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– 13

На тему «Планирование мероприятий по снижению последствий землетрясений»

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

Сейсмическая угроза: масштаб проблемы

Землетрясения остаются одним из наиболее разрушительных природных явлений, способных за считанные минуты причинить катастрофический ущерб инфраструктуре и унести тысячи жизней. По данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно сейсмическая активность затрагивает миллионы людей по всему миру.

Современная урбанизация и рост плотности населения в сейсмоопасных регионах многократно увеличивают потенциальные последствия землетрясений. **Эффективное планирование превентивных мероприятий** становится критически важным элементом обеспечения безопасности городской среды и сохранения человеческих жизней.

Снижение последствий землетрясений требует систематического подхода, включающего оценку рисков, укрепление инфраструктуры, подготовку населения и координацию действий всех заинтересованных сторон.

10K+

Землетрясений ежегодно

Регистрируется приборами по всему миру

100+

Ощутимых толчков

Причиняют значительный ущерб

Основные этапы планирования защитных мероприятий

01

Оценка сейсмической опасности

Анализ геологических данных, исторических записей о землетрясениях, картирование сейсмоопасных зон и определение потенциальной интенсивности толчков

02

Анализ уязвимости объектов

Обследование существующих зданий и сооружений, выявление критически важных объектов инфраструктуры, оценка их сейсмостойкости

03

Разработка стратегии снижения рисков

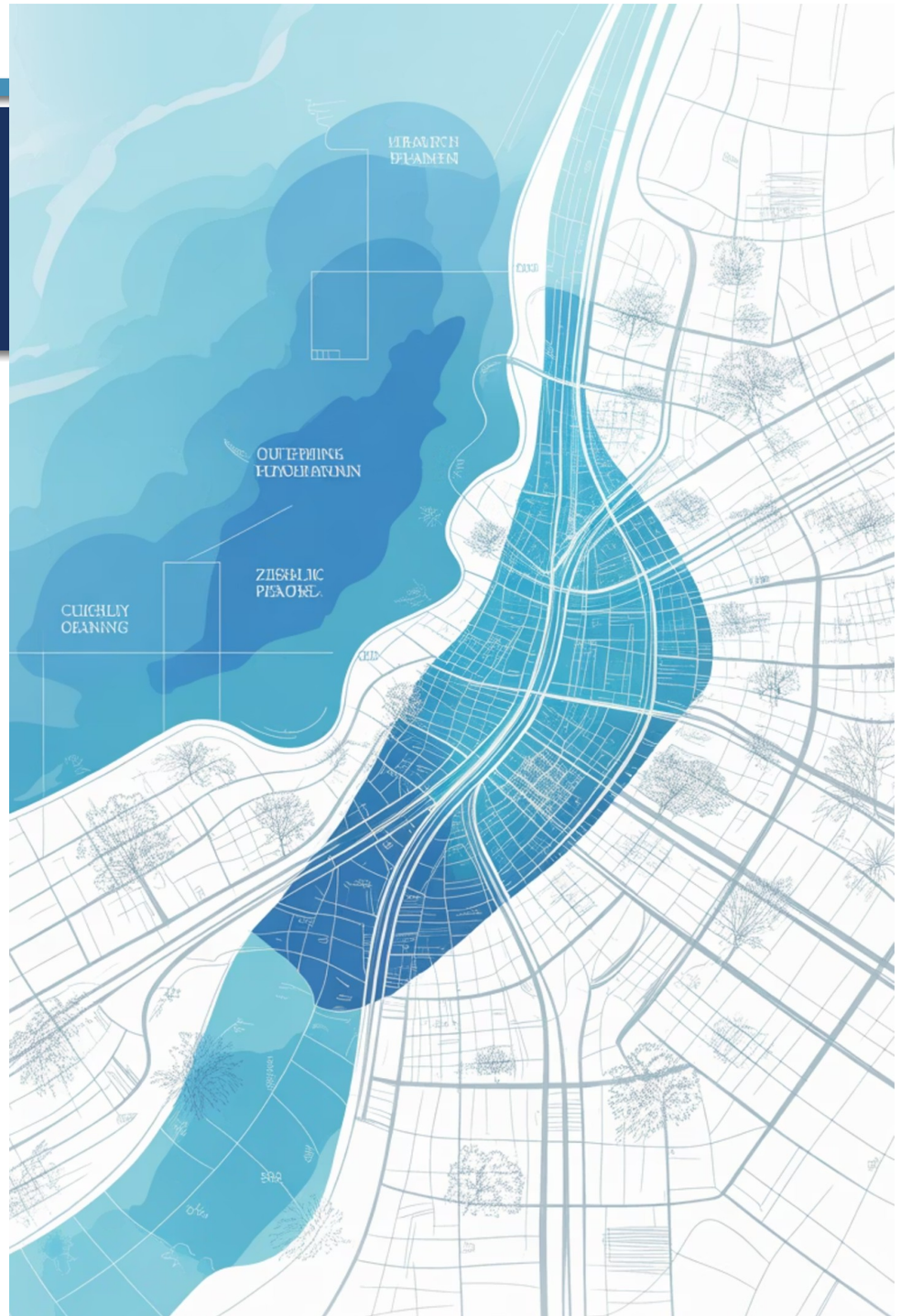
Формирование комплекса мероприятий по укреплению конструкций, модернизации инженерных систем и созданию резервных мощностей

04

Внедрение и мониторинг

Реализация запланированных мер, установка систем раннего оповещения, постоянный контроль эффективности и корректировка планов

Каждый этап требует тщательного документирования, межведомственной координации и привлечения специалистов различных профилей — от сейсмологов до инженеров-конструкторов.



