МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Министерство науки, высшего образования и инноваций Кыргызской Республики

Межгосударственная образовательная организация высшего образования

Кыргызско-Российский Славянский университет

им. первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

Политехнический институт

Кафедра «Экология и защита в чрезвычайных ситуациях»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Обследование зданий и сооружений на сейсмоустойчивость и сейсмостойкость»

Уровень высшего образования: БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки 20.03.01 - РФ, 7603 00 - КР «**Техносферная безопасность»**

Профиль **"Защита в чрезвычайных ситуациях"**

Форма обучения: очная

2026 г.

Фонд оценочных средств предназначен для контроля знаний обучающихся по направлению **подготовки:** 20.03.01 - РФ, 760300 - КР «Техносферная безопасность» в процессе подготовки бакалавриата КРСУ в соответствии с ФГОС 3++ по дисциплине «**Обследование зданий и сооружений на сейсмоустойчивость и сейсмостойкость»**

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании

Кафедры «Экологии и защиты в чрезвычайных ситуациях»

протокол № 1 от "02"сентября 2026 г.

Заведующий кафедрой **«Экологии и защиты в чрезвычайных ситуациях»** *к.т.н., доцент* _____ *Мамбетов Эрик Мунайтбасович*
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Руководитель образовательной программы направления подготовки «Техносферная безопасность» *к.т.н., доцент* _____ *Мамбетов Эрик Мунайтбасович*
наименование РОП *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнитель:
к.т.н., доцент _____ *Мамбетов Эрик Мунайтбасович*
должность *подпись* *расшифровка подписи*

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ		
КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)		
Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств/ шифр раздела в данном документе
ПК-10: способность использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях	**Знать:** задачи, уровни и составляющие сейсмического риска; причины землетрясений, сейсмо-ктивные районы земли, принципы сейсморайонирования и микросейсмрайонирования принципы классификации землетрясений по балльности, по магнитуде.	**Блок A, D** − задания репродуктивного уровня
	Уметь: проводить оценку степени разрушения зданий и сооружений, в зависимости от уровня их ответственности; представить расчетную схему для здания, сооружения; использовать полученные знания для обеспечения сейсмической безопасности	**Блок B, D** − -задания реконструктивного уровня
	Владеть: организационными основами обеспечения сейсмической безопасности; методами оценки степени разрушения зданий и сооружений, в зависимости от уровня их ответственности; методами расчета прочности и устойчивости зданий, сооружений на сейсмические нагрузки	**Блок C,D** – задания практико -ориентированного или исследовательского уровня
ПК-12: способностью применять действующие нормативные правовые акты для решения задач обеспечения безопасности объектов защиты	Знать: нормативную базу обеспечения сейсмической защиты зданий и сооружений в горных условиях; отечественный и зарубежный опыт строительства зданий и сооружений в сейсмоопасных районах Земли; нормативные требования к оценке силы землетрясений и шкалу MSK-64;	**Блок A, D**-- задания репродуктивного уровня
	Уметь: применять на практике нормативную базу обеспечения сейсмической защиты зданий и сооружений в горных условиях; применять отечественный и зарубежный опыт строительства зданий и сооружений в сейсмоопасных районах Земли; использовать полученные знания для обеспечения сейсмической безопасности	**Блок B, D** –-задания реконструктивного уровня -
	Владеть: нормативной базой обеспечения сейсмической защиты зданий и сооружений в горных условиях; отечественным и зарубежным опытом строительства зданий и сооружений в сейсмоопасных районах Земли; навыками для обеспечения сейсмической безопасности	**Блок C, D**- задания практико -ориентированного или исследовательского уровня

Технологическая карта дисциплины
«Обследование зданий и сооружений на сейсмоустойчивость и сейсмостойкость»

Курс 4, семестр 7. Количество 4Е – 4. Отчетность – экзамен

Название модулей согласно РПД	**Контроль**	**Форма контроля дисциплины**	**Зачетный минимум**	**Зачетный**	**График**
Модуль 1. Основные сведения о параметрах землетрясений и	Текущий контроль	Самостоятельная работа студента, посещаемость и активность на заня**тиях**	**4**	**8**	**5**
	Рубежный контроль		**7**	**10**	
Модуль 2					
Модуль 1. Основные сведения о параметрах землетрясений и зданиях	Текущий контроль	Самостоятельная работа студента, посещаемость и активность на занятиях	**4**	**8**	**8**
	Рубежный контроль	**Тесты**	**6**	**10**	
Модуль 3					
Модуль 3. Сильнейшие землетрясения планеты и их последствия	Текущий контроль	Самостоятельная работа студента, посещаемость и активность на занятиях	**4**	**8**	**12**
	Рубежный контроль	**Тесты**	**6**	**10**	
Модуль 3					
Модуль 4. Сейсмостойкое строительство.	Текущий контроль	Самостоятельная работа студента, посещаемость и активность на занятиях	**3**	**8**	**16**
	Рубежный контроль	**Тесты**	**6**	**10**	
ВСЕГО за семестр			**40**	**70**	
Промежуточный контроль (Зачет с оценкой)	**Устный опрос, рефераты**		**20**	**30**	
Семестровый рейтинг по дисциплине			**60**	**100**	

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ (текущий контроль)

Оцениваются в процентах от выполненных и защищенных практических заданий согласно методическим указаниям по их выполнению.
85-100 % – выполнены и защищены все 5 практических задания; 75-84 % – выполнены все 5 и защищены 4 практических задания; 60-74 % – выполнены все 5 и защищены 3 практических задания; 0-59 % – выполнены 5 и защищены 2 практических задания.

Текущий контроль: -усвоение учебного материала на аудиторных занятиях (лекциях, практических, в том числе учитывается посещение и
активность) и выполнение обязательных заданий для самостоятельной работы

Рубежный контроль:- проверка полноты знаний и умений по материалу модуля в целом. Выполнение модульных контрольных заданий
проводится в письменном виде и является обязательной компонентой модульного контроля.

Промежуточный контроль : - завершенная задокументированная часть учебной дисциплины (зачет с оц.) – совокупность тесно связанных между собой зачетных модулей.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОМЕЖУТОЧНОМУ КОНТРОЛЮ

При явке на зачёт студенты обязаны иметь при себе зачётные книжки, которые они предъявляют экзаменатору в начале зачета.

Преподавателю предоставляется право поставить зачёт без опроса по билету тем студентам, которые набрали более 60 баллов за текущий и рубежный контроли.

На промежуточном контроле студент должен верно ответить на теоретические вопросы билета. Оценка промежуточного контроля:

min 20 баллов - Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ (в случае, если при ответах на заданные вопросы студент
правильно формулирует основные понятия)

20-25 баллов – Задания для проверки уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ(в случае, если студент правильно формулирует сущность
заданной в билете проблемы и дает рекомендации по ее решению)

25-30 баллов - Задания для проверки уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ (в случае полного выполнения контрольного задания).

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕКУЩЕМУ КОНТРОЛЮ.

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и
обдумать текст лекции, прослушанной сегодня.

При подготовке к следующей лекции, нужно просмотреть текст предыдущего материала, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции.

В течение недели выбрать время для работы с рекомендуемой литературой. Теоретический материал становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта изучаются и книги. При усвоении теоретического материала рекомендуется использовать основную литературу из предлагаемого списка и конспект. Для лучшего понимания материала и
самопроверки знаний полезно ответить на вопросы к лекциям и тестам по данной теме.

