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– 1

На тему «Введение.Роль сейсмологии в геофизике и устойчивом недропользовании Примеры сильнейших землетрясений.Этапы развития сейсмологии. »

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

Роль сейсмологии: от теории к устойчивому недропользованию

Сейсмология — это не просто наука о землетрясениях; это фундаментальная дисциплина, лежащая в основе понимания строения нашей планеты и ее динамических процессов. Ее роль выходит далеко за рамки академических исследований, становясь критически важным инструментом для обеспечения безопасности и устойчивого развития, особенно в сфере недропользования.

Цель презентации: Проанализировать ключевые аспекты сейсмологии, ее историческое развитие, связь с геофизикой и практическое применение в современном мире для обеспечения устойчивого и безопасного использования недр.



Что такое сейсмология и почему она важна?

Изучение Земли

Сейсмология — это наука, изучающая землетрясения и распространение сейсмических волн. Она дает нам беспрецедентные знания о внутреннем строении Земли, от коры до ядра.

Оценка риска

Важность сейсмологии заключается в ее способности оценивать сейсмический риск. Эти данные критически важны для градостроительства, проектирования инфраструктуры и создания систем раннего оповещения.

Геологоразведка

Сейсмические методы являются основными инструментами геофизической разведки, используемыми для поиска и оценки залежей полезных ископаемых, включая нефть, газ и водные ресурсы.

> Сейсмические волны — это своего рода «УЗИ» для Земли, позволяющее заглянуть внутрь планеты, не буря скважины вглубь на тысячи километров.

Краткая история сейсмологии: от древних наблюдений до современных технологий

132 г. н.э.

Китай. Чжан Хэн изобретает первый сейсмоскоп — сосуд с маятником, способный определить направление землетрясения.

XVIII-XIX вв.

Начало систематических наблюдений. После Лиссабонского землетрясения 1755 года начинается научное изучение причин и последствий катастроф.

1880-е гг.

Изобретение современных сейсмографов Джоном Милном и другими. Создание международной сети сейсмостанций для регистрации событий по всему миру.

XX век

Разработка шкал магнитуд (Рихтер, Моментная магнитуда), теории упругости и волнового поля. Открытие границ Мохоровичича и Гутенберга.

XXI век

Цифровая сейсмология, высокопроизводительные вычисления, сейсмическая томография, мониторинг индуцированной сейсмичности.

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ SATBAYEV UNIVERSITY

Сейсмология и геофизика: неразрывная связь

Сейсмология является ключевым разделом геофизики, тесно взаимодействуя с другими геофизическими методами для получения комплексного представления о недрах Земли.

Гравиметрия

Изучает изменения плотности в недрах. Сейсмические данные дополняют гравиметрические, обеспечивая более точную модель распределения масс.

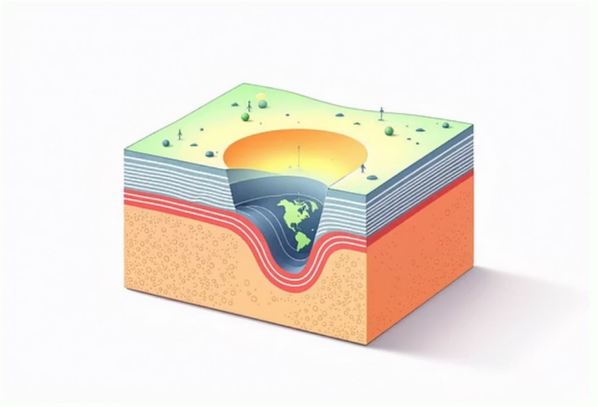
Магнитометрия

Исследует магнитное поле Земли. Сочетание с сейсмологией помогает картировать глубинные структуры и тектонические разломы.

Геотермия

Изучение теплового потока. Сейсмическая томография предоставляет структурную основу для интерпретации тепловых аномалий, связанных с движением мантии.





Примеры разрушительных землетрясений: уроки прошлого

История сейсмологии тесно связана с катастрофическими событиями, которые подталкивали науку к развитию и формированию более строгих строительных норм.

1

Спитак, Армения (1988)

Магнитуда 6.8. Более 25 000 погибших. Показало критическую важность сейсмостойкого строительства в высокорисковых зонах и необходимость централизованного реагирования.

2

Кобе, Япония (1995)

Магнитуда 6.9. Около 6 400 жертв. Выявило уязвимость современной инфраструктуры (эстакады, порты) и подтолкнуло к разработке передовых сейсмоизолирующих технологий.

3

Индийский океан, Суматра (2004)

Магнитуда 9.1. Вызвало одно из самых смертоносных цунами в истории (более 230 000 жертв). Привело к созданию глобальной системы раннего предупреждения о цунами.

4

Тохоку, Япония (2011)

Магнитуда 9.1. Несмотря на высокоразвитую систему оповещения, землетрясение и последующее цунами вызвали Фукусимскую ядерную катастрофу, подчеркнув пределы инженерной защиты.

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ SATBAYEV UNIVERSITY

Как сейсмология помогает предсказывать и минимизировать риски

Хотя точное предсказание места, времени и силы землетрясения пока невозможно, сейсмология предоставляет ряд инструментов для оценки и минимизации ущерба.

Сейсмическое районирование

Картирование зон с разной вероятностью возникновения землетрясений, что лежит в основе строительных норм и правил (СНиП).

Системы раннего оповещения

Использование быстрых P-волн для запуска оповещения за секунды до прихода более разрушительных S-волн. Эти секунды критически важны для остановки поездов, отключения газа и укрытия людей.