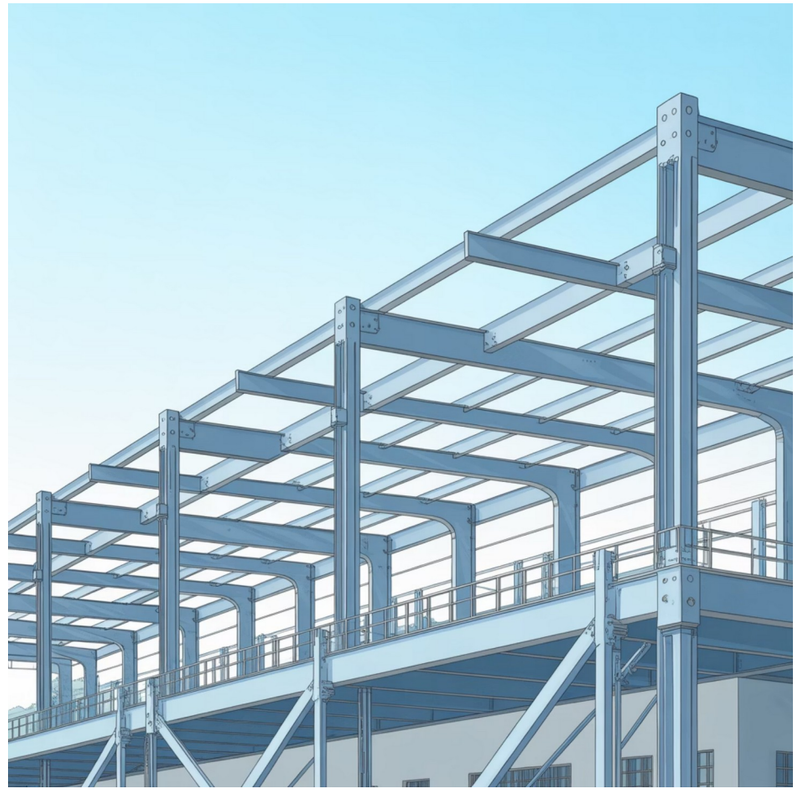
Сейсмостойкое проектирование и строительство

Ключевые принципы

Сейсмостойкое строительство основывается на применении современных строительных технологий и материалов, способных выдерживать динамические нагрузки. **Правильное проектирование фундаментов, использование гибких соединений и демпфирующих устройств** позволяют значительно снизить воздействие сейсмических волн на конструкции.

- Применение армированного бетона с повышенными характеристиками пластичности
- Использование стальных каркасов с болтовыми соединениями
- Внедрение базовой изоляции фундаментов
- Установка демпферов и гасителей колебаний
- Симметричное распределение масс и жесткостей

Современные строительные нормы и правила (СП 14.13330) устанавливают жесткие требования к проектированию в сейсмоопасных районах, включая обязательные расчеты на сейсмические воздействия.



Важно: Все новые здания в зонах с сейсмичностью 7 баллов и выше должны проектироваться с учетом максимально возможных сейсмических нагрузок. Экономия на сейсмостойкости приводит к многократному увеличению рисков и потенциального ущерба.

Усиление существующего фонда

Укрепление фундаментов

Инъекционное усиление, расширение опорной базы, установка дополнительных свай и анкерных систем для повышения несущей способности

Усиление каркаса

Установка дополнительных вертикальных и горизонтальных связей, обойм на колонны, стальных рам и контрфорсов

Укрепление стен

Армирование кирпичной кладки композитными материалами, установка металлических обвязок, инъектирование трещин

Программы по усилению существующих зданий особенно актуальны для исторической застройки и объектов социальной инфраструктуры — школ, больниц, административных зданий. **Приоритетность усиления определяется на основе комплексной оценки технического состояния, социальной значимости объекта и степени сейсмической опасности района.**

Современные методы усиления позволяют проводить работы без полного отселения жильцов или прекращения эксплуатации здания, что существенно снижает социальные и экономические издержки реализации программ сейсмического усиления.



