение опасности разжижения в полигоне Амир-Абад и сравнительный анализ данных,
- оценка влияния техногенных факторов, а также колебания уровня моря на геотехническую устойчивость в районе исследования.

Для решения поставленных исследовательских задач выдвинуты следующие основные защищаемые положения:

- Научное обоснование и составление карт сейсмической уязвимости, территории.
- Оценка риска образования оползней и разжижение грунтов южных берегов Каспийского моря.
- Закономерности изменения геотехнических свойств грунтов прибрежной зоны, сопоставительный анализ универсальных моделей оценки уязвимости, для установления благоприятных регионов строительства.
- Обоснование районирования территории по потенциалу опасности при землетрясениях (сайт эффект)

▪ **Научная новизна работы:**

- Переоценка карт сейсмической опасности, карты оползней и потенциалов опасности разжижения южного берега Каспийского моря,
- Впервые составлена универсальная модель по оценке геотехнической уязвимости и установлены безопасные прибрежные районы для гражданского строительства,
- Впервые оценен потенциал опасности территории, к разжижению

Достоверность результатов исследований определена на основании:

- использования данных фондовых научно-производственных отчетов;
- результатов собственных исследований по известным полевым методам;
- соблюдения принятых международных стандартов по геотехническим исследованиям.

Практическая значимость работы

- Результаты оценки геотехнической уязвимости южных берегов Каспийского моря, по подверженности процессам разжижения и оползания дают возможность заблаговременно, до начала развития нежелательных процессов, принять необходимые превентивные меры.
- Результаты исследований могут быть использованы агентствами по землепользованию, местными властями, планирующими вопросы строительства разного назначения..

Публикации и апробация работы

Основные положения работы опубликованы в научных журналах и в материалах конференций: на 21-ой международной конференции по морской и полярной инженерии- ISOPEH-2011, 19-24 июня, Мауи, Гавай, США; на 17-ой пленарной конференции, Одесса, Украина, 21-28 августа, 2011г.; на 9-ой международной конференции по управлению в районах внутренних морей, 10-14 ноября, Сочи, 2009г; на пятой международной конференции IGCP 521-INQUA, 22-31 августа, 2009г, Измир, Турция. По теме диссертации опубликованы 3 научные статьи.

Объем и структура диссертации:

Диссертационная работа изложена на 172 страницах, состоит из введения, 5 глав, заключения и приложений, списка литературы. Работа содержит 16 таблиц и 42 рисунка. Работа написана на английском языке.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В введении работы рассмотрены вопросы сейсмогенной геотехнической опасности южных берегов Каспийского моря. Приводится характеристика основных объектов исследований, включающие прибрежные и морские донные отложения, их геотехнические показатели. Приводится обзор исторических землетрясений и тектонических разломов. Основное внимание уделяется вопросам динамического воздействия на береговые отложения, которые могут привести к процессам разжижения и оползням.

В первой главе рассмотрено методы сейсмического районирования геотехнической опасности, в соответствии с рекомендациями Международного общества механики грунтов и геотехнической инженерии – ISSMGE (ISSMGE, 1999). Согласно этим рекомендациям сейсмическое районирование геотехнической опасности выполняют в три стадии.

По морфологическим показателям район исследований разделен на пять зон (Гулистан, Центральный и Западный Мазандаран, Центральный и Западный Гилан). Исходя из климатических условий, преобладающих в различных регионах южного побережья Каспийского моря, морфологических и гидродинамических характеристик каждого прибрежного региона, можно наблюдать различные среды осадконакопления в южной прибрежной зоне, в частности: озера, болота, морские и эоловые лагуны и дельты.

Наличие множества рек, имеющие различные гидравлические уклоны, а также колебания уровня моря в южной части Каспийского моря привели к осадконакоплению различных фаций в равнинной части берега, сложенного пролювиально-алювиальными, болотными, эоловыми и озерными отложениями. С тектонической точки зрения южная часть Каспийского моря в направлении с севера на юг делится на три региона: южная впадина, прибрежные равнины и северные высоты Эльбурса.

В соответствии с расположением района исследований в северной части нагорья Эльбурс и юго-восточной окраине восточного бассейна Каспийского моря, становится очевидным, что геолого-тектонические и сейсмо-тектонические условия района исследований обусловлены географическим положением гор Эльбурс и Каспийского моря. Горы Эльбурс имеют широтное распространение и протягиваются на 1500км в северной части Ирана. Этот хребет относится к Альпийско-Гималайской оротектонической складчатости. Каспийское море окружено Эльбурским, Копедагским и Кавказским хребтами. На основе геофизических исследований земной коры в прибрежной части Каспийского моря было установлено, что осадочные слои имеют мощность 15 - 20 км. Важнейшей особенностью бассейна Каспийского моря является складчатая структура морского дна.

Бассейн Каспийского моря окаймлен сейсмически активными зонами. Механизмы землетрясений Эльбурса указывают на то, что территория Эльбурса является зоной разлома. Очаги землетрясений связаны с множеством разломов в южных берегах Каспийского моря. Геотехническая уязвимость грунтов усиливается в связи с вышеприведенными сейсмическими факторами. Кроме того, резкие изменения уровня моря, а также техногенный фактор могут стать причиной изменения морфоструктуры прибрежной зоны, что приведет к негативным последствиям.

Зона и полигон исследований

Зона исследований находится на южном побережье Каспийского моря, а полигон исследований располагается в западной части исследуемого района (побережье Амир Абада) (рис. 1).

Каспийское море, являясь самым крупным озером в мире, имеет важное значение с природной и социально-экономической точек зрения. Оно имеет меридиальное простираие, его протяженность составляет около 1204 км, а ширина - 204 км, за исключением передней части Апшеронного полуострова, где ширина достигает 566 км. Площадь составляет около 436000 км², а средняя глубина - около 180 метров. Каспийское море является крупнейшим водоемом планеты, расположенным на юго-востоке Евразии. Большой объем воды (78 тыс. км³, что составляет около 44% запасов озерных вод Земли) и большая глубина (1025 м) сопоставимы с океаническими морями, такими как Черное, Балтийское и Желтое моря и превосходит Адриатическое, Эгейское, Тиренейское моря.



Рис.1 Южная часть Каспийского моря, красными кружочками обозначены районы исследований, а желтым-полигон исследований (Амир-Абад)

Сейсмогеотехническая опасность

Под сейсмической геотехнической опасностью следует понимать инженерно-геологические процессы, возникающие в результате землетрясений. Они делятся на два основных вида: оползневые явления и разжижение песчаных грунтов.

1) Оползневые процессы

Оползневые процессы являются одним из самых опасных природных явлений, активизирующихся вследствие землетрясений (рис 2). Движущие силы возникают из-за силы тяжести и сейсмических толчков, а силы сопротивления контролируются геологическими и геотехническими условиями.

