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– 15
На тему «Сейсмичность территории Республики Казахстан»

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

Геологическое положение Казахстана

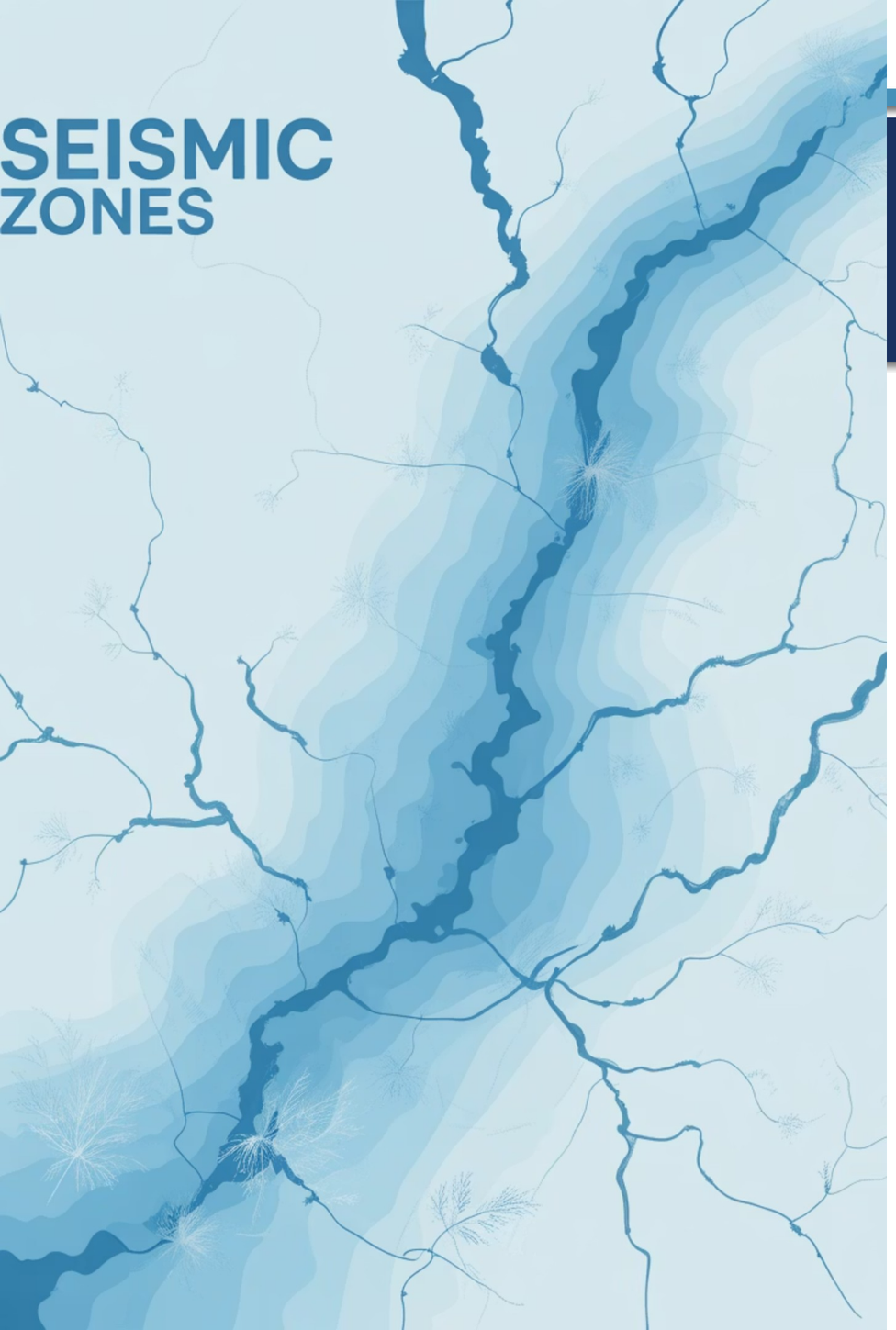
Республика Казахстан занимает уникальное геологическое положение на стыке нескольких крупных тектонических структур Евразии. Территория страны характеризуется сложным строением земной коры, сформированным в результате длительной геологической эволюции.

Основные тектонические единицы:

- Туранская плита на юго-западе
- Казахский щит в центральной части
- Складчатые системы Тянь-Шаня и Алтая
- Джунгаро-Балхашская складчатая область

Эти структуры определяют особенности распределения сейсмической активности и потенциальной опасности для населения и инфраструктуры.