Инженерная защита критически важных объектов



Приоритетные направления

Объекты критической инфраструктуры требуют особого внимания при планировании противосейсмических мероприятий. К ним относятся энергетические объекты, водоснабжение, канализация, телекоммуникации, транспортные узлы и медицинские .учреждения

- Резервирование систем жизнеобеспечения и создание автономных источников энергии
- Дублирование магистральных коммуникаций и создание альтернативных маршрутов снабжения
- Установка быстродействующих отсечных клапанов на газо- и нефтепроводах
- Применение гибких соединений в трубопроводных системах
- Размещение диспетчерских пунктов в сейсмостойких помещениях

Особое внимание уделяется объектам использования атомной энергии, где требования к сейсмостойкости на порядок выше, чем для гражданских сооружений. Защитные системы должны обеспечивать безопасную остановку технологических процессов даже при .землетрясениях интенсивностью, превышающей расчетную

Системы раннего оповещения и мониторинга

Сейсмический мониторинг

Сеть сейсмостанций для обнаружения предвестников и регистрации толчков

Система оповещения

Автоматическая передача сигналов тревоги по всем доступным каналам связи

Координация реагирования

Активация аварийных протоколов и мобилизация спасательных служб

Технологические решения

Современные системы раннего оповещения способны предоставить от нескольких секунд до минут предупреждения перед приходом разрушительных сейсмических волн. Этого времени достаточно для автоматической остановки поездов, отключения потенциально опасного оборудования и оповещения населения.

Системы включают широкополосные сейсмометры, акселерометры, GPS-датчики деформаций земной коры и специализированное программное обеспечение для обработки данных в реальном времени.

Интеграция с городскими системами

Системы оповещения должны быть интегрированы с городской инфраструктурой: светофорами, электронными табло, системами оповещения в торговых центрах и офисных зданиях, мобильными приложениями.

Многоканальность оповещения критически важна для охвата максимального числа людей в кратчайшие сроки.

Территориальное планирование и зонирование

Микрорайонирование

Детальная оценка сейсмической опасности на уровне отдельных участков с учетом грунтовых условий, рельефа и гидрогеологии

Ограничение застройки

Запрет строительства в зонах разломов, на оползнеопасных склонах и участках с высоким потенциалом разжижения грунтов

Планирование эвакуации

Создание широких магистралей, площадей безопасности и эвакуационных маршрутов с расчетом пропускной способности

Генеральные планы городов в сейсмоопасных регионах должны включать карты сейсмического микрорайонирования, которые служат основой для принятия решений о размещении объектов различного назначения. **Особо опасные производства и объекты с массовым пребыванием людей должны размещаться в наиболее благоприятных с точки зрения сейсмики районах.**

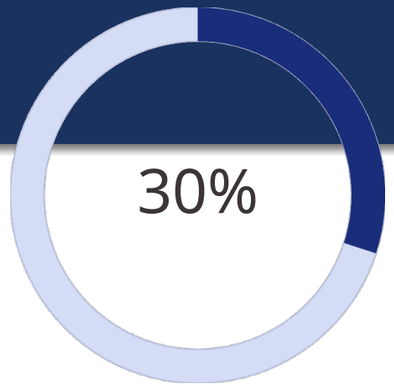
Важным элементом территориального планирования является создание зеленых буферных зон, которые могут служить местами временного размещения эвакуированного населения и препятствовать распространению пожаров при разрушениях.

Экономические аспекты и финансирование программ



Соотношение затрат

Каждый рубль, вложенный в профилактику, экономит 4 рубля на ликвидацию последствий



Снижение ущерба

Комплексные программы способны уменьшить потенциальный ущерб на треть



Окупаемость

Срок окупаемости инвестиций в сейсмостойкость, лет

Финансирование мероприятий по снижению сейсмических рисков должно осуществляться из нескольких источников: федерального и региональных бюджетов, средств местного самоуправления, внебюджетных фондов и частных инвестиций.

Механизмы финансирования

- Целевые государственные программы развития сейсмостойкого строительства
- Льготное кредитование усиления частных домовладений
- Обязательное страхование в сейсмоопасных зонах
- Государственно-частное партнерство при модернизации инфраструктуры
- Международные гранты и техническая помощь

Приоритизация инвестиций

При ограниченных ресурсах необходима четкая приоритизация объектов на основе анализа рисков: в первую очередь защищаются объекты с максимальной концентрацией людей и критической важности для функционирования города.

Экономический анализ показывает, что превентивные меры всегда обходятся дешевле ликвидации последствий разрушительных землетрясений. Однако внедрение программ часто сталкивается с дефицитом финансирования и недооценкой рисков.

Ключевые выводы и рекомендации

Комплексный подход

Эффективная защита от землетрясений требует интеграции инженерных, организационных и социальных мер на всех уровнях — от проектирования отдельных зданий до территориального планирования городов

Непрерывность процесса

Планирование защитных мероприятий — это не разовая акция, а постоянный циклический процесс оценки, внедрения и совершенствования мер с учетом новых данных и технологий

Межведомственная координация

Успех реализации программ зависит от эффективного взаимодействия органов власти, научных учреждений, проектных организаций, строительного сектора и гражданского общества

Инвестиции в снижение сейсмических рисков — это инвестиции в безопасность и устойчивое развитие. Каждое землетрясение подчеркивает важность превентивной работы и недопустимость пренебрежения требованиями сейсмостойкого строительства.

Специалистам в области гражданской защиты, муниципального планирования и строительства необходимо постоянно повышать квалификацию, следить за передовым международным опытом и внедрять инновационные решения. Только системная работа позволит минимизировать трагические последствия будущих сейсмических событий и сохранить жизни людей.