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»

GPH7142 - Инженерная сейсмология и сейсмостойкость
7М05302 – «Сейсмология

Лекция– 6

На тему «Анализ последствий и способы защиты от землетрясений, методы обеспечения сейсмической безопасности населения и территорий»

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

Содержание лекции

01

Природа землетрясений

Механизмы возникновения и характеристики сейсмических волн

02

Последствия землетрясений

Прямые и косвенные разрушения, социально-экономический ущерб

03

Методы защиты

Конструктивные решения и превентивные меры безопасности

04

Действия населения

Правила поведения до, во время и после землетрясения

05

Системы мониторинга

Современные технологии прогнозирования и раннего оповещения

Природа и механизмы землетрясений

Что такое землетрясение?

Землетрясение — это природное явление, представляющее собой подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате внезапного высвобождения энергии в земной коре. Эта энергия создает сейсмические волны, которые распространяются во всех направлениях от очага землетрясения.

Основные типы сейсмических волн:

- **Продольные волны (P-волны)** — самые быстрые волны, распространяющиеся со скоростью 6-7 км/с в земной коре
- **Поперечные волны (S-волны)** — медленнее продольных, вызывают колебания перпендикулярно направлению распространения
- **Поверхностные волны** — наиболее разрушительные, распространяются вдоль поверхности Земли

Магнитуда землетрясения измеряется по шкале Рихтера (от 0 до 9+) или по моментной магнитуде (Mw). Интенсивность проявления на поверхности оценивается по 12-балльной шкале MSK-64.

Важно: Эпицентр — точка на поверхности Земли непосредственно над очагом (гипоцентром) землетрясения. Глубина очага может составлять от нескольких километров до 700 км.

Прямые последствия землетрясений

Разрушение зданий и сооружений

Полное или частичное обрушение жилых домов, общественных зданий, промышленных объектов. Степень разрушения зависит от магнитуды, глубины очага, качества строительства и сейсмостойкости конструкций.

- Обрушение несущих конструкций
- Трещины в стенах и фундаментах
- Деформация каркасов зданий

Повреждение инфраструктуры

Выход из строя систем жизнеобеспечения, включая водоснабжение, канализацию, электросети, газопроводы, транспортные коммуникации. Нарушение работы критически важных объектов.

- Разрывы трубопроводов и кабелей
- Повреждение дорог и мостов
- Выход из строя аэропортов и портов

Человеческие жертвы

Гибель людей под обломками разрушенных зданий, от падающих предметов, в результате паники. Множественные травмы различной степени тяжести, психологические травмы у выживших.

- Летальные исходы при обрушениях
- Механические травмы и увечья
- Психологический шок и ПТСР

По данным Всемирной организации здравоохранения, за последние 20 лет землетрясения унесли жизни более 750 000 человек. Самые разрушительные события XXI века произошли на Гаити (2010 г., более 220 000 погибших) и в Индонезии (2004 г., цунами после землетрясения — около 230 000 погибших).

Косвенные последствия и вторичные факторы

1

Пожары

Возникают из-за повреждения газопроводов, электрических сетей, разрушения химических производств. Распространяются быстро из-за невозможности оперативного тушения.

2

Оползни и обвалы

Сейсмические толчки провоцируют движение горных пород на склонах, особенно в гористой местности. Могут погребать целые населённые пункты.

3

Цунами

Подводные землетрясения генерируют гигантские волны высотой до 30 метров, обрушивающиеся на побережье и вызывающие катастрофические разрушения.

4

Эпидемии

Нарушение санитарно-гигиенических условий, скопление людей в временных лагерях, отсутствие чистой воды создают условия для вспышек инфекционных заболеваний.



Социально-экономические последствия

- **Экономический ущерб:** разрушение производственных мощностей, потеря рабочих мест, снижение ВВП региона
- **Миграция населения:** массовое переселение из зон бедствия, появление беженцев
- **Политическая нестабильность:** недовольство действиями властей, социальные конфликты
- **Экологический ущерб:** загрязнение окружающей среды, разрушение природных ландшафтов

Восстановление после сильных землетрясений может занимать десятилетия и требовать миллиардов долларов инвестиций.

Системы мониторинга и раннего оповещения

Мониторинг земной коры

Сейсмологические станции непрерывно регистрируют колебания земной поверхности. Глобальная сеть насчитывает более 20 000 датчиков.

Анализ данных

Компьютерные системы обрабатывают информацию в режиме реального времени, выявляя аномалии и предвестники землетрясений.

Оповещение населения

При обнаружении P-волн система автоматически передаёт сигналы тревоги за секунды до прихода разрушительных S-волн.

Реагирование

Население получает инструкции по защите, автоматически останавливаются поезда, отключаются опасные производства.

Японская система раннего оповещения

Япония обладает самой совершенной системой сейсмического мониторинга в мире. Система раннего оповещения о землетрясениях (EEW) способна предупредить население за 10-30 секунд до прихода основных толчков.

Принцип работы:

1. Датчики фиксируют первичные P-волны, распространяющиеся быстрее разрушительных S-волн
2. Суперкомпьютеры мгновенно определяют эпицентр, магнитуду и прогнозируемую интенсивность
3. Через сотовую связь, телевидение и специальные приложения население получает предупреждение
4. Автоматически срабатывают защитные системы критически важных объектов

Инновации: Разрабатываются системы на основе искусственного интеллекта для прогнозирования землетрясений за часы и дни. Анализируются изменения в ионосфере, поведение животных, уровень подземных вод.

После Великого землетрясения Тохоку (2011 г.) система была модернизирована и теперь охватывает 100% территории страны.

Действия после землетрясения

1 Первые минуты

Проверьте себя и окружающих на наличие травм. Окажите первую помощь пострадавшим. Помните о возможных афтершоках (повторных толчках).

2 Осмотр помещения

Выявите повреждения конструкций. Проверьте системы газо- и электроснабжения. При утечке газа немедленно перекройте вентиль и откройте окна. Не используйте открытый огонь.

3 Эвакуация

Если здание серьёзно повреждено, покиньте его. Используйте лестницу, не лифт. Возьмите с собой тревожный чемодан и документы. Отключите электричество и газ перед уходом.

4 Оповещение служб

Сообщите спасателям о местоположении пострадавших. Следуйте инструкциям МЧС. Включите радио для получения информации.

Важные предостережения

Опасно:

- Возвращаться в повреждённое здание без разрешения специалистов
- Пользоваться лифтами
- Зажигать спички или зажигалки при подозрении на утечку газа
- Прикасаться к оборванным проводам
- Распространять непроверенную информацию

Психологическая помощь

Землетрясение — это сильнейший стресс. Нормальные реакции включают тревогу, страх, бессонницу, навязчивые воспоминания. Обращайтесь за психологической помощью при необходимости. Поддерживайте друг друга, особенно детей и пожилых людей.

Помощь пострадавшим:

- Не перемещайте людей с серьёзными травмами без необходимости
- При кровотечениях наложите давящую повязку
- При переломах обеспечьте иммобилизацию
- Согрейте пострадавших, дайте воды