Тектоническая карта региона демонстрирует сложную систему разломов и зон повышенной сейсмичности



Основные сейсмоактивные зоны

Северный Тянь-Шань

Наиболее сейсмически активный регион с магнитудами до 8.0

- Алматинская область
- Жамбылская область
- Частота: регулярная

Алтай-Саурский пояс

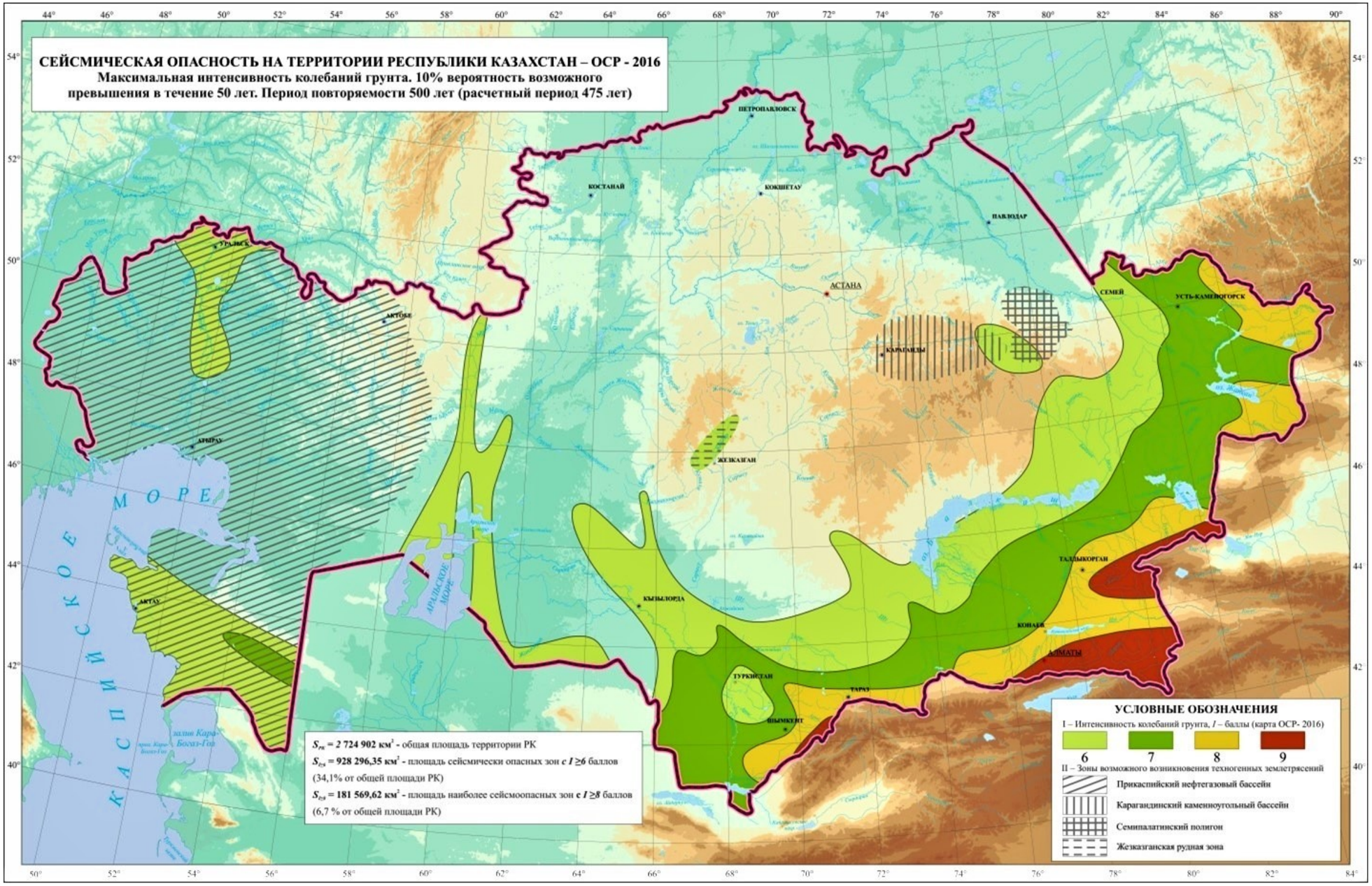
Зона умеренной сейсмичности с периодическими сильными событиями

- Восточно-Казахстанская область
- Магнитуды до 7.5
- Глубокофокусные землетрясения