При подготовке к практическим занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме домашнего задания. При выполнении задания нужно сначала понять, что в нем требуется, какие задачи нужно решить, наметить план решения.

Для подготовки к практическим, лабораторным занятиям и выполнению самостоятельной работы необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме задания. конспекты и тезисы лекций (Приложение 4) . При выполнении задания нужно сначала понять, что требуется в нем, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи, а затем провести анализ и сделать качественный вывод. Рекомендуется использовать:

- Лекции преподавателя
- Глоссарий
- Учебники, учебные пособия и Методические указания, рекомендуемые РПД.

**ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ,
НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ / ПРАКТИКЕ (ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА)**

Блок А

5.1. Контрольные вопросы и задания
А.0 Вопросы для опроса:

1.Вопросы для проверки уровня обученности.
2.Антисейсмические мероприятия для зданий и сооружений из монолитного бетона.
3.Строительство системы водоснабжения в районах сейсмичностью 9 баллов.
4.Строительство системы водоотведения в районах сейсмичностью 9 баллов.
5. Антисейсмические мероприятия для зданий и сооружений из кирпича.
6.Глубина заложения инженерных систем (водоснабжения, водоотведения).
7.Антисейсмические мероприятия для гидротехнических сооружений.
8.Уровни ответственности зданий и сооружений
9.Антисейсмические мероприятия для зданий и сооружений из кирпича.
10..Классификация зданий и сооружений.
11.Сейсмичность района и площадки строительства.
12.Основные принципы ппроектирования

Блок В

ТЕСТЫ: **Основы сейсмической защиты зданий и сооружений**

Задание 1. Выберите один правильный ответ.

Примерный перечень тестовых заданий к Рубежному контролю Модуля 1 по дисциплине "Основы сейсмической защиты зданий и сооружений"

Тест 1

Производная сейсмограмма – это:
а) запись сейсмоперемещений во времени, полученная двойным численным интегрированием акселерограммы при корректировке (установлении) нулевой линии перемещений;
б) землетрясение заданной сейсмичности со средней повторяемостью один раз в 500 лет;
в) особо мощное землетрясение со средней повторяемостью один раз в 5 000 лет; обычно превосходит ПЗ по интенсивности в два раза при аналогичных спектральных характеристиках (масштабированное ПЗ).

Тест 2

Как называется область возникновения подземного удара приземлетрясении?
а) Очаг;
б) Эпицентр. Что оценивает магнитуда землетрясений?
а) Глубину очага землетрясения;
б) Объем смещающихся пород;
в) Количество энергии, высвободившееся в очаге землетрясения.
3.Сейсмические волны делятся на:
а) Волны сжатия и волны сдвига;
б) Процесс рраспространения колебаний в среде;
в) Волны расширения и волны выравнивания.

Тест 3

1. Для измерения силы и воздействий землетрясений используется:
а) Шкала магнитуд (например, шкала Рихтера) и различные шкалы

интенсивности;
б) Шкала Мооса;
в) Шкала Апгар.

Тест 4

Чувствительный прибор, который улавливает и регистрирует подземные толчки, отмечая их силу, направление и продолжительность, называется:
а) Тектограф;
б) Риктограф;
в) Сейсмограф;
г) Гигрограф.

Тест 5

Укажите место, где происходит сдвиг горных пород.
а) Эпицентр землетрясения;
б) Очаг землетрясения;
в) Жерло вулкана ;
г) Зона землетрясения

Тест 6

Какие действия нельзя предпринимать во время землетрясения?
а) Стоять в дверных проёмах;
б) Выбегать из здания, если вы находитесь выше 2-го этажа;
в) Пользоваться лифтом;
е) Стоять рядом с колонами.

Тест 7

Для обнаружения и регистрации всех типов сейсмических волн используются специальные приборы:
а) Сейсмограф
б) Риктограф;
г) Гигрограф.

Тест 8

Вибрации – это:
а) сейсмические колебания, всегда происходят вокруг нас, они со-провождают разработку месторождений полезных ископаемых, движение автотранспорта и поездов;
б) подземные толчки и колебания поверхности Земли, вызванные естественными причинами или искусственными процессами (взрывы, заполнение водохранилищ, обрушение подземных полостей горных выработок);
в) область возникновения подземного удара.

Тест 9

Сейсмостойкое строительство – это:
а) раздел гражданского строительства, специализирующийся в области изучения поведения зданий и сооружений под сейсмическим воз-действием в виде сотрясений земной поверхности, потери грунтом своей несущей способности, волн ых железобетон

Блок С

Темы рефератов и презентаций:

1. Антисейсмические швы.
2. Конструктивные мероприятия при строительстве гидротехнических сооружений.
3. Нормы проектирования систем газоснабжения
Грунтовые условия при проектировании и строительстве в районах сейсмичностью 7, 8 9 баллов. 5.Нормативно правовые акты в области сейсмостойкого строительства.
6. Объемно-планировочные решения и конструкции зданий и сооружений.
Строительство водозаборных сооружений на площадках сейсмичностью 7,8,9 и более баллов. 8.Строительство очистных сооружений на площадках сейсмичностью 7,8,9 и более баллов.

9. Паспорт здания и сооружения.
10. Мероприятия по повышению сейсмостойкости.
Строительство теплотрасс на площадках сейсмичностью 7,8,9 и более баллов.
12.Каркасные здания
13.Антисейсмические мероприятия для транспортных сооружений. 14.Антисейсмические мероприятия при строительстве дорог.
15.Антисейсмические мероприятия при строительстве мостов. 16.Подпорные стены.
17.Переходы трубопроводов через стены, сооружения и т.д.
18.Строительство системы теплоснабжения в районах сейсмичностью 7,8 баллов.
19.Строительство системы газоснабжения в районах сейсмичностью 7,8, 9 баллов
20. Предельные высота зданий и сооружений

Перечень тем для реферата:
1.Основные параметры землетрясений
2.Виды сейсмических волн
3.Регистрация землетрясений - сейсмографы и акселерографы
4.Сейсмическая опасность и риск
5.Сейсмическое районирование и микрорайонирование
6.Оценка сейсмической опасности в Кыргызстане
7.Прогноз землетрясений. Типы прогноза
8.Сейсмический риск и его оценка
9.Снижение сейсмического риска
10.Управление снижением сейсмического риска
11.Снижение уязвимости территорий
12.Повышение информированности населения о сейсмической опасности и риск
13.Подготовка государственных органов к управлению сейсмическим риском
14.Страхование от землетрясений
15.Сейсмическая катастрофа и этап чрезвычайной ситуации
16.Основные вилы потерь
17.Национальная система управления катастрофой
18. Управление восстановлением и реконструкция зоны бедствия
Методические указания к выполнению самостоятельных и практических работ приведены

Блок D
Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации:
Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ

1. Каркасные здания
2. Конструктивные мероприятия при строительстве гидротехнических сооружений.
3. Нормы проектирования систем газоснабжения
4. Грунтовые условия при проектировании и строительстве в районах сейсмичностью 7, 8 9 баллов.
5. . Нормативно правовые акты в области сейсмостойкого строительства.
6. Объемно-планировочные решения и конструкции зданий и сооружений.
7. Строительство водозаборных сооружений на площадках сейсмичностью 7,8,9 и более баллов.
8. Строительство очистных сооружений на площадках сейсмичностью 7,8,9 и более баллов.
9. Паспорт здания и сооружения.
10. Мероприятия по повышению сейсмостойкости.
11. Строительство теплотрасс на площадках сейсмичностью 7,8,9 и более баллов.