2) Процессы разжижения

Разжижение происходит в недоуплотненных водонасыщенных песчаных грунтах, за счет увеличения порового давления воды. Увеличение порового давления воды приводит к уменьшению или полной потере сопротивления сдвигу грунтов. Грунты, которые потеряли сопротивление сдвигу, превращаются в разжиженные массы, например при известном землетрясении Нигата (1964 - Япония) (рис. 3). Случаи разжижения грунтов наблюдались также при землетрясении, произошедшем в июне 1990 года в Рудбаре и Манджиле,

Иран.



Рис. 2 Снимок оползня



Рис. 3 Снимок разжижения

Вторая глава посвящена методом исследований с целью выявления и определения интенсивности геотехнической уязвимости грунтов южных берегов Каспийского моря. Зоной исследований является вся южная прибрежная часть Каспийского моря, а полигоном исследований - крайняя западная часть района исследований (берег Амир-Абада). На полигоне исследований работы проводились более детально.

Метод исследования основан на оценке разрушающих факторов (быстрые изменения уровня моря и возникновение землетрясения), инженерно-геологическом поведении прибрежных грунтов при изменении напряженного состояния грунтов. Таким образом, исследовательская стратегия определялась по комплексной оценке степени уязвимости прибрежных грунтов, учитывающая колебания морского уровня и вследствие этого возникающие гидродинамические силы, экзогенные процессы и техногенный фактор. В соответствии с этим исследования проводились по следующим образом.

Компьютерная интерпретация данных

По данным сейсмического инженерно-технического комитета (ТС 4), официально признанного международной ассоциацией по геотехнике и инженерным фондом (ISSMFE) (1985), карты районирования делятся на три группы (типа) в соответствии с требуемой точностью, доступом информации и финансовыми возможностями.

Методы районирования геотехнических рисков возникающих вследствие сейсмических процессов

Районирование территорий по устойчивости склонов

При районировании устойчивости склонов требуются качественные и количественные геолого-гидрогеодинамические данные, полученные в результате полевых работ.

I-ый тип районирования. Устанавливаются районы с потенциально неустойчивыми склонами. Здесь используется соотношение между магнитудой и максимальным расстоянием от эпицентра землетрясения или линии разлома. Предлагаются эмпирические критерии для районирования устойчивости склонов. По этим критериям определяются внешние границы оползневых территорий. Данный метод районирования не учитывает литологический состав пород, инженерно-геологические условия, влияющие на устойчивость склонов.

II-ой тип районирования. Включает в себя дополнительные сейсмологические, морфологические и геологические данные для оценки вероятности оползней.

В ISSMGE (1999) представлены примеры рациональных подходов, в которых факторы неустойчивости оцениваются и взвешиваются в соответствии с

предполагаемым или ожидаемым оползнем. Составление карт районирования уязвимости проводится с целью прогноза наиболее вероятных участков возникновения трещин разрыва. В результате, на карте выделяются зоны потенциальных оползней по степени чувствительности (например, низкая, средняя, высокая чувствительность).

III-ий тип районирования. Включает в себя проведение дополнительных геотехнических исследований по сбору данных, необходимых для анализа устойчивости склонов в статических и динамических условиях. Здесь требуются данные о мощности отдельных литологических единиц, прочности грунтов, положении потенциальной поверхности скольжения, углу наклона и изменении порового давления. Моделирование производилось по методу конечных разностей на грид-сетке (например, 500 x 500 м) с применением различных псевдо-статических подходов.

Районирование территорий потенциального разжижения грунтов

I-ый тип районирования основан на данных о геологических и геоморфологических условиях. Максимальную степень разжижения грунтов можно оценить посредством магнитуды прогнозируемого землетрясения, либо на основе сейсмической интенсивности.

При II-ом типе районирования используют данные, полученные из литературных источников, а также анализ аэрофотоснимков и свидетельств местных жителей.

При III-ем типе районирования требуются новые специальные (пенетрация) исследования, а также полевые и лабораторные анализы. Чувствительность к разжижению - это функция зависимости между разжижением и динамическим сотрясением грунтов. При этом необходимо:

1) определить устойчивость грунтов к разжижению непосредственно в полевых или лабораторных условиях. Тесты стандартной пенетрации (SPT) и конической пенетрации (CPT) в основном используются для оценки потенциала разжижения. SPT-методы были разработаны Сидом и Идриси в 1971, Сидом и соавт. в 1985г, и др. Метод применяется для измерения относительного сопротивления грунтов проникновению специального пробника. Молот весом 63,5 кг сбрасывается с высоты 76 см, вызывая проникновение пробника в грунт на глубину до 45 см. Пробник имеет внутренний диаметр 38 см и внешний диаметр 50 см. Здесь подсчитывается количество свободных падений молота (SPT N) для проникновения пробника до глубины в 30 см.

2) определить гранулометрический состав грунтов, их уплотняемость, тип цемента, влажность и глубину, контролирующую степень устойчивости к разжижению. В лабораторных условиях были определены пределы пластичности. Для песчаных грунтов проведен быстрый сдвиг и трехосное сжатие.

Районирование с помощью геоинформационных систем (ГИС)

Геоинформационные системы были применены в первых двух стадиях исследований. За основу взяты кондиционные карты масштаба 1: 25000, по которым составлены отдельные слои по топографии района исследований, геологические и тектонические карты, карты плотности дорог и рек, карты исторических землетрясений, карты гидроизогипс, карты почвенно-

растительного покрова, карты склонов береговой зоны.

Картирование опасности возникновения оползневых участков и участков разжижения с помощью ГИС

Географические информационные системы (ГИС) представляют собой набор инструментов и модулей, в который входит ArcGIS, обеспечивающий интеграцию данных в географическую информационную систему. С помощью программы можно пользоваться спутниковыми изображениями (растрами), составлять базы данных и экспорта данных. Для районирования опасности оползней и разжижения района исследований применены данные, предоставленные институтом природных катастроф.

. Полевые исследования

Проведены геологические маршруты для выявления геотехнических свойств осадочных отложений района исследований на южном берегу Каспийского моря. Проведены полевые и лабораторные испытания грунтов береговой части и донных отложений.

Геотехнические испытания грунтов полигона исследований

Полигоном исследований являлась прибрежная зона Амирабада и западная окраина Мианкале. Были пробурены пять скважин, в которых :

- проведено определение типа и мощности слоев грунтов,
- составлены разрезы скважин,
- проведен стандартный тест пенетрации (SPT) N,
- проведено измерение уровня грунтовых вод,
- определены физико-механические свойства грунтов
- **Оценка смещения береговой линии при резких колебаний уровня моря**

Проведено изучение картографических материалов и аэрофотоснимков, осуществлены полевые работы и мониторинг геологической среды, лабораторные исследования.

В третьей главе приводятся результаты исследований по изучению потенциальной опасности возникновения землетрясений и процессов разжижения грунтов.

Для определения потенциальной опасности землетрясений и выявления сейсмически активных зон, рассмотрены структурно-геологические и сейсмотектонические условия района исследований. Для выявления активности тектонического разлома использованы архивные данные о сейсмическом режиме.

