

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени К.И.САТПАЕВА»



Институт геологии и нефтегазового дела им. К. Турысова
Кафедра «Геофизика и сейсмология»

GRH1662 – «Введение в сейсмологию»
6B07201 – «Нефтегазовая и рудная геофизика»

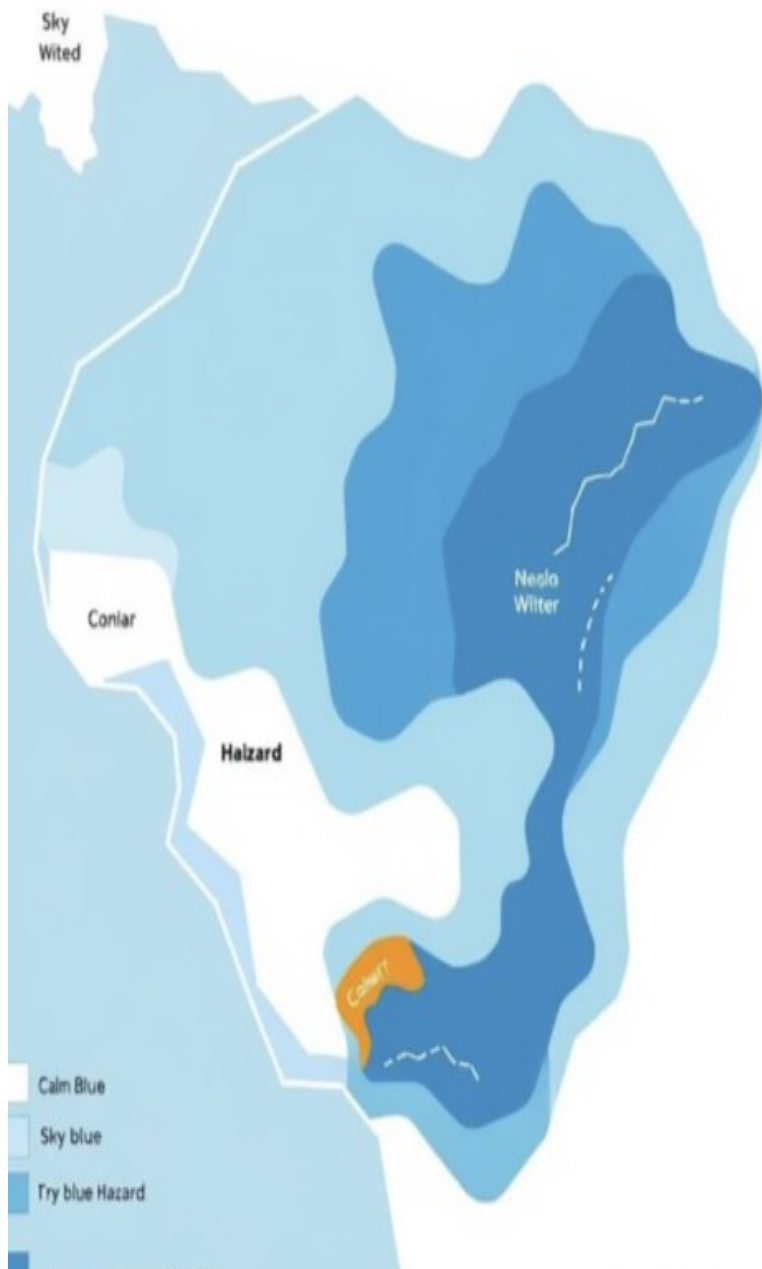
Лекция– 13

На тему «Основы сейсмического районирования. Геологические и геофизические критерии сейсмичности»

Преподаватель: *Ратов Боранбай Товбасарович* – доктор технических наук,
профессор

eiam 社会 Zoning

The seismic zonation, colors zoning flaste



Что такое сейсмическое районирование?

Сейсмическое районирование представляет собой систематический процесс выделения и классификации территории по уровню сейсмической опасности. Это фундаментальный инструмент для оценки риска землетрясения и прогнозирования потенциального воздействия сейсмических событий на человеческую жизнь и инженерные сооружения.