Прикаспийский регион

Зона с относительно низкой, но стабильной активностью

- Западный Казахстан
- Магнитуды до 5.0
- Техногенная составляющая


СЕЙСМИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН – ОСР - 2016
Максимальная интенсивность колебаний грунта. 10% вероятность возможного превышения в течение 50 лет. Период повторяемости 500 лет (расчетный период 475 лет)
ПЕТРОПАВЛОВСК
КОСТАНАЙ
КОКШЕТАУ
ПАВЛОДАР
УРАЛЬСК
АКТЮБЕ
АСТАНА
СЕМЕЙ
УСТЬ-КАМЕНОГОРСК
КАРАГАНДЫ
АТЫРАУ
ЖЕЗКАЗГАН
КАСПИЙСКОЕ МОРЕ
АРАЛЬСКОЕ МОРЕ
АКТАУ
ТАЛДЫКОРГАН
КЫЗЫЛОРДА
КОНАЕВ
АЛМАТЫ
ТУРКЕСТАН
ТАРАЗ
ШЫМКЕНТ
$S_{РК}$ = 2 724 902 км² - общая площадь территории РК
$S_{I\geq6}$ = 928 296,35 км² - площадь сейсмически опасных зон с $I \geq 6$ баллов (34,1% от общей площади РК)
$S_{I\geq8}$ = 181 569,62 км² - площадь наиболее сейсмоопасных зон с $I \geq 8$ баллов (6,7 % от общей площади РК)
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
I – Интенсивность колебаний грунта, I – баллы (карта ОСР- 2016)
6
7
8
9
II – Зоны возможного возникновения техногенных землетрясений
Прикаспийский нефтегазовый бассейн
Карагандинский каменноугольный бассейн
Семипалатинский полигон
Жезказганская рудная зона

Северный Тянь-Шань: эпицентр сейсмической опасности

Историческая сейсмичность

Регион Северного Тянь-Шаня представляет собой наиболее сейсмически опасную территорию Казахстана. Здесь зафиксированы крупнейшие разрушительные землетрясения в истории страны.

Ключевые характеристики:

- Скорость деформации земной коры: 10-20 мм/год
- Глубина очагов: преимущественно 10-25 км
- Тип землетрясений: преимущественно тектонические
- Повторяемость сильных событий: 50-150 лет

Геодинамические процессы в регионе связаны с продолжающимся столкновением Индийской и Евразийской плит, что приводит к накоплению тектонических напряжений.



Согласно данным Института сейсмологии Министерства науки и высшего образования РК, в регионе ежегодно регистрируется более 1000 сейсмических событий различной магнитуды.

Катастрофические землетрясения в истории Казахстана

1

1887 год — Верненское землетрясение

Магнитуда: ~7.3

Полностью разрушен город Верный (современная Алмата). Погибло около 330 человек. Землетрясение стало поворотным моментом в развитии антисейсмического строительства в регионе.

2

1911 год — Кеминское землетрясение

Магнитуда: 8.0-8.2

Одно из сильнейших землетрясений Центральной Азии XX века. Образовались гигантские оползни, перекрывшие горные долины. Пострадала территория современного Казахстана и Кыргызстана.

3

1948 год — Ашхабадское землетрясение

Магнитуда: 7.3

Хотя эпицентр находился в Туркменистане, значительные повреждения получили южные районы Казахстана. Стимулировало разработку новых норм сейсмостойкого строительства.