Активные разломы. Для анализа активной разломов использованы следующие данные:

1) по разломом четвертичных отложениях, с частотой одно землетрясение за последние 35000 лет, либо с двумя и более землетрясениями в течение последних 500000 лет.

2) по очагом землетрясений после 1900 года, которые получены с применением сейсмографов,

3) микросейсмические карты с отображением разломов,

4) разлом Клиффа, который прослеживается на поверхности земли

1) анализ четкой логической связи между известными очагами землетрясений и близлежащими разломами.

По вышеприведенной схеме были установлены:

1. Большой Мазандаранский разлом, 2. Северо- Эльбурский разлом, 3. Баладехский разлом, 4. Байджанский разлом, 5. Галандрудский разлом, 6. Разлом Лалейбанда, 7. Уримский разлом, 8- Хош Ейлахский разлом, 9. Шахрудский разлом, 10. Неизвестный разлом (рис. 4).

Основные разломы на прикаспийской территории представлены на карте Берберяна (1983), Акаше и др. (1983), а также на карте национальной иранской нефтяной компании (1977).

Исторические землетрясения: В 1127г. имело место землетрясение в Фарим-Чахардангех, в 1301г. – в Фарим, в 1485- в Мазандаране – Гилане, в 1809г. – в Амоле, в 1825г. – в Хазаре, в 1890г. –Ташке, 5 марта 1935г.– в Талар Руде, 11 апреля 1935г. – в Косуе, 2 июля 1957г. – в Бабол Бандпей (Санг Чалское землетрясение), 9 августа 1971г. – в Бабол Кенар, 20 января 1990г. - землетрясение Гадук (Фирузкух).

Определение источника сейсмичности: При анализе риска возникновения землетрясений, необходимо определить все сейсмически нестабильные источники. Процедуры определения сейсмических источников основаны на интерпретации геологических данных (структурные, геологические и геотектонические).

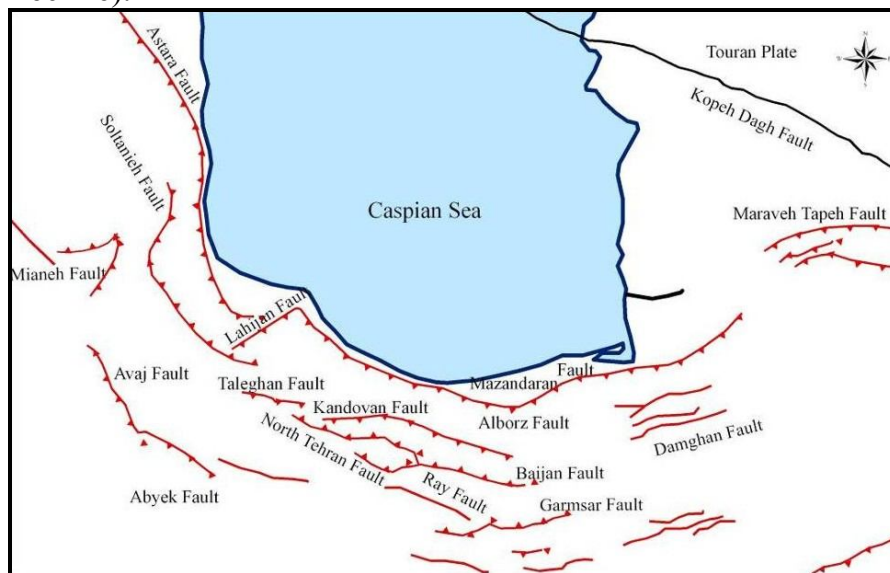


Рис. 4 Карта активных разломов в зоне исследования

В основном, сейсмические очаги делятся на три основных вида:

1. Линейные очаги. Здесь внешние центры землетрясений лежат на линии, то называется линейным очагом землетрясений. Такого рода очаги являются результатом вертикального или почти вертикального разлома, например сдвиговые разломы

2. Точечные очаги. Если внешние центры землетрясений сосредоточены в небольшом районе, то данный очаг называется точечным.

3. Зональные очаги. Если внешние центры землетрясения имеют площадное распространение, то данный очаг называется зональным.

Расположения очагов землетрясений. Очаги землетрясений определяется путем наложения карт исторических землетрясений, геофизических и магнитных полей. Таким образом, при совпадении сейсмических очагов с

главными разломами, в среде ГИС определены три сейсмо- тектонические зоны (рис. 5).

Первая зона ограничена разломами и включает оползни Астары и Лахиджана. **Вторая зона** находится в центральной части южного побережья Каспийского моря, расположена между крутыми берегами порта Энзели, вблизи Нур. **Третья зона** представлена сдвиговыми разломами Мазандарана и Горгана, включает центральную часть провинции Мазандаран и большую часть провинции Голестан. Полигон наших исследований был расположен в третьей зоне.

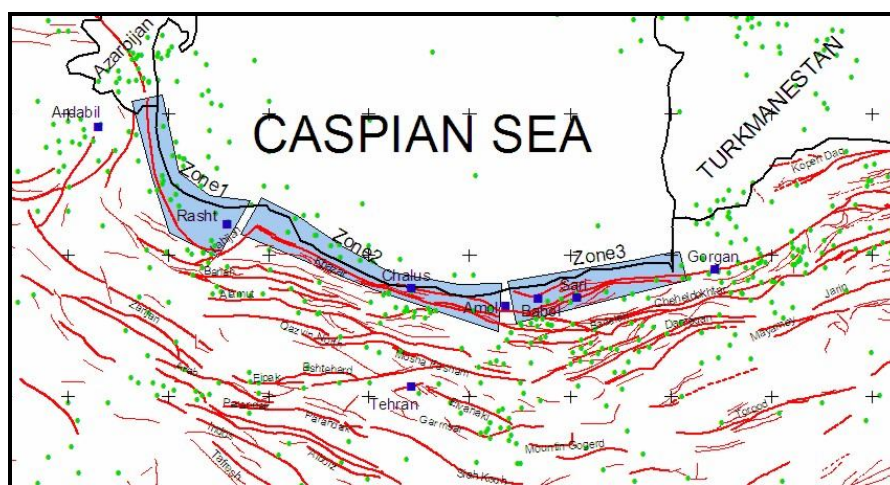


Рис. 5 Карта наложения активных разломов и очагов землетрясений района исследований

В таблице 1 приводится описание нескольких исторических землетрясений по зонам. Полное описание приводится в тексте диссертации.