12. Антисейсмические швы.
13. Антисейсмические мероприятия для транспортных сооружений.
14. Антисейсмические мероприятия при строительстве дорог.
15. Антисейсмические мероприятия при строительстве мостов. 16.Подпорные стены.
16. Переходы трубопроводов через стены, сооружения и т.д.
17. Строительство системы теплоснабжения в районах сейсмичностью 7,8 баллов.
18. Строительство системы газоснабжения в районах сейсмичностью 7,8, 9 баллов
19. Предельные высота зданий и сооружений

Вопросы для проверки уровня обученности УМЕТЬ:

1. Железобетонные фундаменты. Общие сведения о фундаментах. Типы фундаментов сейсмостойких зданий.
2. Конструктивные схемы сейсмостойких зданий.
3. Теоретические предпосылки для расчета и проектирования сейсмостойких зданий и сооружений
4. Строение Земли, температура, давление и скорости распространения сейсмических волн.
5. Тонкостенные пространственные конструкции покрытия. Особенности напряжённого состояния. Достоинства и недостатки.
6. Складчатые покрытия. Конструктивные решения. Схема армирования. Практические методы расчета.
7. Одноэтажные промышленные здания. Конструктивные схемы. Компоновка покрытия
8. Шкалы сейсмической интенсивности.
9. Пространственные тонкостенные конструкции покрытий. Назначение. Достоинства и недостатки.
10. Влияние грунтовых условий на сейсмические колебания поверхности земли.
11. Определение сейсмической нагрузки, действующей на здания и сооружения.
12. Определение горизонтальных сейсмических нагрузок, действующих на здания.

Построение динамической расчетной схемы здания
Формирование расчетных сочетаний нагрузок.
Плоская схема сейсмостойких зданий.
Пространственная расчетная схема в виде перекрестного набора.
Критерии выбора расчетных схем сейсмостойких зданий.
Определение податливостей конструкций сейсмостойких зданий.
Определение частот и форм собственных колебаний.
Классификация конструктивных систем сейсмостойких зданий.
Пространственные устойчивость и прочность зданий, их сейсмостойкость.
Общие требования, предъявляемые к сейсмостойким зданиям
Способы восстановления зданий и сооружений, поврежденных землетрясением

Вопросы для проверки уровня обученности ВЛАДЕТЬ:

Оценка последствий землетрясений
Эколого-экономический ущерб от последствий землетрясения
Оценка сейсмической безопасности территории застройки г.Майкопа.
Оценка сейсмостойкости зданий и сооружений, возведенных из традиционных строительных материалов
Прогноз сейсмического риска
Методы усиления зданий и сооружений, поврежденных землетрясением
Расчетно-аналитическая оценка сейсмостойкости зданий и сооружений
Техническая диагностика состояния строительных конструкций сейсмостойких зданий и сооружений
Физические методы обследования зданий и отдельных конструкций
Оценка параметров сейсмической опасности и характеристик разрушительных последствий землетрясений
Учет сейсмической опасности при проектировании зданий и сооружений
Методы оценки эффективности мероприятий по обеспечению сейсмостойкости зданий и сооружений

Характер и степень разрушения зданий и сооружений при землетрясениях
Способы восстановления зданий и сооружений, поврежденных землетрясениями
Сравнительная оценка последствия землетрясения на территории города и населенного пункта
Архитектурное проектирование сейсмостойких зданий и сооружений
Экспертное заключение о сейсмической опасности проектируемых зданий и сооружений.
Требования к основаниям при строительстве в сейсмоопасных районах.
Проектирование фундаментов в сейсмически опасных районах строительства.
Проектирование стен из камня в сейсмически опасных районах строительства.
Проектирование перегородок в сейсмически опасных районах строительства.
Проектирование перекрытий в сейсмически опасных районах строительства.
Проектирование монолитных железобетонных перекрытий в сейсмически опасных районах строительства.
Проектирование несущих конструкций из монолитного железобетона в сейсмически опасных районах строительства.
Проектирование стальных каркасов в сейсмически опасных районах строительства.
Проектирование стальных перекрытий и покрытий в сейсмически опасных районах строительства.
Проектирование балконов, лоджий и карнизов в сейсмически опасных районах строительства.
Проектирование лестниц и лифтов в сейсмически опасных районах строительства.
Требования, предъявляемые к производству работ и контроль качества каменной кладки.
Требования, предъявляемые к производству работ и контроль качества при монтаже сборных конструкций

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ № _____

1. Вопрос (Вопросы) для проверки уровня обученности ЗНАТЬ
……..……
2. Задачи/задания для проверки уровня обученности УМЕТЬ

3. Задачи /задания для проверки уровня обученности ВЛАДЕТЬ

……

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТАДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯКОМПЕТЕНЦИЙ. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ УСТНОГО ОПРОСА
(промежуточный контроль «ЗНАТЬ »)

При оценке ответов на проверку уровня обученности ЗНАТЬ учитываются следующие критерии:
1.Знание основных разделов изучаемой дисциплины, глубина и полнота раскрытия вопроса. 2.Использование при ответе понятийно-категориального аппарата.
3.Умение установить причинно-следственные связи событий, процессов, явлений, сделать выводы и обобщения.
4.Умение правильно и грамотно отвечать на все поставленные вопросы.
Отметкой (9-10 баллов) оценивается логичный и последовательный ответ студента, который показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание программного (учебного) материала, полно ответившего на все вопросы, усвоившего основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины.
Отметка (6-8 баллов) выставляется студенту, обнаружившего полное знание программного (учебного) материала, усвоившего основную литературу, знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной в программе дисциплины, полно ответившего на все вопросы, но допустившего по некоторым вопросам

несущественные неточности.
Отметкой (2-5 баллов) оценивается знание основного программного (учебного) материала, в минимальном объеме, предусмотренных программой, знакомому с основной и рекомендованной литературой.
Допускается неполнота освещаемого вопроса и ряд неточностей.
Отметкой (0-1 баллов) оценивается ответ студента, показывающий значительные пробелы в знаниях основного программного (учебного) материала и рекомендованной литературы. Ответ носит хаотичный и непоследовательный характер.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ
(промежуточный контроль «УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ»)

При оценке ответов на проверку уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ учитываются следующие критерии:
Отметкой (17-20 баллов) оценивается ответ, при котором студент умеет определять основные проблемы при анализе тех или иных психологических сиуациях, раскрывать и понимать свои действия психологической устойчивости в ЧС.
Отметкой (11-16 баллов) оценивается ответ, при котором студент умеет выделять основные вопросы при характеристике различных психологических сиуациях, раскрывать и понимать свои действия психологической устойчивости в ЧС.

Отметкой (6-10 балла) оценивается ответ, при котором студент умеет выделять основные характеристики той или иной психологической ситуацией. При этом допустившим значительные погрешности при выполнении заданий, но обладающим теоретическими знаниями для их последующего устранения. Демонстрирует частичное или неполное понимание вопросов, предусмотренных программой.

Отметкой (0-5 баллов) оценивается ответ, при котором студент демонстрирует полное неумение применять полученные знания, отсутствие навыков владения
категориальным аппаратом

Шаблон для шкалы оценивания тестовых заданий.

В одном тестовом задании 20 закрытых вопросов.

