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

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ SATBAYEV UNIVERSITY

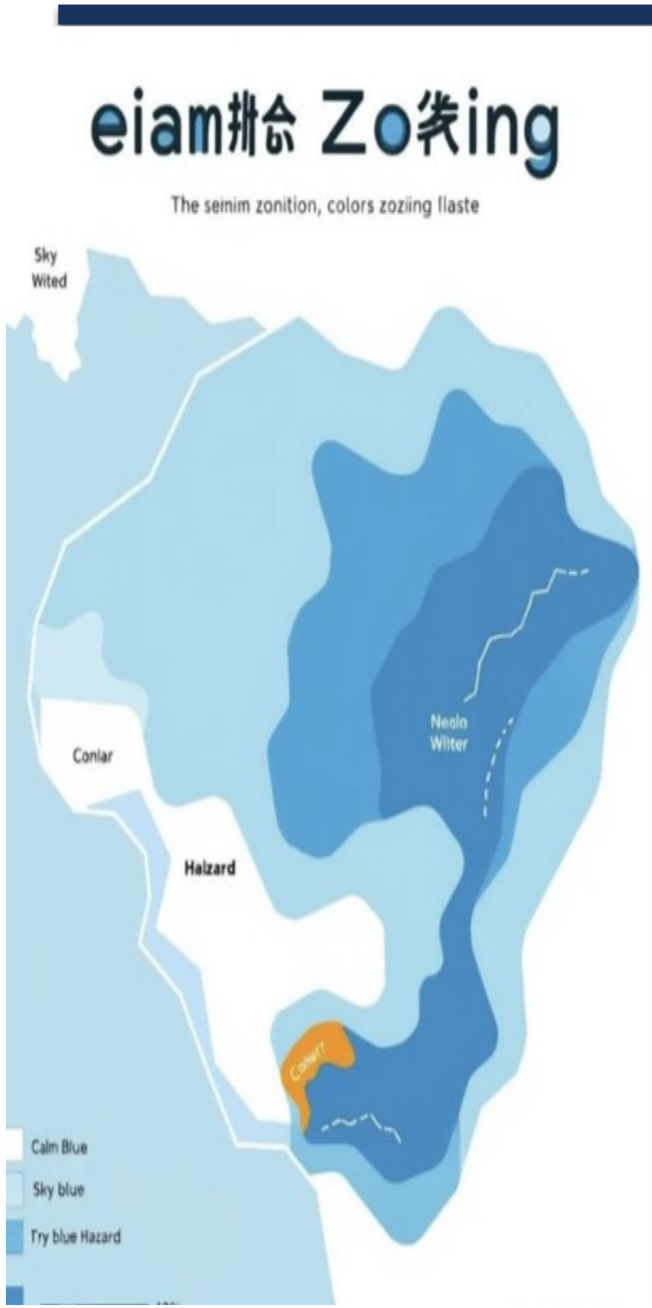
Институт геологии и нефтегазового дела им. К. Турысова
Кафедра «Геофизика и сейсмология»

GPH1662 – «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



Что такое сейсмическое районирование?

Сеисмическое районирование представляет собои систематическии процесс выделения и классификации территории по уровню сеисмическои опасности. Это фундаментальныи инструмент для оценки риска землетрясении и прогнозирования потенциального воздеиствия сеисмических событии на человеческую жизнь и инженерные сооружения.

Выделение зон опасности

Классификация территории по интенсивности возможных землетрясении и частоте их возникновения

Проектирование зданий

Основа для разработки норм и требовании при строительстве в сеисмически 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 деформаций 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 мониторирование подземных толчков и колебаний земной коры.