Таблица 1

Обзор исторических землетрясений по зонам

Ст-ция	год	мес.	день	ч	мин	сек	долг.	шир.	част	Mb	Ms	Mw	ML
Зона 1													
Amb	1709	-	-	-	-	-	37.3	49.6	-	-	-	-	-
Amb	1713	-	-	-	-	-	37.3	49.6	-	-	-	-	-
Amb	1863	12	30	22	-	-	38.2	48.6	-	-	6.1	-	-
Now	1959	5	31	13	1	44	37.67	48.94	-	5	-	-	-
Isc	1965	10	29	15	59	42	37.9	48.7	33	4.6	-	-	-
Neic	1968	6	4	1	44	26	37.45	49.1	50	4.5	-	-	-
Зона 2													
Amb	1485	8	15	18			36.7	50.5	-	-	7.2	-	-
Now	1956	4	12	22	34	10	37.33	50.26	30	5.5	-	-	-
Now	1958	11	2	9	14	35	36.61	51.42	63	4.5	-	-	-
Зона 3													
Amb	1102	-	-	-	-	-	36.3	54.1	-	-	-	-	-
Amb	1127	-	-	-	-	-	36.3	53.6	-	-	-	-	-
Amb	1678	-	-	-	-	-	36.3	52.6	-	-	-	-	-

Оценка сейсмической опасности в южных берегах Каспийского моря. Для оценки сейсмической опасности в общей системе южной части Каспийского моря использовалась сейсмическая информация с интенсивностью более 5 баллов по Рихтеру. Составлена карта расположения сейсмофокальных точек (землетрясения более 5 баллов по шкале Рихтера) и карта соотношения сейсмофокальных точек и основных активных разломов. На основе вышеприведенных карт составлена карта сейсмической уязвимости района исследований (рис. 6).

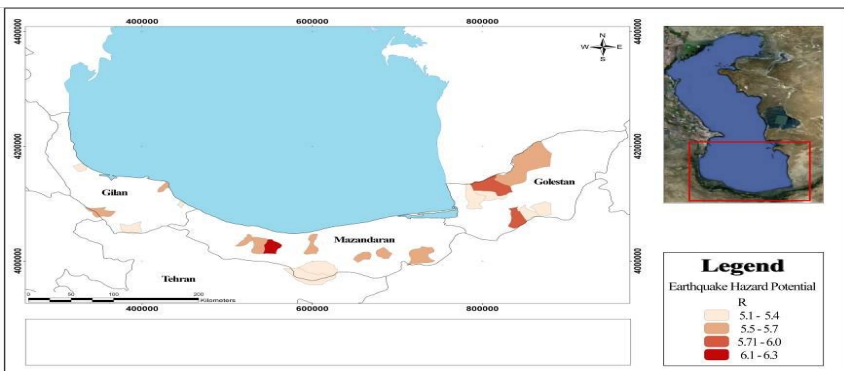


Рис. 6 Карта сейсмической уязвимости района исследований

Определение зоны высокого риска оползневых явлений, связанных с сейсмической опасностью при помощи ГИС в зоне исследований

Нами были выбраны первые два типа по районированию устойчивости склонов от сейсмической опасности. В среде ГИС составлена база данных с помощью ввода качественных и количественных параметров, связанных с вводной картой, проведено взвешивание данных вводных карт для оценки уязвимости территории по баллам, затем проведено наложение отдельных взвешенных карт друг на друга с целью создания карты оползневой опасности от сейсмических рисков. В конце проведено районирование полученных карт по взвешенным баллам.

Геологическая карта: Оценка баллов определяется на основе таблиц, предложенных Хаери (1996). Для составления карт использованы геологические карты масштаба 1:25000. Взвешенные баллы оцениваются на основе литологического состава и подверженности пород эрозии и динамическим воздействиям. В данной модели аргиллиты, пески, ил, известковые мергели, сланцы и другие водопоглощающие грунты представляют собой более высокий риск, по сравнению с прочными скальными породами, такими как известняк. Поэтому, определение баллов для каждой литологической единицы определены на геологических картах и классифицированы на неустойчивые, чувствительные к скольжению зоны.

Карты плотности разломов. Для подготовки данной карты была использована сетка с размерами 2,5 км и рассчитана общая длина разломов на единицу сетки. Затем, на основе полученной карты, проведена оценка плотности в соответствии с таблицей 2.

Карта оценки плотности разломов

Классификация качества	Оценка подгрупп	подгруппы (км/км ²)
Очень низкое	1	<0.11
Низкое	3	0.336-0.112
Среднее	5	0.56-0.34
Высокое	7	0.78-0.56
Очень высокое	9	>0.78

Карты плотности дорог и рек. В данном случае, аналогично подготовки карт разломов, была использована сетка с размерами 2,5 км. Отличие в данном случае состоит в том, что на каждую единицу сетки была рассчитана и добавлена в карту суммарная длина рек и половина длины дорог. Затем, на основе полученной карты, была проведена оценка в соответствии с таблицей 3.

*Таблица 3**Карта оценки плотности дорог и рек*

Классификация качества	Оценка подгрупп	подгруппы (км/км ²)
Очень низкое	1	<0.112
Низкое	3	0.336-0.112
Среднее	5	0.56-0.336
Высокое	7	0.784-0.56
Очень высокое	9	>0.784

Карта средних количеств осадков: Район исследований согласно климатическому районированию Ирана делится на влажную и умеренную климатические зоны Каспийского моря, где максимальное и минимальное количество осадков соответственно 1818.7мм и 610мм. Затем, полученные карты классифицированы и оценены согласно таблице 4.

*Таблица 4**Оценка средних количеств осадков по балам*

Оценка подгрупп	подгруппы (мм)
1	<300
3	300- 700
5	700-1000
7	1000-1200
9	>1200

Карта наклонов. Существующая карта была классифицирована и оценена по 5 категориям согласно таблице 5.

Таблица 5

Карта оценки оползней

Подгруппы по баллам	Подгруппы
<5	<i>Профильтровано</i>
5-15	2
16-35	4
36-45	6
>45	8

Карта азимута наклонов. Существующие карты были взвешены согласно таблице 6

Таблица 6

Карта оценки направления оползней

Баллы подгрупп	Падение	Азимут
8	<i>Север</i>	315-45
6	<i>Восток</i>	45-135
4	<i>Юг</i>	135-225
2	<i>Запад</i>	225-315
<i>Профильтровано</i>	<i>Плоский</i>	

Итоговая карта вероятности образования оползней. После составления карт по описанному методу, была составлена карта риска оползней путем оценки баллов согласно таблице 7 и формуле 1. Как видно из таблицы 8 в районах с наклоном менее 5 градусов риск возникновения оползней минимален, независимо от показателей LPI (формула 1).

Учитывая, что более 95% поверхности исследуемой зоны имеет наклон менее 5 градусов, при районировании выделены зоны с углом наклона более 5 градусов.

Таблица 7

Оценка слоев карт по баллам

Название слоя	Баллы	Тип коэффициента
Геологическая карта	8	
Карта наклонов	6	
Карта разломов	4	коэффициент
Карта осадков	2	чувствительности
Карта граней уклонов	5	
Карта дорог и рек	3	
Карта опасности землетрясений	2	коэффициент симуляции

Таблица 8

Картография различных классов риска в зоне исследования

Классификация наклона	Значение LPI	Эквивалент риска
Зоны с наклоном менее 5 градусов	Все значения	Очень низкий
Зоны с наклоном более 5 градусов	2.5-4	Низкий
	4-6	Средний
	6-8	Высокий
	8-9.4	Очень высокий

$$LPI = \frac{\sum_{i=1}^7 (W_i \times R_i)}{\sum_{i=1}^7 W_i} \quad (1)$$

Согласно таблице 9 более 65% площади региона относится к зоне низкого риска и лишь 0.2% - к зоне высокого риска (табл. 9).