1. К заданиям даются готовые ответы на выбор, один правильный и остальные неправильные.
2. Обучающемуся необходимо помнить: в каждом задании с выбором одного правильного ответа правильный ответ должен быть.
3. За каждый правильно ответ – 5 баллов
4. Общая оценка определяется как сумма набранных баллов.
5. Отметка (в %).

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ (текущий контроль)

Оцениваются в процентах от выполненных и защищенных практических заданий согласно методическим указаниям по их выполнению.
85-100 % – выполнены и защищены все 5 практических задания;
75-84 % – выполнены все 5 и защищены 4 практических задания;
60-74 % – выполнены все 5 и защищены 3 практических задания;
0-59 % – выполнены 5 и защищены 2 практических задания.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕФЕРАТА (рубежный контроль)

№№ п/п	Наименование показателя	Отметка в %
1	Во введении четко сформулирован тезис, соответствующий теме реферата, выполнена задача заинтересовать читателя.	85-100
2	Деление текста на введение, основную часть и заключение.	
3	В основной части логично, связно и полно доказывается выдвинутый тезис.	
4	Заключение содержит выводы, логично вытекающее из содержания основной части.	
5	Правильно (уместно и достаточно) используются разнообразные средства связи.	
6	Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	
7	При защите реферата демонстрирует полное понимание темы и для выражения своих мыслей не пользуется упрощенно-примитивным языком.	
1	Во введении четко сформулирован тезис, соответствующий теме реферата, в известной мере выполнена задача заинтересовать читателя.	70-84
2	В основной части логично, связно, но не достаточно полно доказывается выдвинутый тезис.	
3	Заключение содержит выводы, логично вытекающее из содержания основной части.	
4	Уместно используются разнообразные средства связи.	
5	При защите реферата демонстрирует понимание темы и для выражения своих мыслей не пользуется упрощенно-примитивным языком.	
1	Во введении тезис сформулирован не четко и не вполне соответствует теме реферата.	60-69
2	В основной части выдвинутый тезис доказывается недостаточно логично (убедительно) и последовательно.	
3	Заключенные выводы не полностью соответствуют содержанию основной части.	
4	Недостаточно или, наоборот, избыточно используются разнообразные средства связи.	
5	При защите реферата демонстрирует не полное понимание темы и язык работы в целом не соответствует уровню 3 курса.	
1	Во введении тезис отсутствует или не соответствует теме реферата.	31-59
2	Деление текста на введение, основную часть и заключение.	
3	В основной части нет логичного последовательного раскрытия темы.	
4	Выводы не вытекают из основной части.	
5	Средства связи не обеспечивают связность изложения материала.	
6	Отсутствует деление текста на введение, основную часть и заключение.	
7	При защите реферата демонстрирует полное непонимание темы и язык работы можно оценить, как «примитивный».	
1	Реферат подготовлен не по теме.	0-30

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПО ТЕСТИРОВАНИЮ (рубежный контроль)

№№ п/п	Наименование показателя	Отметка в %
1	Ответ к вопросам написан логично, связно и полно приводятся определения.	85-100
2	Уместно и достаточно полно приведены и используются соответствующие прямые формулы.	
3	Все требования, предъявляемые к экзамену выполнены.	

1	В ответе к вопросам логично, связно, но не достаточно полно приводятся определения.	70-84
2	Уместно, но не достаточно полно приведены и используются соответствующие прямые формулы.	
3	Выполнены не все требования, предъявляемые к экзамену.	
1	В ответе к вопросам логично, но не связно и не достаточно полно приводятся определения.	60-69
2	Уместно, но не достаточно полно приведены и используются соответствующие прямые формулы.	
3	Выполнены не все требования, предъявляемые к экзамену.	
1	В ответе к вопросам определения приведены на «примитивном» языке изложения.	31-59
2	Недостаточно используются прямые формулы или, наоборот, избыточно используются косвенные формулы, не предусмотренные для ответа, что привело к искажению ответа.	
3	Выполнены не все требования, предъявляемые к экзамену.	
1	Нет теоретических ответов на вопросы.	0-30
2	Были попытки привести формулы, но нет результатов.	
3	Требования предъявляемые к экзамену не выполнены.	

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНА (промежуточный контроль)

Оцениваются в процентах от выполненных и защищенных практических заданий согласно методическим указаниям по их выполнению.
85-100 % – ответы на 12-13 заданий правильные;
75-84 % – ответы на 8-11 заданий правильные;
60-74 % – ответы на 6-9 заданий правильные;

0-59 % – ответы на 3-5 заданий правильные.

Хотя этот сдвиг обычно невелик, и составляет лишь несколько сантиметров, в движение приходят расположенные над эпицентром горы, которые выделяют огромной силы энергию. В результате на земной поверх- ности образовываются трещины, по краям которых начинают смещаться огромные участки земли вместе со всем, что на ней находится – полями, домами, людьми.

Вулканические

Вулканические колебания хоть и слабы, но продолжаются долго. Обычно особой опасности они не представляют, но катастрофические по-следствия зафиксированы всё же были. В результате мощнейшего извер-жения вулкана Кракатау в конце XIX столетия взрывом была уничтожена половина горы, а последующие за этим подземные толчки были такой силы, что раскололи остров на три части, погрузив две трети в пучину. Поднявшееся после этого цунами уничтожило абсолютно всех, кто сумел до этого выжить и не успел покинуть опасную территорию.

Обвальные

Обычно сотрясения эти несильны, но в некоторых случаях их последствия бывают катастрофичны. Так произошло в Перу, когда огром-ная лавина, вызвав землетрясение, на скорости 400 км/ч сошла с горы Ас-каран, и сровняв с землёй не одно поселение, погубила более восемна-дцати тысяч человек.

Техногенные

В некоторых случаях причины и последствия землетрясений не-редко связаны с человеческой деятельностью. Учёными было зафиксиро-вано увеличение количества подземных толчков в районах крупных во- дохранилищ. Связано это с тем, что собранная масса воды начинает да-вить на ниже находящуюся земную кору, а проникающая сквозь грунт вода – разрушать её. Кроме того, увеличение сейсмической активности было замечено в местах добычи нефти и газа, а также в районе шахт и карьеров.

Искусственные

Землетрясения можно вызвать и искусственным путём. Например, после того как КНДР испытывало новое ядерное оружие, во многих местах планеты датчики зафиксировали землетрясения умеренной силы.

Моретрясение

Подводное землетрясение возникает во время столкновения тектонических плит на океаническом дне или недалеко от побережья. Если очаг расположен неглубоко, а магнитуда равняется 7 баллам, подводное землетрясение чрезвычайно опасно, поскольку вызывает цунами. Во время содрогания морской коры одна часть дна опускается, другая – приподнимается, в результате чего вода в попытках вернуться к первоначаль-ному положению начинает двигаться по вертикали, порождая серию огромных волн, идущих по

направлению к побережью. Подобное земле-трясение вместе с цунами нередко могут иметь катастрофические последствия.

Контрольные вопросы:

1. Определение землетрясения.
2. Что такое форшок?
3. Что такое афтершоки?
4. Причины возникновения землетрясений.

ТЕМА 2. ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Основными критериями, определяющими характер землетрясения, являются глубина очага, продолжительность сотрясений грунта, сейсми- ческая энергия и интенсивность землетрясения.

Глубина гипоцентра землетрясения обычно бывает не больше 100 км, но иногда доходит до 700 км. По глубине гипоцентра различают: мелкофо-кусные или поверхностные – 70–80 км, среднефокусные – 80–300 км и глу-бокофокусные – более 300 км. Иногда глубина гипоцентра менее 30 км.