Выделение зон опасности

Классификация территории по интенсивности возможных землетрясений и частоте их возникновения

Проектирование зданий

Основа для разработки норм и требований при строительстве в сейсмически активных регионах

Нормативное регулирование

Регламентируется СНиП II-7-81* и современным СП 14.13330.2018



Геологические критерии сейсмичности

Геологические критерии составляют основу сейсмического районирования, отражая долгосрочную историю тектонических процессов на интересующей территории. Эти критерии позволяют понять структуру земной коры и предсказать возможные места возникновения землетрясений.



Активные разломы и тектонические зоны

Разломы представляют собой линии нарушения в земной коре, где происходит накопление и высвобождение тектонической энергии. Активные разломы – это те, где зафиксирована сейсмическая активность в голоцене (последние 10 000 лет). Изучение их ориентации, длины и типа смещения (нормальное, сдвиговое или взбросовое) критически важно для оценки сейсмического потенциала.



Исторические и палеосейсмические данные

Анализ письменных источников о прошлых землетрясениях, их магнитудах и последствиях. Палеосейсмологические исследования позволяют реконструировать события, происходившие за сотни тысяч лет до появления инструментальных наблюдений, через изучение разломов, сдвигов грунта и деформации геологических слоев.



Структура и литология горных пород

Состав, плотность и упругие свойства пород влияют на скорость распространения сейсмических волн и амплитуду колебаний. Мягкие осадочные отложения и рыхлые грунты усиливают сейсмические волны, в то время как плотные кристаллические породы их ослабляют. Это явление называется сейсмическим микрозонированием.

Геофизические критерии сейсмичности

Геофизические методы предоставляют инструментальные данные о текущей и прошлой сейсмической активности, позволяя объективно оценить уровень опасности. Современные сейсмические сети обеспечивают непрерывное мониторингирование подземных толчков и колебаний земной коры.

Инструментальная сейсмометрия

Сеисмостанции регистрируют колебания земной коры с точностью до долей микрометра. Региональные и глобальные сейсмологические сети позволяют определить: гипоцентр (место возникновения) и магнитуду (энергию) землетрясения, тип очага и механизм смещения пород. Даже слабые толчки, не ощущаемые человеком, регистрируются приборами и дают важную информацию о процессах в земной коре.

Микросейсмичность и сейсмический фон

Постоянный фоновый шум и микросейсмы (толчки с магнитудой менее 3) указывают на интенсивность накопления тектонических напряжений. Повышение уровня микросейсмичности часто предшествует крупным землетрясениям, служа ранним предупреждением для специалистов.

Геофизические методы изучения недр

Сеисморазведка использует искусственные импульсы для определения структуры пород на различных глубинах. Магнитометрия выявляет магнитные аномалии, связанные с разломами. Гравиметрия изучает плотностные неоднородности. Эти методы в совокупности создают трёхмерную модель земной коры.

RUSSIA

Seismic Hazard Map



Карта сейсмического районирования России

Сейсмическая карта – основа безопасности

Карта сейсмического районирования Российской Федерации показывает территории, классифицированные по интенсивности возможных землетрясений в условной шкале (от 6 до 9 баллов по шкале MSK-64). Красные и оранжевые области обозначают высокоопасные зоны, жёлтые – среднеопасные, зелёные – низкоопасные.

Наиболее сейсмически активные регионы России включают Камчатку, Кавказ, Приморье и Байкальский регион, где происходит интенсивное взаимодействие литосферных плит. Эти области требуют обязательного применения сейсмоустойчивого проектирования при возведении любых капитальных сооружений. Карты регулярно обновляются на основе новых геологических и геофизических данных.

Международные стандарты и российские нормы

Международные стандарты

ISO 3010-2017 устанавливает основы проектирования конструкции с учётом сейсмических воздействий. Стандарт определяет методологию оценки сейсмической опасности, расчётные параметры землетрясения и требования к надёжности сооружений. Этот документ признан во многих странах мира и служит основой для развития национальных норм.