Инструментальная сейсмометрия

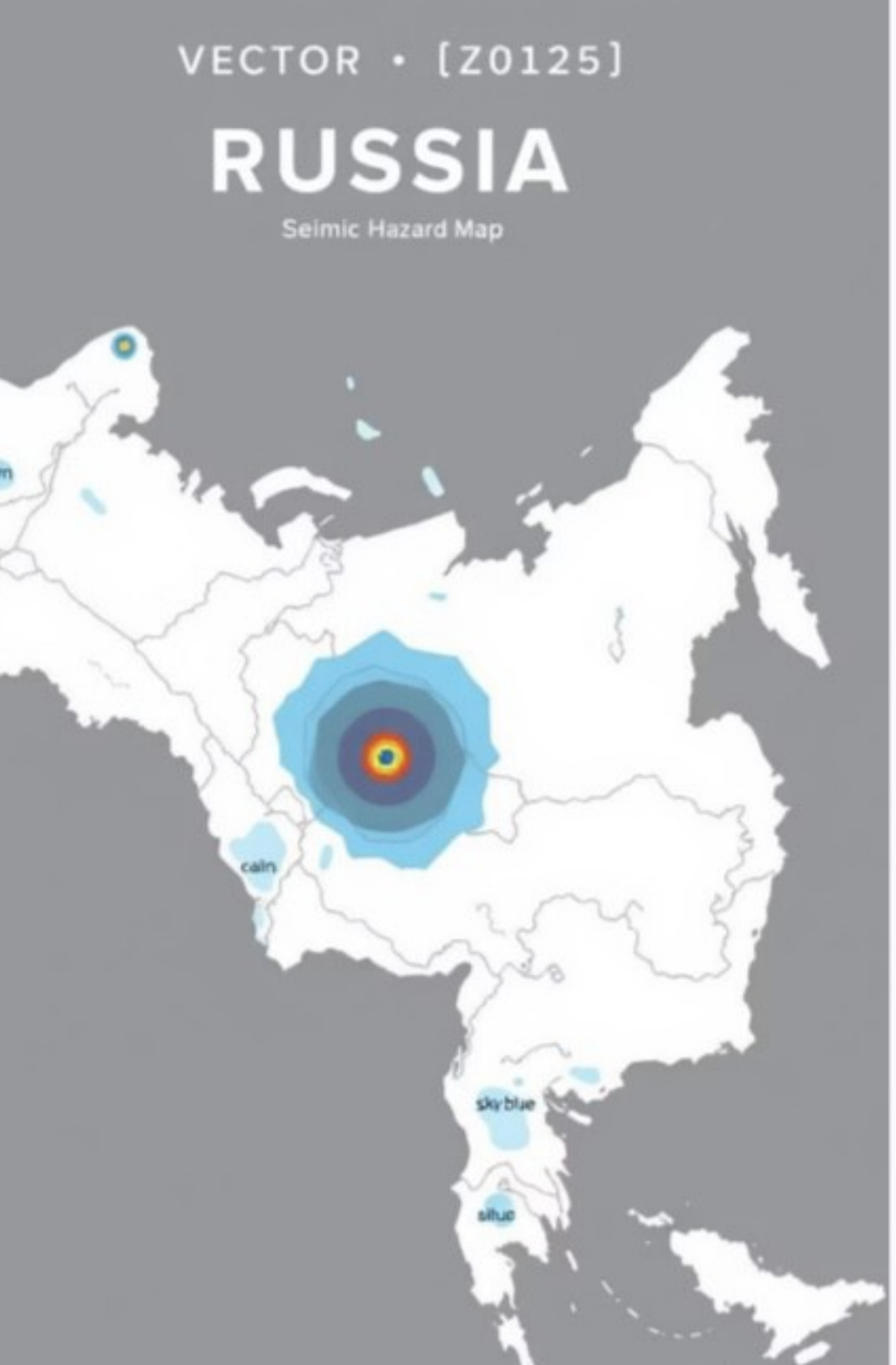
Сейсмостанции регистрируют колебания земной коры с точностью до долей микрометра. Региональные и глобальные сейсмологические сети позволяют определить: гипоцентр (место возникновения) и магнитуду (энергию) землетрясения, тип очага и механизм смещения пород. Даже слабые толчки, не ощущаемые человеком, 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

Сейсморазведка 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.



Карта сейсмического районирования России

Сеисмическая карта – основа безопасности

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

Наиболее сеисмически активные регионы России включают Камчатку, Кавказ, Приморье и Баикальскии регион, где происходит интенсивное взаимодеиствие литосферных плит. Эти области требуют обязательного применения сеисмоустоичивого проектирования при возведении любых капитальных сооружении. 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 сеисмических воздеиствии. Стандарт определяет методологию оценки сеисмическои опасности, расчётные параметры землетрясении и требования к надёжности сооружении. Этот документ признан во многих странах мира и служит основои для развития национальных норм.

Российские нормативные документы

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

Значение соблюдения норм

Инженеры, игнорирующие сеисмические нормы, рискуют безопасностью жизни людеи и материальными потерями. История содержит примеры катастрофических землетрясении (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.

Сейсмическое районирование Камчатки: практический пример

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

01

Геологические особенности

Камчатка расположена на стыке Евразиискои и Североамериканскои плит, что объясняет наличие более 30 активных вулканов и множества сеисмоопасных разломов. Палеосеисмологические исследования показывают, что здесь происходят землетрясения магнитудои 7-8 примерно раз в 100-200 лет.

02

Геофизические исследования

Региональная сеисмическая сеть фиксирует тысячи толчков ежегодно, позволяя построить детальную карту сеисмоопасных 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 сеисмоустоичивые здания. Используются базовые изоляторы, амортизирующие фундаменты и гибкие конструктивные системы. Жилые дома высотои более 5 этажеи обязаны иметь противоэнергетические 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.

1

Инвентаризация очагов

Составление каталогов землетрясений за исторический период (сотни лет) и инструментальный период (последние 100+ лет). Для каждого события определяются координаты, глубина, магнитуда, интенсивность и механизм очага.

2

Геологическое картирование

Полевые исследования разломов, измерение их параметров, возраста активизации и вероятного периода повторяемости землетрясений. Выявление молодых морфологических нарушений рельефа, вызванных сейсмическими деформациями.

3

Моделирование волн

Численное моделирование распространения сейсмических волн от гипотетических источников через геологическую среду. Расчёт амплитуд и периодов колебаний на поверхности, учитывая топографию, глубину залегания пород и их упругие свойства.

4

Вероятностный анализ

Расчёт вероятности превышения установленных уровней ускорения, скорости или смещения земной поверхности на различные периоды времени (например, на 50 или 100 лет). Этот анализ лежит в основе современных норм проектирования.

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 жизней. 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, станций водоснабжения, линий 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.