Область в литосфере, в которой начинается подвижка пород, назы-вается фокусом или гипоцентром землетрясения. Проекция гипоцентра на земную поверхность именуется эпицентром. Зона, располагающаяся вокруг эпицентра, называется эпицентральной зоной (зона наиболее ин-тенсивных колебаний грунта).

Продолжительность сотрясения грунта во время землетрясения обычно составляет от нескольких секунд до 40–50, и лишь наиболее раз-рушительные землетрясения могут продолжаться до 1–1,5 минут.

Под сейсмической энергией понимается энергия, излучаемая из ги-поцентра землетрясения в форме сейсмических волн. Большая часть вы-деляющейся энергии расходуется на разламывание и дробление пород, образование тепла. Часть энергии излучается из очага землетрясения (ги-поцентра) во всех направлениях в виде сейсмических волн, которые рас-пространяются в земле, и, достигая ее поверхности, порождают ощущае-мое нами движение грунта (колебание почвы) и вызывают повреждение зданий и сооружений. При этом одновременно распространяются три вида сейсмических волн:

- продольные волны (Р-волны) – сейсмические волны, распро-страняющиеся от очага землетрясения во всех направлениях с поочеред-ным образованием зон сжатия и растяжения. Смещение частиц грунтапри этом происходит вдоль направления распространения волн. Скорость распространения продольных волн около 8 км/с;

– поперечные волны (S-волны) – сейсмические волны, распро-страняющиеся от очага землетрясения во всех направлениях с образова-нием зон сдвига. Смещение частиц происходит перпендикулярно направ-лению

распространения волн. Скорость распространения поперечных волн около 5 км/с;

– поверхностные волны R (волна Релея) и L (волна Лява) – сейсмические волны, распространяющиеся от эпицентра землетрясения в толще верхнего слоя земной коры. Смещение частиц грунта в R-волне происходит в вертикальной плоскости, а в L-волне – в горизонтальной плоскости перпендикулярно направлению распространения этих волн. Скорость распространения поверхностных волн – до 2 км/с.

Сейсмическая энергия оценивается по шкале Рихтера, в которой в качестве единицы измерения используется особая величина – магнитуда. **Магнитуда землетрясения** – это условная величина, характеризующая общую энергию упругих колебаний, вызванных землетрясениями или взрывами. Она позволяет сравнивать источники колебаний по их энергии. Рихтер определял магнитуду, как десятичный логарифм, выраженный в микронах, максимальной амплитуде записи толчка, сделанной стандарт-ным крутильным сейсмографом на расстоянии 100 км от эпицентра. Практически запись колебаний грунта осуществляется сейсмографами стационарных сейсмических станций, расположенных на разном удале-нии от эпицентра, а затем данные приводятся к магнитуде, которая могла бы быть получена в 100-километровой эпицентральной зоне.

Таким образом, шкала Рихтера даёт оценку выхода сейсмической энергии в эпицентре землетрясения, а поэтому любому землетрясению соответствует одна единственная магнитуда. По этой шкале увеличение магнитуды на 1,0 соответствует увеличению амплитуды колебания в 10 раз и увеличению энергии в 32 раза.

Интенсивность сейсмических толчков характеризует степень ущерба, причиненного землетрясением.

Интенсивность является качественной характеристикой землетря-сения и указывает на характер и масштаб воздействия землетрясения на поверхность земли, на людей, животных, а также на естественные и ис-кусственные сооружения в районе землетрясения.

Сейсмическая энергия является лишь одной из составляющих интенсивности, поскольку объем разрушений и количество жертв зависит также от расстояния данного пункта от гипоцентра землетрясения и ряда других факторов. Интенсивность тем больше, чем ближе очаг располо-жен к поверхности, так, например, если очаг землетрясения с магнитудой,равной 8, находится на глубине 10 км, то на поверхности интенсивность составит 11–12 баллов; при той же магнитуде, но на глубине 40–50 км воздействие на поверхности уменьшается до 9–10 баллов. Для определе-ния интенсивности силы толчков землетрясения не только в эпицентре, но и районах, удаленных от него, используются шкалы интенсивности:

– в Европе – 12-балльная европейская макросейсмическая шкала

(EMS);

– в США – 12-балльная шкала Меркалли;

– в Японии – 7-балльная шкала Японского метеорологического агентства;

– в России, Европе и СНГ – получила широкое распространение 12-балльная шкала MSK-64 (Медведева – Шпонхойера – Карника), разра- ботанная в 1964 г. и являющаяся современной модификацией шкалы Меркалли (табл. 1).

С 1996 г. в странах Европейского союза применяется более совре- менная Европейская макросейсмическая шкала (EMS). MSK-64 лежит в основе СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах» и продол-жает использоваться в России и странах СНГ. В Казахстане в настоящее время используется СНиП РК 2.03-30-2006 «Строительство в сейсмических районах».

Таблица 1

12-балльная шкала интенсивности землетрясений MSK-64

Балл. **Сила землетрясения**	**Краткая характеристика**
I. Не ощущается	Не ощущается. Отмечается только сейсмическими приборами.
II. Очень слабые толчки	Отмечается сейсмическими приборами. Ощущается только отдельными людьми, находящимися в состоянии полного покоя на верхних этажах зданий, и очень чуткими домашними животными.
III. Слабое	Ощущается только внутри некоторых зданий, как сотрясение от грузовика.
IV. Интенсивное	Распознаётся по лёгкому дребезжанию и колебанию предметов, посуды и оконных стёкол, скрипу дверей и стен. Внутри здания сотрясение ощущает большинство людей.
V. Довольно сильное	Под открытым небом ощущается многими, внутри домов – всеми. Общее сотрясение здания, колебание мебели. Маятники часов останавливаются. Трещины в оконных стёклах и штукатурке. Пробуждение спящих. Ощущается людьми и вне зданий, качаются тонкие ветки деревьев. Хлопают двери.
VI. Сильное	Ощущается всеми. Многие в испуге выбегают на улицу. Картины падают со стен. Отдельные куски штукатурки откалываются.
VII. Очень сильное	Повреждения (трещины) в стенах каменных домов. Антисейсмические, а также деревянные и плетневые постройки остаются невредимыми.

VIII. Разрушительное	Трещины на крутых склонах и на сырой почве. Памятники сдвигаются с места или опрокидываются. Дома сильно повреждаются. Падают фабричные трубы.
IX. Опустошительное	Сильное повреждение и разрушение каменных домов. Старые деревянные дома кривятся.
X	Трещины в почве иногда до метра шириной. Оползни и обвалы со склонов. Разрушение каменных построек. Искривление железнодорожных рельсов.
XI	Широкие трещины в поверхностных слоях земли. Многочисленные оползни и обвалы. Каменные дома почти полностью разрушаются. Сильное искривление и выпучивание железнодорожных рельсов, разрушаются мосты.
XII	Изменения в почве достигают огромных размеров. Многочисленные трещины, обвалы, оползни. Возникновение водопадов, подпруд на озёрах, отклонение течения рек. Изменяется рельеф. Ни одно сооружение не выдерживает

Контрольные вопросы:

1. Основные критерии, определяющие характер землетрясения.
2. Продолжительность сотрясения грунта во время землетрясения.
3. Что понимают под сейсмической энергией?
4. Характеристика трех видов сейсмических волн.
5. Характеристика 12-балльной шкалы MSK-64.