Значение соблюдения норм

Инженеры, игнорирующие сейсмические нормы, рискуют безопасностью жизни людей и материальными потерями. История содержит примеры катастрофических землетрясений (Турция 1999 г., Непал 2015 г., Турция 2023 г.), где слабое соблюдение норм привело к гибели десятков тысяч человек. Напротив, здания, спроектированные согласно нормам, часто остаются невредимы даже при сильных толчках.

Российские нормативные документы

СНиП II-7-81* – классический документ советской эпохи. **СП 14.13330.2018** – актуальная версия актуализированных норм, содержащая детальные требования к проектированию, включая расчётные методы, конструктивные решения и материалы. Российские нормы гармонизированы с международными стандартами, но учитывают специфику сейсмических условий на территории страны.

Сейсмическое районирование Камчатки: практический пример

Камчатка является одним из самых сейсмически активных регионов мира и отличным примером для изучения комплексного применения геологических и геофизических критериев.

01

Геологические особенности

Камчатка расположена на стыке Евразийской и Североамериканской плит, что объясняет наличие более 30 активных вулканов и множества сейсмоопасных разломов. Палеосейсмологические исследования показывают, что здесь происходят землетрясения магнитудой 7-8 примерно раз в 100-200 лет.

02

Геофизические исследования

Региональная сейсмическая сеть фиксирует тысячи толчков ежегодно, позволяя построить детальную карту сейсмоопасных зон. Максимальная концентрация очагов находится на глубинах 30-150 км, в зоне субдукции Камчатского желоба.