Таблица 9

Районирование риска возникновения оползней

Сумма картирования (%)	Количество пикселей	Риск оползней
65.47	1649441	Низкий
34.33	865023	Средний
0.20	5092	Высокий
100	2519556	Суммарно

В результате ГИС анализа получена карта районирования риска оползневых процессов (рис. 7)

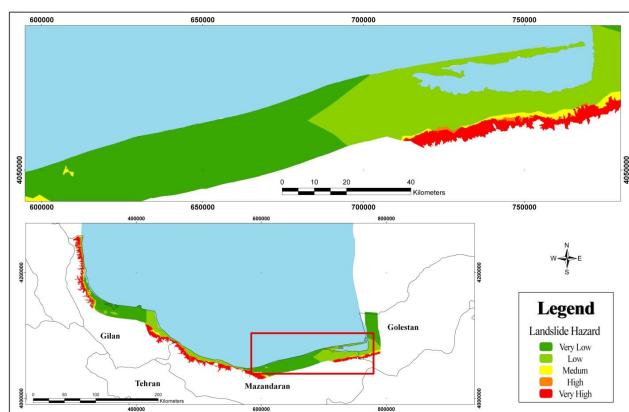


Рис. 7 Карта районирования риска оползневых процессов

Определение зон высокого риска, связанного с сейсмической опасностью (разжижение) в формате ГИС в зоне исследования

Проведено районирование опасности разжижения с помощью ГИС анализа по картам масштаба 1:25000, включая топографическую основу, геологическую карту, карту плотности разломов, карту плотности рек и дорог, карту средних

количеств осадков, карту активных разломов и сейсмического потенциала, карту уровня грунтовых вод. Путем взвешивания отдельных слоев была создана окончательная карта (по методу Хичкока). Таким образом, путем накладывания различных слоев, были определены наиболее чувствительные к разжижению зоны (рис.8).

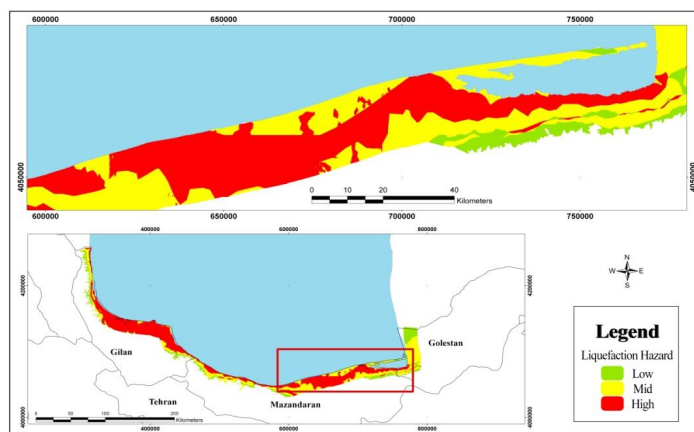


Рис. 8 Районирование района исследований по потенциалу риска разжижения грунтов

В четвертой главе приведены результаты полевых и лабораторных исследований, по которым проведено районирование геотехнической опасности южных прибрежных районов Каспийского моря.

Оценка характеристик физико-механических свойств грунтов в пляжной зоне

Путем отбора проб с 8 береговых станций от Гомишан до Астара (Торкман порт, Амирабад, Ларим, Сорхруд, Наштаруд, Энзели, Талеш, Астара) были исследованы инженерно-геологические характеристики прибрежных грунтов. На месте испытаний были выполнены геотехнические анализы, такие как определение естественной плотности и процентного соотношения песков и глины. Остальные анализы были проведены на отобранных образцах в лабораторных условиях. Данные анализы включают определение пределов пластичности, процентное содержание песка в грунте, гранулометрический состав, определение коэффициента однородности (C_u), коэффициент кривизны (C_c), типа грунта, коэффициент пористости (e) и пористости (n), влажности (W), плотности скелета и частиц. Во многих образцах грунт песчаный и относится к категории S_p или к плохо отсортированным грунтам. При $P_1=0$ следует, что в данном районе риск возникновения разжижения грунтов высокий (табл. 10).

Прибрежная зона Торкман Порт – Гомишан. Это прибрежная зона состоит из мелкозернистого осадочного вещества образованного из серой глины, а также из органических веществ, образованных в результате разложения растений и мягких оболочек морских животных. В отдельных случаях, помимо этих отложений, песчаные грунты, состоят из ископаемых скелетов морских животных. Неустойчивость песков объясняется смесью ископаемых остатков с континентальными продуктами выветривания. Топографические склоны данной области чрезвычайно мягкие, что считается одной из основных причин возникновения мелкозернистых отложений в этой области. Значение процентного содержания песка данной прибрежной зоны составляет 79%.

Пределы пластичности данной области составляют: $LL = 31,68\%$ и $PL = 15\%$

Прибрежная зона Амир-Абад. В этой зоне осадочные отложения обладают значительной плотностью и прочностью. Уменьшение пористости и увеличение карбоната кальция приводит к цементации грунтов и повышению прочности. Песчаный грунт в данной зоне является чистым, мелкозернистым, с нормальной уплотненностью.

Прибрежная зона Ларим. С точки зрения грунтоведения, отложения Ларима представлены мелкозернистым песком и относятся к категории Sp. В этой области, отложения имеют низкую плотность. Воздействие речных гидравлических и морских гидродинамических сил приводит к увеличению порового давления и уменьшению прочности грунтов. Иногда увеличение веса вертикального давления на отложения является причиной разжижения песка; что было вполне ощутимо во время отбора проб.

Прибрежная зона Сорхруд. Текстура отложений в Сорхруде представлена крупнозернистыми песками категории Sp. В этой части побережья, удельный вес отложений очень высок из-за наличия тяжелых минералов.

Прибрежная зона Наштаруд. В этом районе Каспийского моря распространены плохо отсортированные пески.

Прибрежная зона Энзели. По геотехнической классификации, отложения данной области относятся к типу неотсортированных песков. Потенциал разжижения по отношению к динамическим воздействиям высока, гранулометрический анализ грунтов показал, что содержание песка 97,1%.

Прибрежная зона Талеш. Прибрежные отложения береговой части Талеша представлены крупнозернистыми, плохоотсортированными песками. Значительное содержание тяжелых минералов в грунтах способствует повышению объемного веса и силы внутреннего трения.

Прибрежная зона Астара. Отложения представлены крупнозернистыми, хорошо отсортированными песками, тип грунта SW. Содержание органических примесей увеличивает сцепление отложений.