ТЕМА 3. ПРОГНОЗ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Сложно себе представить, но ежегодно на нашей планете происхо-дит около миллиона землетрясений! Разумеется, в основном это слабые подземные толчки. Землетрясения разрушительной силы случаются зна-чительно реже, в среднем раз в две недели. К счастью, большинство из них происходят на дне океанов и не приносят никаких неприятностей че-ловечеству, если только в результате сейсмических смещений не возни-кает цунами. О катастрофических последствиях землетрясений знает каждый: тектоническая активность пробуждает вулканы, гигантские при-ливные волны смывают в океан целые города, разломы и оползни разру-шают строения, вызывают пожары и наводнения и уносят сотни и тысячи человеческих жизней. Поэтому люди во все времена стремились изучить землетрясения и предотвратить их последствия. Так, Аристотель в IV в. до н. э. считал, что атмосферные вихри внедряются в землю, в которой много пустот и щелей. Вихри усиливаются огнем и ищут выход, вызывая землетря-сения и извержения вулканов. Также Аристотель наблюдал за движениями почвы при землетрясениях и попытался дать их классификацию, выделив шесть типов движений: вверх-вниз, из стороны в сторону и т. п.

Прогноз землетрясений – предположение о том, что землетрясение определённой магнитуды произойдет в определённом месте в определён-ное время (или в определённом диапазоне времени). Несмотря на значи-тельные усилия сейсмологов в исследованиях, пока невозможно дать та-кой прогноз с точностью до дня или месяца

Учёные до сих пор не знают всех деталей физических процессов, связанных с землетрясениями, и методы, какими их можно точно пред-сказывать. Ряд явлений рассматриваются сейчас как возможные пред-вестники землетрясений: изменения в ионосфере, различные типы элек-тромагнитных индикаторов, включая инфракрасные и радиоволны. Многим землетрясениям, особенно крупным, предшествовали некоторые явления, не характерные для данной местности. В результате системати-зации данных по крупным землетрясениям XVII–XXI веков, а также по летописям, в которых упоминаются события, связанные с землетрясени-ями, был установлен ряд некоторых типичных явлений, которые могут служить оперативными предвестниками землетрясений. Так как земле-трясения имеют различные механизмы возникновения, происходят в раз- ных геологических условиях, в разное время суток и года, сопутствую-щие явления, служащие предвестниками, тоже могут быть различными.

Практически все явления-предвестники по состоянию на начало 2010-х годов имеют научное объяснение. Тем не менее использовать их для оперативного оповещения удается крайне редко, поскольку явления-

предвестники не являются специфичными именно для землетрясений. Например, атмосферные световые явления в атмосфере могут возникать в периоды геомагнитных бурь или иметь техногенную природу, а беспокойство животных может быть вызвано надвигающимся циклоном.

В настоящее время выделяют следующие явления, которые могут служить предвестниками землетрясений: форшоки, аномальные атмосферные явления, изменение уровня грунтовых вод, беспокойное поведение животных.

Форшоки – умеренные землетрясения, которые предшествуют сильному. Высокая форшоковая активность в сочетании с другими явлениями может служить оперативным предвестником. Так, например, Китайское сейсмологическое бюро на этом основании начало эвакуацию миллиона человек за день до сильного землетрясения в 1975 году.

Хотя половине крупных землетрясений предшествуют форшоки, из общего числа землетрясений форшоками являются только 5–10 %. Это часто порождает ложные предупреждения.

Оптические явления в атмосфере

С давних времен замечено, что многим крупным землетрясениям предшествуют необычные для данной местности оптические явления в атмосфере: сполохи, похожие на полярные сияния, световые столбы, об-лака странной формы. Появляются они непосредственно перед толчками, но иногда могут происходить и за несколько суток. До массового появле-ния мобильных фото- и видеоустройств анализ такой информации был весьма сложен. Лишь в последнее десятилетие, с развитием спутникового монито-ринга атмосферы, мобильной фотографии и автомобильных видеорегистрато-ров необычные оптические явления перед землетрясением были надежно за-фиксированы, в частности перед Сычуаньским землетрясением.

По современным представлениям, необычные оптические явления в атмосфере связаны с такими процессами в зоне будущего землетрясения, как выход в атмосферу газов из паров напряженных горных пород. Вид и характер явлений зависят от исходящих газов: горючие метан и сероводород могут давать факела пламени, что наблюдалось, например, перед Крымскими землетрясениями, радон под действием собственной радиоактивности флюоресцирует голубым светом и вызывает флюоресценцию других атмосферных газов, сернистые соединения могут вызывать хемилюминисценцию.

Электризация напряженных горных пород вызывает электриче- ские разряды на поверхности земли и в атмосфере в районе будущего очага.

Изменение уровня грунтовых вод

Постфактум установлено, что многим крупным землетрясениям предшествовало аномальное изменение уровня грунтовых вод как в колодцах и скважинах, так в ключах и родниках. В частности, перед Чуй- ским землетрясением, местами, на поверхности почвы, внезапно появи- лись ключи, из которых стала достаточно быстро поступать вода. Тем не менее значительная часть землетрясений не вызывала предшествующих изменений в водоносных горизонтах.

Беспокойное поведение животных

Достоверно засвидетельствовано, что основным толчкам многих сильных землетрясений предшествует необъяснимое беспокойство животных на значительной территории. Такое наблюдалось, например, при Крымских землетрясениях 1927 г., перед Ашхабадским землетрясением и перед Чуйским землетрясением. Но перед Спитакским землетрясением и землетрясением в Нефтегорске массового аномального поведения животных замечено не было.

Контрольные вопросы:

1. Прогноз землетрясений.
2. Виды прогнозов землетрясений.
3. Признаки возможных землетрясений.

ТЕМА 4. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Первая известная попытка изготовить прибор, предсказывающий землетрясения, принадлежит китайскому философу и астроному Чжан Хэну. В Китае эти стихийные бедствия случались и случаются чрезвычайно часто, более того, три из четырех крупнейших в истории человечества землетрясений произошли в Китае. В 132 г. Чжан Хэн изобрел устройство, которому дал имя Хоуфэн «флюгер землетрясений» и кото- рое могло фиксировать колебания земной поверхности и направление их распространения. Хоуфэн стал первым в мире сейсмографом (от греч. seismos – колебание и grapho – пишу) для обнаружения и регистрации сейсмических волн.

Строго говоря, прибор был скорее сейсмоскопом (от греч. skopeo – смотрю), потому что запись его показаний велась не автоматически, но рукою наблюдателя. Хоуфэн был сделан из меди в форме сосуда для вина диаметром 180 см с тонкими стенками. Снаружи сосуда располагались восемь драконов. Головы драконов указывали на восемь направлений: во-сток, юг, запад, север, северо-восток, юго-восток, северо-запад и юго-за-пад. Каждый дракон держал во рту медный шарик, а под его головой си-дела жаба с открытым ртом. Предполагается, что внутри сосуда был вер-тикально установлен маятник с тягами, которые прикреплялись к головам драконов. Когда в результате подземного толчка маятник приходил в дви-жение, тяга, соединенная с

головой, обращенной в сторону толчка, рас-крывала пасть дракона, и шар из нее выкатывался в рот соответствующей жабы. Если выкатывались два шарика, можно было предположить силу землетрясения. Если прибор находился в эпицентре, то выкатывались все шарики. Наблюдатели инструмента могли немедленно сделать запись о времени и направлении землетрясения. Прибор был весьма чувствитель-ным: он улавливал даже слабые подземные толчки, эпицентр которых находился за 600 км от него. В 138 г. этот сейсмограф точно указал на землетрясение, которое произошло в области Луньси.