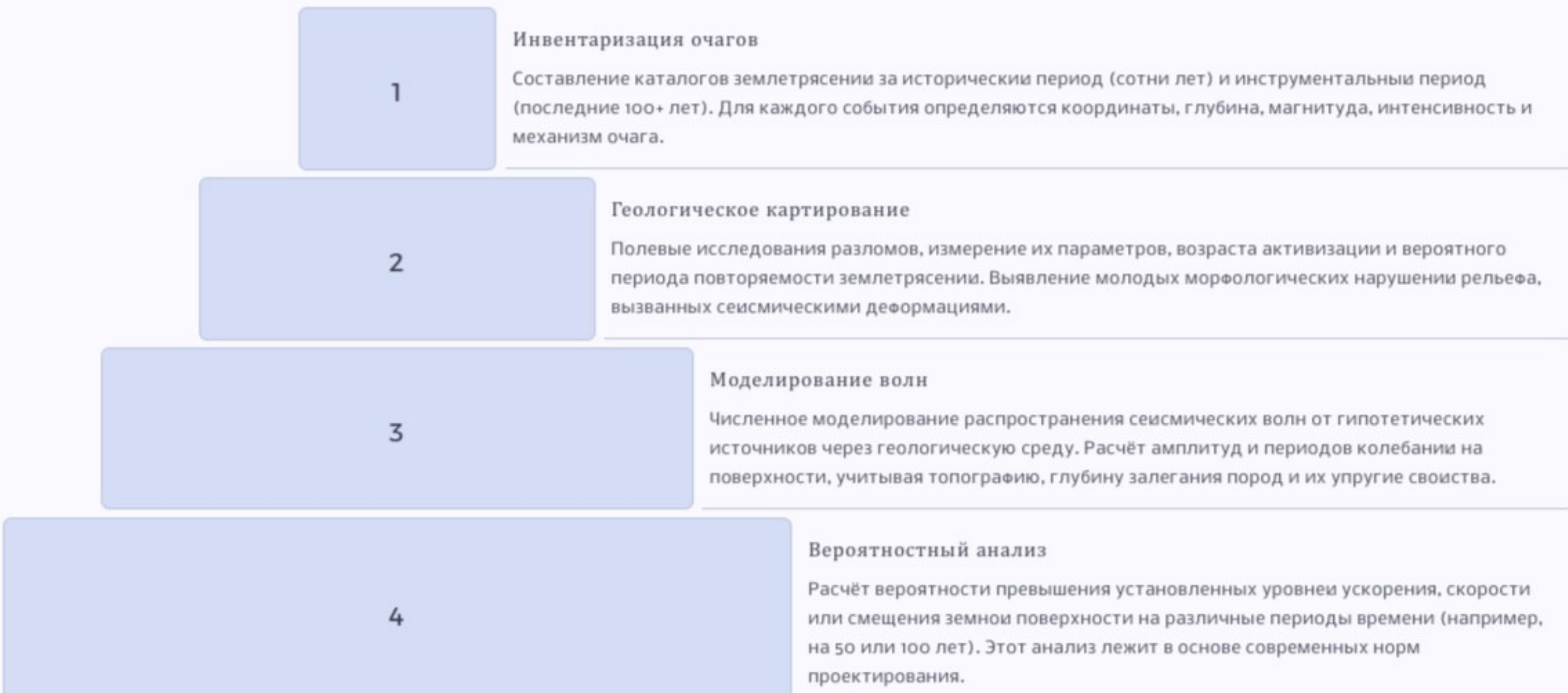
03

Практическое применение

На основе этих данных в Петропавловске-Камчатском и других поселениях строятся только сейсмоустойчивые здания. Используются базовые изоляторы, амортизирующие фундаменты и гибкие конструктивные системы. Жилые дома высотой более 5 этажей обязаны иметь противознергетические системы защиты.

Методы оценки сейсмичности территории

Современная оценка сейсмичности использует комплексный многоуровневый подход, объединяющий различные методики и источники данных для получения наиболее полной картины сейсмического риска.



Влияние геологических и геофизических факторов на проектирование

Геологические и геофизические параметры территории критически влияют на выбор конструктивных решений, материалов и технологии строительства. Игнорирование этих факторов приводит к катастрофическим последствиям.

1

Выбор типа фундамента

На мягких и рыхлых грунтах сейсмические волны усиливаются, поэтому необходимо глубокое заложение фундамента или использование свайных оснований до плотных слоёв. На скальных грунтах допускаются более простые решения. Подземные воды ослабляют несущую способность, требуя дренажа или других защитных мер.

2

Конструктивные системы

В высокоопасных зонах применяют гибкие, ductile-конструкции, способные поглощать энергию землетрясения без разрушения. Используются рамные и трубчатые системы с соответствующим армированием. Жёсткие конструкции (кирпичные стены без усиления) в сейсмических районах недопустимы.

3

Ошибки и их последствия

Землетрясение в Лахоре (1935 г.) разрушило здания из необожженного кирпича, унеся 40 000 жизней. Землетрясение в Гаити (2010 г.) показало, что плохо спроектированные железобетонные конструкции так же уязвимы, как и традиционные. Напротив, правильно спроектированные здания в Чили (2010 г.) практически не пострадали при землетрясении величиной 8.8 балла.

Заключение: значение сейсмического районирования

Безопасность населения

Сейсмическое районирование – это инструмент спасения жизни. Правильная оценка опасности и соответствующее проектирование предотвращают коллапс зданий и массовые жертвы при землетрясениях.

Устойчивость инфраструктуры

От эффективного районирования зависит не только безопасность жилых зданий, но и функциональность критической инфраструктуры: больниц, станции водоснабжения, линии электропередачи, мостов и дорог.

Экономическая эффективность

Инвестиции в сейсмическую безопасность окупаются благодаря предотвращению катастрофических потерь. Стоимость адекватного проектирования составляет 2 - 5% от стоимости конструкции, тогда как восстановление после землетрясения обходится в миллиарды.

Комплексный подход к безопасности

Эффективное сейсмическое районирование требует интеграции геологических, геофизических и инженерных знаний. Необходимо постоянное обновление картографических материалов на основе новых данных, применение современных методов численного моделирования и строгое соблюдение норм при проектировании. Только такой комплексный подход обеспечивает надёжную защиту жизни и имущества в сейсмически активных регионах.

Инвестиции в сейсмическую безопасность – это инвестиции в будущее, защита жизни и стабильность развития территории.