Таблица 10

Геотехнические параметры грунтов берегов Каспийского моря

Место отбора проб	Пористость, n	Плотн. частиц, ρ_s	Содерж. песка, %	W_p %	W_L %	W , %	Коеф. неодн.	Тип грунта
Гомишан	0.45	2.57	80.4	15	31	32.5	2.05	Sp
Амирабад	0.36	2.52	100	0	0	22.6	1.35	Sp
Ларим	0.34	2.61	100	0	0	19.6	1.94	Sp
Сорхруд	0.4	2.62	98.4	0	0	26.2	1.94	Sp
Наштаруд	0.21	2.55	93.1	0	0	11.2	1.64	Sp
Анзали	0.45	2.54	97.1	0	0	32.4	1.43	Sp
Талеш	0.35	2.34	100	0	0	23.3	1.5	Sp
Астара	0.42	2.52	97.2	0	0	29.3	10.9	Sw

Оценка геотехнических свойств грунтов донных отложений

Геотехнические свойства донных отложений южного берега Каспийского моря в зависимости от состава, структуры зерен и текстурных характеристик различны в различных частях исследуемого района. Геотехнические свойства грунтов морского дна также зависят от рельефа морского дна и от преобладающего гидродинамического режима в данной области. На основании проведенных измерений, известно, что в соответствии с доминирующим режимом волн и прибрежных потоков (на глубине от 2,5 до 5 метров) в центральном и западном побережьях Мазандарана и центрального Гилана, интенсивность стрессового воздействия волн на грунт морского дна очень высока в зонах разломов. Следовательно, отложения в данных регионах обладают значительной геотехнической уязвимостью, а сила коэффициента консолидации осадков в этих глубинах очень маленькая. Такая ситуация наблюдается на восточном побережье Мазандарана и западном побережье Гилана, как уязвимых регионах, а также на глубинах от 1 до 2,5 метров на берегах Мианкале, Талеш и Астра. Однако, с глубины 5-10м, увеличивается прочность осадочных пород настолько, что отбор образцов с морского дна серьезно затрудняется. Обычно мелкозернистые пески пропитаны карбонатным цементом и в местах, находящихся вдали от воздействий волн они достаточно прочны. Результаты лабораторных исследований грунтов, отобранных в Лариме представлены в таблице 11.

Таблица 11

Геотехнические показатели грунтов морского дна, отобранных в Ларим

№	Гл. отбора, м	L_L	P_L	P_I	ρ , г/см ³	ρ_d г/см ³	W, %	ρ_s
1.	0	-	-	< 4	1.53	1.34	14	2.64
2.	1	-	-	< 4	1.59	1.27	25	2.63
3.	2.5	-	-	< 4	1.84	1.49	24	2.62
4.	5	-	-	< 4	1.57	1.23	27	2.62
5.	7	-	-	< 4	1.45	1.05	38	2.66
6.	10	-	-	< 4	1.77	1.40	27	2.62
7.	15	-	-	< 4	1.69	1.20	40	2.63
8.	20	38	29	9	1.48	1.02	44	2.67

В пятой главе рассмотрены вопросы полевых исследований разжижения грунтов по различным вышеприведенным методам на полигоне исследований в Али-Абаде, а также сравнение полученных результатов друг с другом.

Оценка опасности разжижения по методу стандартной пенетрации SPT на полигоне Али-Абада

Нами были использованы три типа определения опасности разжижения на полигоне исследований. Пробурены 5 скважин до глубины 40м колонковым способом с отбором керна, производилось стратиграфическое описание современных отложений, а также отложений четвертичного периода прибрежной зоны Амир-Абада и западной окраины Мианкале (к западу от исследуемого района). На месте производились:

- определение литологического состава, уровня грунтовых вод и SPT-тесты;
- определение геотехнических свойств отложений в полевых условиях;
- отбор проб для определения физическо-механических свойств грунтов оценка вероятности возникновения явления разжижения с использованием SPT-N метода анализа (табл. 12).

Результаты геотехнических свойств отложений в полигоне исследований

Оценка проводилась на основании данных полученных в ходе полевых исследований, а также при лабораторных исследованиях. На основе единой классификации грунтов, грунты делятся на следующие типы: SM, SC, SP-SM, GP, GP-GM, ML, CL. Глубина уровня грунтовых вод во время исследований колебалась в интервале 0,8 - 1,6 метров.

Результаты по оценке коэффициента разжижения с использованием SPT-N метода

Расчет потенциала опасности разжижения в зоне исследований осуществлялся в соответствии с разными методами: Сида и Идриси (1971), Токиматсу и Йошими (1983) и NJRA (1996), (Мушунг Чанг 2011), а также с помощью программного обеспечения. Было показано, что при коэффициенте разжижения $F_s < 1$ имеет место разжижение (таблица 12).

Таблица 12

Результаты определения потенциала опасности разжижения для скважины №1

№ скв.	Глубина	Коэффициент сопротивления разжижению					Средний
		USGS	Сиид (2001)	T-Y (1983)	NJRA (1996)	Software Liquefy	
ВН-1	2.0	GP-GM	—	—	—	—	—
ВН-1	4.0	SP	2.01	1.85	1.97	2.24	2.02
ВН-1	6.0	SM	1.79	1.78	1.78	1.94	1.82
ВН-1	7.5	SM	1.47	1.17	1.83	0.83	1.33
ВН-1	9.8	SM	1.86	1.80	1.89	0.99	1.64
ВН-1	11.8	SM	0.66	0.61	0.84	0.48	0.65
ВН-1	13.5	SM	0.42	0.52	0.47	0.37	0.44
ВН-1	15.5	SM	0.94	0.77	1.31	0.69	0.98
ВН-1	17.5	SM	1.39	1.06	1.75	0.95	1.29
ВН-1	19.5	SM	2.34	2.02	2.25	2.40	2.25
ВН-1	22.0	SM	1.53	1.33	2.43	1.34	1.66

В главе 6 приводятся результаты оценки влияния техногенных факторов колебаний уровня моря на устойчивость грунтов зоны исследований.

На изменение прибрежной линии Каспийского моря в районе исследований оказывают влияние повышение уровня воды, процессы абразии и седиментации. На изменение инженерно-геологических свойств грунтов влияют также техногенные факторы. Мы разделили прибрежные районы на западную, центральную и восточную части и оценили геотехнические параметры прибрежные показатели до и после техногенной нагрузки. В западной части,

расположенной рядом в районе реки Тескаруд выявлены лишь изменения прибрежных линий, а на западе - проявляются динамика активной седиментации с образованием пляжа.

Однако, в центральной части, расположенной между указанной рекой и побережьем Амир Абад, волновые процессы действуют вдоль поперек. В данной области береговая линия достигла песчаных дюн и полностью уничтожила береговую линию.. Но в восточной части Амирабада процесс абразии постепенно уменьшается, исчезая в западной части Мианкале. Таким образом, центральная часть исследуемой территории была оценена как наиболее нестабильная часть побережья (рис. 9).