Сейсмология как наука начала развиваться только с повсеместным появлением и внедрением в практику приборов для регистрации колебаний почвы, т. е. с появлением научной сейсмометрии. В 1855 г. итальянец Луиджи Пальмиери изобрел сейсмограф, способный регистрировать удаленные землетрясения.

Сейсмограф (от др.-греч. σεισμός – землетрясение и др.-греч. γράφω – записывать) или сейсмометр – специальный измерительный при- бор, который используется в сейсмологии для обнаружения и регистра- ции всех типов сейсмических волн.

Прибор для определения силы и направления землетрясения. Действовал он по такому принципу: при землетрясении ртуть проливалась из шарообразного объема в специальный контейнер в зависимости от направления колебаний. Индикатор контакта с контейнером останавли-вал часы, указывая точное время, и запускал запись колебаний земли на барабан. В 1875 г. еще один итальянский ученый, Филиппо Секи, скон-струировал сейсмограф, который включал часы в момент первого толчка
и записывал первое колебание. Первая дошедшая до нас сейсмическая за-пись сделана именно с помощью этого прибора в 1887 г. После этого начался быстрый прогресс в области создания инструментов для реги-страции колебаний почвы. В 1892 г. группа английских ученых, работав-ших в Японии, создала первый достаточно удобный в обращении прибор
– сейсмограф Джона Милна. Уже в 1900 г. функционировала мировая сеть из 40 сейсмостанций, оборудованных приборами Милна.

Сейсмограф состоит из маятника той или иной конструкции и системы регистрации его колебаний. По способу регистрации колебаниймаятника сейсмографы можно разделить на приборы с прямой регистра-цией, преобразователи механических колебаний и сейсмографы с обрат-ной связью. Сейсмографы с прямой регистрацией используют механиче-ский или оптический способ записи. Первоначально при механическом способе записи на конце маятника помещалось перо, процарапывавшее линию на закопченной бумаге, которую потом покрывали закрепляющим составом. Но на маятник сейсмографа с механической регистрацией силь-ное влияние оказывает трение пера о

бумагу. Чтобы уменьшить это вли-яние, необходима очень большая масса маятника. При оптическом спо-собе записи на оси вращения укреплялось зеркальце, которое освещалось через объектив, а отраженный луч попадал на фотобумагу, намотанную на вращающийся барабан. Способ прямой регистрации до сих пор ис-пользуется в сейсмически активных зонах, где движения почвы доста-точно велики. Но для регистрации слабых землетрясений и на больших расстояниях от очагов требуется усиливать колебания маятника. Это осу-ществляется различными преобразователями механических перемеще-ний в электрический ток.

Сейсмографы бывают чувствительны к вертикальным колебаниям земли или к горизонтальным. Чтобы наблюдать движение почвы во всех направлениях, обычно используют три сейсмографа: один с вертикаль-ным маятником и два с горизонтальными, ориентированными на восток и на север. Вертикальный и горизонтальный маятники различаются по своей конструкции, поэтому оказывается достаточно сложным добиться полной идентичности их частотных характеристик. С появлением компь-ютеров и аналого-цифровых преобразователей функциональность сей-смоизмерительного оборудования резко повысилась.

Современный сейсмограф представляет собой комплект приборов, регистрирующих колебания грунта при землетрясении и преобразующих их в электрический сигнал, записываемый на сейсмограммах в аналого- вой и цифровой форме. Однако, по-прежнему, основным чувствительным элементом служит маятник с грузом.

Сейсмические волны проходят внутри земного шара в тех местах, которые недоступны наблюдению. Все, что они встречают на пути, так или иначе их изменяет. Поэтому анализ сейсмических волн помогает вы- яснить внутреннее строение Земли.

При помощи сейсмографа можно оценить энергию землетрясения. Сравнительно слабые землетрясения высвобождают энергию порядка 10 000 кг/м, т. е. достаточную, чтобы поднять груз весом 10 тонн на вы-соту 1 м. Этот энергетический уровень принимается за ноль, землетрясе-нию имеющему в 100 раз больше энергии соответствует 1, еще в 100 раз более сильному соответствуют 2 единицы шкалы. Такая шкала называется шкалой Рихтера в честь известного американского сейсмолога из Ка-лифорнии Ч. Рихтера. Число в такой шкале называется магнитудой и обо-значается М. В самой шкале верхний предел не предусмотрен, по этой причине шкалу Рихтера называют открытой. В действительности сама Земля создает практический верхний предел. Сильнейшие из зарегистри-рованных землетрясений имели магнитуду 8,9. Таких землетрясений с начала инструментальных наблюдений зарегистрировано два, оба под океаном. Одно произошло в 1933 г. у берегов Японии, другое – в 1906 г. у берегов Эквадора. Таким образом, магнитуда землетрясения ха-

рактеризует количество энергии, выделяемой очагом во все стороны. Эта величина не зависит ни от глубины очага, ни от расстояния до пункта наблюдения. Сила проявления землетрясения зависит не только от магнитуды, но и от глубины очага (чем ближе очаг к поверхности, тем больше сила его проявления), от качества грунтов (чем более рыхлый и неустойчивый грунт, тем больше сила проявления). Имеет значение, конечно, и качество наземных построек. Сила проявления землетрясения на земной поверхности определяется по шкале Меркалли в баллах. Баллы отмечаются цифрами от I до XII.

Тектометр – прибор, разработанный в России и запатентованный в Государственном патентном бюро Японии (регистрационный номер N 07PO369). Согласно патенту прибор позволяет регистрировать землетрясение за 40 часов до момента его начала.

Контрольные вопросы:

1. Кому принадлежит первая известная попытка изготовить прибор, предсказывающий землетрясения?
2. Что такое сейсмограф?
3. Из чего состоит сейсмограф?
4. Характеристика тектометра.

ТЕМА 5. СИЛЬНЕЙШИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ ПЛАНЕТЫ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ

По какому критерию определяют самое сильное землетрясение? Чаще всего это делают по внешним признакам разрушения: количество погибших и раненых, число разрушенных зданий, ущерб от разрушения коммуникаций. Иногда материальный ущерб бывает огромным, а число человеческих жертв мало, как, например, при землетрясении в Ташкенте 1966 г. В других случаях землетрясения забирают десятки и сотни тысяч человеческих жизней. К самым сильным землетрясениям, если отталкиваться от материального ущерба, можно отнести землетрясение в Лос-Анджелесе в 1971 г. Ущерб от него повлек потерю около миллиарда долларов. Землетрясение в Сан-Франциско в 1906 г. вызвало пожары в го- роде, что увеличило материальный ущерб, который достиг 425 млн. К са- мым «убыточным» можно отнести и землетрясение в Чили, которое про- изошло в том же году.

Землетрясение, которое забрало больше всего человеческих жизней – это, бесспорно, Великое китайское землетрясение 1556 г. Тогда погибло около 830 тысяч человек. Второе по числу жертв, также произошло в Китае – в 1920 г., оно унесло жизни 200 тыс. человек. Землетрясения в Азии почти всегда приносят большое количество жертв, связано это с повышенной плотностью населения. Так, землетрясение в Токио в 1923 г. оборвало жизни бо- лее 100 тыс. японцев. Причиной большого количества жертв в бедных азиат- ских странах является и низкая сейсмоустойчивость зданий. Именно поэтому

число жертв в Ашхабадском землетрясении 1948 г. достигло 160 тыс. Было разрушены города Ашхабад, Батир и Безмеин.