4

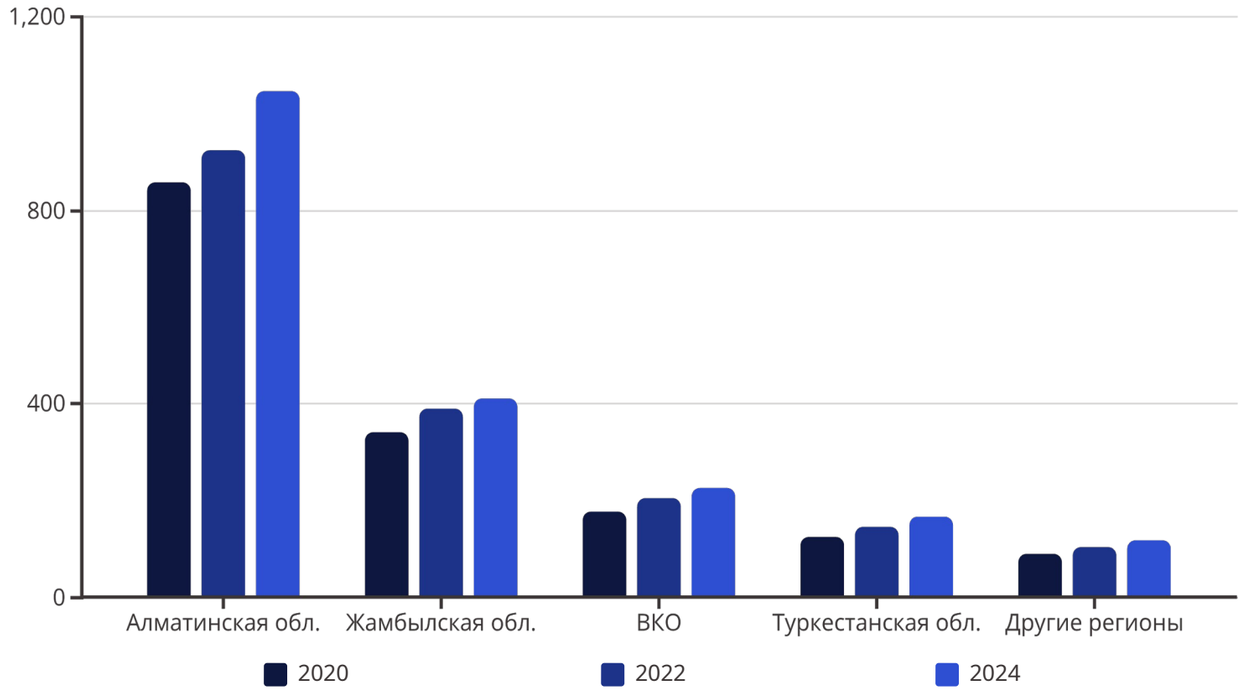
1990 год — Жаланаш-Тюпское землетрясение

Магнитуда: 6.3

Эпицентр на границе Казахстана и Кыргызстана. Разрушены сотни зданий, пострадало более 50 населенных пунктов. Выявило проблемы старого жилого фонда.



Современная сейсмическая активность



Статистика зарегистрированных сейсмических событий демонстрирует стабильно высокий уровень сейсмической активности в южных и восточных регионах Казахстана. Наблюдается тенденция к увеличению количества регистрируемых событий, что связано как с улучшением сейсмического мониторинга, так и с реальным повышением активности.

Важно отметить: большинство зарегистрированных событий имеют магнитуду менее 3.0 и не ощущаются населением, однако они важны для понимания геодинамических процессов и прогнозирования более крупных землетрясений.

Механизмы возникновения землетрясений

Накопление напряжений

Тектонические плиты медленно смещаются, создавая напряжения в горных породах вдоль разломов. Процесс может длиться десятилетия или столетия.

Достижение предела прочности

Когда напряжения превышают прочность пород, происходит внезапный разрыв и смещение блоков земной коры вдоль плоскости разлома.

Излучение сейсмических волн

Высвобожденная энергия распространяется в виде сейсмических волн: продольных (P-волны), поперечных (S-волны) и поверхностных.

Воздействие на поверхность

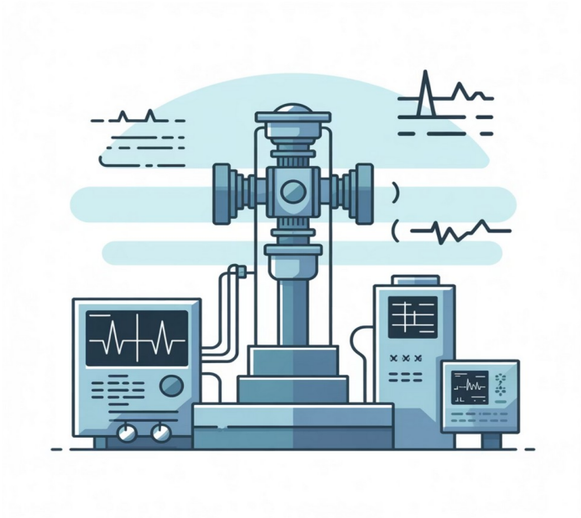
Сейсмические волны достигают поверхности, вызывая колебания грунта и разрушения зданий и сооружений различной степени тяжести.

В условиях Казахстана преобладают коровые землетрясения с глубиной очагов до 30 км, связанные с активными разломными зонами Тянь-Шаня и Алтая.

Система сейсмологического мониторинга

Инфраструктура наблюдений

Национальная сейсмологическая сеть Казахстана включает более 50 цифровых сейсмических станций, обеспечивающих непрерывный мониторинг территории страны.