Оценка грунтовых условий

Изучение того, как местные геологические условия (например, мягкие осадочные породы) могут усиливать сейсмические колебания (эффект резонанса).

Анализ индуцированной сейсмичности

Мониторинг микроземлетрясений, вызванных деятельностью человека (гидроразрыв пласта, закачка сточных вод, строительство водохранилищ), для предотвращения более крупных событий.



Карта сейсмического районирования используется для принятия решений о проектировании зданий и инфраструктуры.

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ SATBAYEV UNIVERSITY



Современные методы сейсмологических исследований

Развитие компьютерных технологий и сенсоров трансформировало сейсмологию, сделав ее более точной и детализированной.

Сейсмическая томография

Построение трехмерных моделей недр Земли путем анализа времени прохождения волн. Позволяет визуализировать границы тектонических плит, мантийные плюмы и глубинные неоднородности.

DAS (Distributed Acoustic Sensing)

Использование оптоволоконных кабелей в качестве тысяч сейсмических сенсоров. Позволяет собирать плотные массивы данных вдоль протяженных линий (например, на дне океана или вдоль трубопроводов).

Высокопроизводительные вычисления

Применение суперкомпьютеров для моделирования распространения сейсмических волн (Full Waveform Inversion), что значительно повышает разрешение геофизических изображений.

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ SATBAYEV UNIVERSITY

Сейсмология в недропользовании: поиск ресурсов и безопасность

В сфере устойчивого недропользования сейсмология играет двоякую роль: как основной инструмент разведки и как средство мониторинга экологической и техногенной безопасности.

Разведка полезных ископаемых

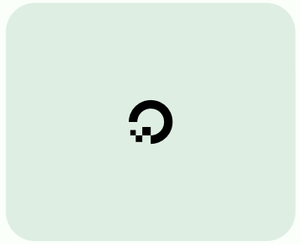
- Идентификация ловушек углеводородов и границ коллекторов с помощью 2D, 3D и 4D (мониторинг изменений со временем) сейсмики.
- Поиск геотермальных источников путем картирования разломов и горячих структур.
- Гидрогеология: определение подземных водоносных горизонтов.

Мониторинг и безопасность

- Контроль устойчивости горных выработок и хранилищ (например, ядерных отходов).
- Мониторинг закачки CO_2 при улавливании и хранении углерода (CCS) для обеспечения герметичности.
- Оценка влияния бурения и добычи на региональную сейсмичность.



Вызовы и перспективы развития сейсмологии



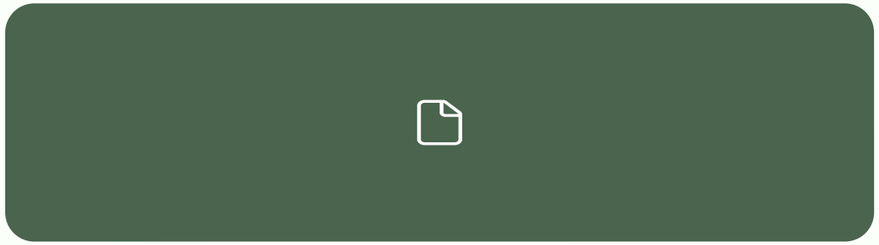
Освоение океана

Развитие морской сейсмологии и развертывание донных обсерваторий для изучения .глубоководных разломов и зон субдукции



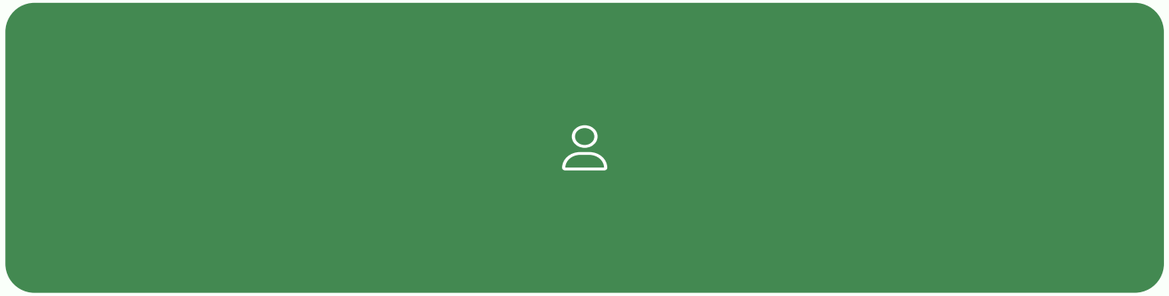
Искусственный интеллект

Применение машинного обучения для автоматической обработки колоссальных .объемов данных, повышения точности прогнозов и распознавания слабых сигналов



Интеграция данных

Объединение сейсмических, геодезических (GPS/InSAR) и геологических данных в единые, комплексные модели деформации земной коры.



Климатический аспект

Изучение потенциального влияния климатических изменений (например, таяния ледников) на сейсмическую активность и разгрузку напряжений в коре.

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ SATBAYEV UNIVERSITY

Сейсмология – ключ к безопасному будущему

.Сейсмология является незаменимым инструментом в современном мире, обеспечивая критически важные данные для понимания, защиты и ответственного использования нашей планеты

Ключевые выводы

- .Сейсмология обеспечивает **глубинное понимание** строения Земли
- .Она лежит в основе **сейсмостойкого проектирования** и систем оповещения
- .Сейсмические методы незаменимы для **разведки** и **мониторинга** недропользования



СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ SATBAYEV UNIVERSITY