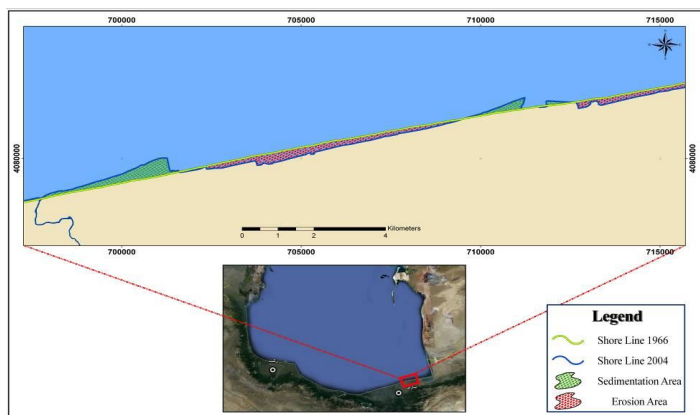


Рис. 9 Изменение береговой линии у электростанции Нека за 1966-2004г.г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Южный берег Каспийского моря подвержен абразивным процессам, оползневым явлениям и разжижению грунтов. Через район исследований проходят активные тектонические разломы. Происходит постоянное изменение береговой линии из-за частых изменений морского уровня, а штормовые волны приводят к оседанию, оползанию и разрушению прибрежных песчаных грунтов. Поэтому оценка и прогноз экзогенных геологических процессов приобретает первостепенное значение. Результаты многолетних исследований автора на территории южного побережья Каспийского моря, наряду с использованием материалов предыдущих работ, позволили научно обосновать следующие основные выводы:

1. Быстрые колебания уровня Каспийского моря являются фактором нестабильности, приводящим к абразии прибрежных зон. Учитывая высокую сейсмическую опасность, в связи с наличием активных разломов, должна учитываться вероятность возникновения геотехнической нестабильности в виде разжижения, оползней, разрушения и перемещения земляных масс и, наконец, оседания грунтов.
2. Деятельность человека (строительство инженерных сооружений на береговой линии и в море) приводит к повышению техногенной нагрузки и уязвимости исследуемой зоны. Повышенное колебание волн в зоне пологих склонов за

счет вышеупомянутых факторов вместе с гидродинамическими силами приводит к абразии берегов и последующему вымыванию.

3. Наиболее важными факторами, влияющими на геотехническую уязвимость территории исследований, являются наличие песчаных грунтов и техногенное воздействие, приводящие к разжижению песка, оседанию почвы, абразии, разрушению и отступлению побережья.
4. Отсутствие контроля за строительством в прибрежных зонах и его интенсификация в ближайшие годы может привести к потере значительной части прибрежных грунтов и ухудшению их свойств, на восстановление которых потребуются огромные средства.
5. Южное побережье Каспийского моря находится под постоянным влиянием процессов обусловленной, как сейсмической активностью, разрушением пород. Неблагоприятным фактором являются также крутые склоны морского дна у береговой линии, которыми обусловлены процессы разжижения песков, оползневых явлений, абразии.
6. Нецелевое управление землепользованием, проектирование и строительство в частном секторе привело к геотехнической нестабильности прибрежной зоны.
7. Сопоставления двух важных факторов, а именно - потенциала опасности (локальное воздействие) и потенциала мобильности вследствие землетрясений показали, что первый фактор имеет первостепенное значение (фактор чувствительности), а фактор мобильности - второстепенное значение (стимулирующий фактор) при оценке геотехнической уязвимости.
8. Прибрежная зона Каспийского моря из-за пологого рельефа является чувствительной к быстрым колебаниям уровня море. Техногенная деятельность приводит к усилению абразивных процессов в некоторых районах. Поэтому, выявление интенсивности геотехнической уязвимости в прибрежных грунтах является важной задачей для оптимального управления землепользованием.

Рекомендации

1. Для предотвращения чрезвычайных ситуаций необходимо строительство крупных береговых защитных сооружений.
2. Требуется соблюдение экологических стандартов для защиты прибрежных зон и водных ресурсов.

3. Обеспечение рационального использования земель, проектирование и строительство отдельных зданий должны рассматриваться как составные части городского планирования и проектирования зданий.

4. Для предотвращения разрушения и абразии прибрежных зон рекомендуется применение простых инженерных методов, таких как укрепление берегов путем накопления песка, посадкой прибрежных растений на пляже и в тыльной части, создание искусственных песчаных бугров.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. **Barimani H.** //Morphodynamic and morphologic classification of the southern coast of the Caspian sea/ Problems of sustained social-economic development of the Republic of Armenia, Collected articles 4(12), 2011, p. 294-301 Collected articles 4(12), 2011, p. 294-301

2. **Barimani H., Khoshravan H.** // Caspian Sea southern coasts seismic vulnerability/ The 21st International offshore and polar engineering conference (ISOPE-2011). USA, 2011, p. 660-664

3. **Barimani H., Hayroyan S., Khoshravan H.** //Rapid sea level changing and seismic hazard impact on the Caspian Sea beach geotechnical vulnerability/ 7th Plenary Meeting and Field trip, (INQUA 501), Mechnikov National University, Odessa, Ukraine, August 21 – 28, 2011, p. 8.

4. **Айроян С. Г., Хошраван Х., Баримани Х. Г.** // Оценка влияния землетрясений на устойчивость южного берега каспийского моря/ Ученые записки ЕГУ, 3, 2010, с. 25-29.

5. **Khoshravan H., Barimani H., Roohanizadeh S., Nakhjiri S.** // Coastal modification impacts on Caspian rapid sea level changing/ 9th International Conference on the Mediterranean coastal environment, Sochi, Russia, 2009, p. 825-834.

6. **Khoshravan H., Barimani H.** // Caspian sea geotechnical instability hazard assessment using GIS/ 5th Plenary Meeting and Field Trip IGCP 521-INQUA 0501, Turkey, 2009, p. 98.

7. **Khoshravan H., Barimani H.** // Seismic vulnerability, Caspian Sea southern coast/ Quaternary International, vol. 261, 2012, p. 9-13.

Համեդ Բարիմանի

ԿԱՍՊԻՑ ԾՈՎԻ ՀԱՐԱՎԱՅԻՆ ԱՓԵՐԻ ԳԵՈՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ԽՈՑԵԼԻՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ

Ամփոփում

Կասպից ծովի հարավային տարածաշրջանում սեյսմիկ վտանգի պոտենցիալը ինչպես նաև վտանգավոր էկզոգեն երկրաբանական երևույթների առաջացման հավանականությունը շատ բարձր են: Սեյսմիկ պայմաններում նշված տարածքի գեոտեխնիկական խոցելիության հարցը հանդիսանում է Իրանի Իսլամական Հանրապետության ճարտարագիտական երկրաբանության կարևորագույն հիմնահարցերից մեկը:

Տարածքում տարբեր ժամանակներում ավերիչ երկրաշարժերի արդյունքում առաջացել են խոշոր սողանքներ, ջրահագեցած թերխիտ ավազային գրունտների տարածման շրջաններում ջրիկացման երևույթներ, նստումնային երևույթներ ընդգրկելով ինչպես բնակելի այնպես էլ ոչ բնակելի տարածքներ:

Կասպից ծովի ավազանը շրջափակված է ակտիվ խզվածքներով, որոնց հետ են կապված երկրաշարժի օջախները: Սեյսմիկ գեոտեխնիկական վտանգ ասելով հասկանում ենք ինժեներա-երկրաբանական պրոցեսներ, որոնք առաջանում են երկրաշարժի արդյունքում: Դրանք են սողանքային երևույթները և ջրիկացման երևույթները:

Հիմք ընդունելով Կասպից ծովի հարավային մասերում բազմակողմանի ուսումնասիրությունների արդյունքները, ինչպես նաև ներկայումս կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքները աշխատանքում իրականացվել է գեոտեխնիկական վտանգի սեյսմիկ շրջանացում երեք փուլով: Ըստ մորֆոլոգիական ցուցանիշների շրջանը բաժանվել է հինգ գոտիների՝ Գուլիստանի, կենտրոնական և արևմտյան Մազանդարանի, կենտրոնական և արևմտյան Գիլանի գոտիների:

Հետազոտության մեթոդները հիմնված են ափամերձ գրունտների խոցելիության աստիճանի կոմպլեքս գնահատման վրա, որտեղ հաշվի է առնվում ծովի մակարդակի տատանումները, դրա հետևանքով առաջ եկած հիդրոդինամիկ ուժերը, երկրաշարժերի հավանականությունը, էկզոգեն պրոցեսները և տեխնոժին գործոնները: Դրան համապատասխան հետազոտությունները իրականացվել են հետևյալ մեթոդներով՝ 1)տվյալների համակարգչային վերծանում, 2)դաշտային

հետազոտություններ, 3) ուսումնասիրվող փորձադաշտում գրունտների գետտեխնիկական փորձարկումներ, 4) ծովի մակարդակի կտրուկ տատանումներից ափային գծի տեղաշարժման վտանգի գնահատում:

Ափամերձ գոտում գտնվող Ալի- Աբադ փորձադաշտում (պոլիգոն) իրականացվել է ջրիկացման վտանգի պոտենցիալի գնահատում տարբեր մեթոդներով՝ Սիդի և Տոկամատսու-Յոշիմինի և ճապոնական ճանապարհերի ասոցիացիայի մեթոդներով:

Ղաշտային պենետրացիոն փորձարկումներով ցույց է տրվել, որ երբ ջրիկացման գործակիցը՝ $F_s < 1$, տեղ ունի ջրիկացումը: Փորձարկումների արդյունքում հանգել ենք այն եզրակացության, որ պոտենցիալ ջրիկացման գնահատման համար նշված տարբեր մեթոդները տալիս են իրար շատ մոտ արդյունքներ, հետևաբար կարելի է օգտագործել վերևում նշված մեթոդներից ցանկացածը:

Ուսումնասիրությունների արդյունքում հանգել ենք այն եզրակացության որ առավել կարևորագույն գործոնները որոնք ազդում են գետտեխնիկական խոցելիության վրա, հանդիսանում են ջրահագեցված, թերխիտ ավազային գրունտները և տեխնածին ազդեցությունները:

Ափամերձ գոտիներում շինարարության հսկողության բացակայությունը և ինտեսիվ կառուցապատումը մոտակա տարիներին կարող են բերել ափամերձ գոտու գրունտների կորստի և նրանց հատկությունների վատթարացման, որի վերականգման համար կպահանջվի հսկայական ծախսեր:

Կասպից ծովի հարավային ափերի ցածր կայունության համար բացի սեյսմիկ ակտիվությունից, որպես ոչ նպաստավոր գործոն է հանդիսանում նաև ծովի ափամերձ գոտու մեծ թեքությունը, որի հետ են կապված ավազների ջրիկացման պրոցեսները, սողանքային երևույթները, աբրազիան:

Գետտեխնիկական խոցելիության գնահատման մեջ ուսումնասիրվել են երկու հիմնական գործոններ՝ վտանգի պոտենցիալ (տեղային ազդեցություն) և երկրաշարժի հետևանքով մոբիլ պոտենցիալ, որոնցից առաջին գործոնը ունի առաջնակարգ նշանակություն, իսկ մոբիլության գործոնը երկրորդական նշանակություն:

**BEACH GEOTECHNICAL HAZARD VULNERABILITY ASSESSMENT IN
THE SOUTHERN COASTS OF THE CASPIAN SEA**

Abstract

The potential of seismic hazards is very high in the southern regions of the Caspian Sea. And probability for development of hazardous exogenic geological processes is very high in this region.

Geotechnical vulnerability of the region in the seismic realm is one of the main problems of engineering geologists in Iran Islamic Republic.

Because of destructive earthquakes at various times, many vast landslides were developed, as well as liquefaction processes were generated in the territories of saturated noncompacted sands, and as a result subsidence of rocks was developed involving the populated and non-populated areas.

The Caspian Basin is surrounded by the active faults that are related to the main epicenters of earthquakes. Geotechnical hazards are activation of engineering geological processes in the result of earthquakes. Those are the generation of landslides and liquefaction processes.

Based on the previous versatile investigations and on the data obtained by author in the southern coasts of the Caspian Sea, the seismic zoning of geotechnical hazards was conducted by three phases. Based on morphological units the study area was divided into five zones that are Golestan, Central and Western Mazandaran and Central and Western Gilan.

Investigation methods were based on comprehensive vulnerability assessment of coastal soils, where following factors were considered: fluctuations of the sea level, hydrodynamic forces generated due to sea level fluctuations, probability of earthquakes, exogenic and technogenic processes. According to this, following methods have been applied: 1. data processing by software, 2. field investigations, 3. geotechnical tests in the area of case study, 4. evaluation of coastline movement hazard due to the rapid sea level fluctuations.

Ali Abad region is situated in the southern coast of the Caspian sea and

served as a area of case study, where various field tests to evaluate liquefaction hazard potential of soils were conducted. Three methods have been applied: Seed's method, Tokimatsu and Yoshimi's method and a new version of Japan Road Association.

According to field penetration tests on soils it was found when liquefaction factor $F_s < 1$, liquefaction processes are happen. Based on the results of field investigations of soils liquefactions we have concluded that the results of various mentioned methods are proximal and any of methods can be applied.

According to investigations, we have concluded that the most hazardous factors that affect the geotechnical vulnerability of coastal areas are saturated low compacted sandy soils and technogenic impacts.

Lack of control over the constructed applications in the coastal areas and development of them in the coming years lead to the loss of a large part of the coastal soils and consistent features inside it, compensation and reconditioning to previous state will require enormous expenses.

Steep slopes of beaches are also vulnerability hazards for the southern coasts of the Caspian Sea that lead to the liquefaction of sands, generation of landslides and abrasion processes.

Two main factors have been investigated during evaluation of geotechnical vulnerability of soils, that are hazard potential (local impact) and seismic mobile potential, out of which the first one is more important than mobile impact factor.