01

Регистрация сейсмических сигналов

Цифровые сейсмометры с чувствительностью до 10^{-9} м/с

02

Передача данных

Спутниковая и наземная связь в режиме реального времени

03

Обработка информации

Автоматическое определение параметров землетрясений

04

Оповещение

Информирование населения и служб через систему быстрого реагирования

Международное сотрудничество: Казахстан активно участвует в международных программах сейсмологического мониторинга, обмениваясь данными с соседними странами и глобальными сейсмологическими центрами.

Сейсмическое районирование территории

Зона 9 баллов (MSK-64)

Высокая опасность

- Алмата и пригороды
- Талгарский район
- Предгорья Заилийского Алатау

Требуется усиленное антисейсмическое строительство

Зона 8 баллов (MSK-64)

Повышенная опасность

- Жамбылская область
- Туркестанская область
- Части Алматинской области

Специальные требования к строительству

Зона 7 баллов (MSK-64)

Умеренная опасность

- Восточно-Казахстанская область
- Части Туркестанской области
- Южные районы страны

Стандартные нормы сейсмостойкости

Зона 6 баллов и ниже

Низкая опасность

- Северный Казахстан
- Западный Казахстан
- Центральные районы

Минимальные требования

Карты сейсмического районирования регулярно обновляются на основе новых данных и уточненных моделей сейсмической опасности. Последняя версия ОСР-2017 учитывает исторические и инструментальные данные за более чем 150 лет наблюдений.

Антисейсмические мероприятия и строительные нормы

Современные технологии защиты

Казахстан активно внедряет передовые технологии сейсмостойкого строительства для защиты населения и критически важной инфраструктуры.



Сейсмоизоляция зданий

Применение специальных демпфирующих устройств и эластомерных опор, которые поглощают энергию сейсмических волн и снижают нагрузку на конструкции до 70-80%.

Усиление конструкций

Использование высокопрочных материалов, дополнительных связей, диагональных элементов жесткости и композитных материалов в несущих элементах зданий.

Системы раннего оповещения

Внедрение автоматизированных систем, способных предупредить население за 10-30 секунд до прихода разрушительных волн.

Нормативная база

В Казахстане действуют строительные нормы СНиП РК 2.03-30 «Строительство в сейсмических районах», которые регламентируют требования к проектированию и строительству в зависимости от уровня сейсмической опасности территории. Нормы пересматриваются каждые 5-10 лет с учетом новых научных данных.

Научные исследования и прогнозирование

Современная сейсмология в Казахстане развивается по нескольким приоритетным направлениям, направленным на повышение точности оценки сейсмической опасности и разработку методов прогнозирования землетрясений.

Геодезический мониторинг

Сеть GPS-станций отслеживает современные движения земной коры с точностью до миллиметров, выявляя зоны накопления тектонических напряжений.

Сейсмическая томография

Трехмерное моделирование структуры земной коры и верхней мантии позволяет выявить неоднородности и потенциальные очаговые зоны.

Палеосейсмология

Изучение геологических следов древних землетрясений помогает определить периодичность сильных сейсмических событий.

Перспективные направления: Институт сейсмологии РК совместно с международными партнерами разрабатывает методы машинного обучения для анализа больших массивов сейсмических данных, системы раннего предупреждения на основе P-волн, и вероятностные модели сейсмической опасности нового поколения.

Особое внимание уделяется изучению триггерных механизмов землетрясений, включая влияние крупных водохранилищ, добычи полезных ископаемых и других антропогенных факторов на сейсмический режим территории.

Готовность населения к землетрясениям

Культура сейсмической безопасности

Снижение рисков от землетрясений требует не только технических решений, но и высокой готовности населения к экстренным ситуациям.

1 До землетрясения

Подготовка: создание запасов, закрепление мебели, изучение плана эвакуации, участие в учениях

2 Во время землетрясения

Действия: укрыться под прочной мебелью, держаться подальше от окон, не выбегать из здания во время толчков

3 После землетрясения

Эвакуация: покинуть поврежденное здание, помочь пострадавшим, следовать указаниям спасательных служб

78%	45%	2M+
Алматинцев	Домохозяйств	Участников
Знают основные правила поведения при землетрясении (опрос 2023 г.)	Имеют аварийный запас продуктов и воды на 72 часа	Приняли участие в учениях по гражданской обороне за последние 3 года

Заключение: Сейсмическая безопасность Казахстана зависит от интеграции научных исследований, современных строительных технологий и высокой культуры готовности населения. Только комплексный подход позволит минимизировать последствия землетрясений и защитить жизни людей.