27 марта 1995 г. землетрясение силой в 9 баллов обрушилось на Сахалин и унесло жизни двух тысяч человек.

8 октября 2005 г. в 8:50 по местному времени мощное землетрясе-ние было зафиксировано в Пакистане. Магнитуда подземных толчков со-ставляла 7,6. По официальным данным, погибли более 74 тысяч человек, в том числе 17 тысяч детей, еще около трех миллионов пакистанцев оста-лись без крыши над головой. Эпицентр землетрясения располагался в па-кистанском регионе Кашмира, в 95 километрах от Исламабада. Очаг под-земных толчков залегал на глубине 10 километров. Землетрясение ощу-тили жители нескольких стран. Стихия вызвала крупные разрушения в северо-восточном Пакистане, Афганистане и в северной Индии. Множе-ство деревень были разрушены до основания. На сегодняшний день зем- летрясение в Кашмире является самым тяжёлым в Южной Азии за по-следние 100 лет.

Самым опустошающим землетрясением XXI века можно считать при-родную катастрофу, произошедшую 26 декабря 2004 г. в акватории Индий-ского океана недалеко от острова Суматра. В результате землетрясения об-разовалось цунами. Погибли 225 тыс. человек, пострадали 2,2 млн.

Как показывает неутешительная статистика, чаще всего землетря-сениям подвержены страны Восточной и Юго-Восточной Азии. В китай-ской провинции Сычуань 12 мая 2008 г. мощное землетрясение силой 7,8 баллов унесло жизни 69 тысяч человек, 18 тысяч считаются пропавшими без вести и около 370 тысяч получили травмы. Эпицентр землетрясения был зафиксирован в 75 километрах от столицы провинции Сычуань го-рода Чэнду, очаг подземных толчков залегал на глубине 19 километров. После основного землетрясения последовали свыше десяти тысяч по-вторных подземных толчков. Отголоски землетрясения дошли и до Пе-кина, который находился на расстоянии полутора тысяч километров от эпицентра. Также подземные толчки почувствовали жители Индии, Па-кистана, Таиланда, Вьетнама, республики Бангладеш, Непала, Монголии и России.

В 2010 г. разрушительное землетрясение произошло на Гаити. 12 ян-варя в 22 км от столицы, Порт-о-Пренса, на глубине 13 км начались мощные толчки. Главный из них имел магнитуду 7 баллов, после чего было зарегистрировано множество более мелких, в том числе и 15 с магнитудой более 5. Это землетрясение стало результатом движений земной коры и контакта Карибской и Североамериканской литосферных плит. Такое сильное землетря-сение здесь уже было в 1751 г., однако число жертв было не таким большим. В 2010 г. только по официальным данным погибло 222 570 человек, полу-

чило ранение около 311 тысяч. В Порт-о-Пренсе стихия разрушила не- сколько тысяч жилых домов и практически все больницы, без крыши над го- ловой осталось около трех миллионов человек. Материальный ущерб стране оценили в 5,6 миллиардов долларов.

11 марта 2011 года в 14:46 по местному времени у восточного побережья острова Хонсю в Японии произошло мощное землетрясение. Магнитуда подземных толчков достигала 9,1. Стихия унесла жизни 15 870 человек, еще 2 846 числятся пропавшими без вести.

Эпицентр подземных толчков находился в 373 километрах к северо-востоку от Токио, очаг залегал в тихом океане на глубине 32 километров. После основного толчка магнитудой 9,0 последовала серия афтершоков, всего их было более 400. Землетрясение вызвало цунами, которое распро- странилось по всему Тихому океану, волна дошла и до России.

По официальным данным, число погибших в результате землетрясе- ния и цунами в 12 префектурах Японии составило 15 870 человек, еще 2 846 человек числятся пропавшими без вести, более шести тысяч человек постра- дали. Разгул стихии привел к аварии на АЭС «Фукусима-1». Землетрясение и цунами вывели из строя внешние средства электроснабжения и резервные дизельные генераторы, это привело к поломке всех систем нормального и аварийного охлаждения, что в свою очередь послужило причиной расплавления активной зоны реакторов на трех энергоблоках.

«Фукусима-1» была официально закрыта в декабре 2013 г. На территории атомной электростанции по сей день продолжаются работы по ликвидации последствий аварии. По оценкам экспертов, приведение объекта в стабильное состояние может занять до 40 лет.

Контрольные вопросы:

1. Землетрясение, которое забрало больше всего человеческих жизней.
2. Крупное землетрясение на территории Российской Федерации.
3. Самое опустошающее землетрясение 21 века.
4. Последствия землетрясений в Японии.

ТЕМА 6. ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

В Кыргызской Республике ежегодно происходит 3,5 тысячи малых и средних землетрясений, и связано это с тем, что Кыргызстан входит в число сейсмоопасных зон планеты. Наиболее сейсмически активны два региона страны: район Алайской впадины – Ошская, Баткенская области и северо-восточная часть Иссык-Кульской впадины около села Тюп. В республике сложно спрогнозировать землетрясение на краткосрочный период.

В исторической памяти людей первые сведения о катастрофиче-ской стихии относятся к тем временам, когда в долине реки Чон-Кемин был

полностью уничтожен древний город (название которого неиз-вестно). Более определённые данные относятся к концу 18 века (в 1770 г. около села Беловодское «было засыпано озеро») и к началу следующего века (в 1807 г. в р-не г. Алматы произошла «страшная катастрофа, отзвуки которой докатились до Кыргызстана). Подробные систематические све-дения о землетрясениях начинаются с описания Беловодской катастрофы 1885 г. (9–10 баллов). В результате этого землетрясения были полностью разрушены сёла Беловодское, Кара-Балта, на склонах Кыргызского хребта имели место обвалы, оползни и осыпи, в предгорьях образовалась трещина длиной до 20 км, шириной до 2 м. В Бишкеке, Сокулуке, Чалды-баре, где землетрясение ощущалось силой 7–8 баллов, были разрушены ветхие дома, пострадали многие строения. В 1911 г. в Северном Тенир-Тоо произошла грандиозная сейсмическая катастрофа (Кеминское земле-трясение силой 10–11 баллов), в результате которой погибло более 1500 чел., были разрушены посёлки в долине реки Чон-Кемин и на северном берегу озера Ыссык-Кол. Протяжённость зоны крупных нарушений земной поверхности (трещины, обвалы, оползни и др.) достигла 250 км. В июне 1938 г. произошло землетрясение с силой толчков до 8 баллов с эпицентром близ станции Жел- Арык (восточная оконечность Чуйской впадины). 9–10 балльное Чаткалское землетрясение в 1946 г. охватило огромную территорию. В городах на юге Кыргызстана и в соседних гос-ударствах (Оше, Жалал-Абаде, Андижане, Ташкенте) сильно пострадали многие сооружения и здания. В груды развалин были превращены по-сёлки, расположенные в эпицентральной зоне (протяжённость до 100 км, ширина 15–20 км), в долинах и предгорных районах произошли значи-тельные обвалы, срывы. Открылись крупные трещины, часть озера Сары-Челек была перекрыта завалом. Чаткалское землетрясение вызвало массу повторных толчков (за последующий месяц после главного удара их было зарегистрировано более 230). В 1970 г. в восточной части Иссык-куль-ской впадины произошло 8–9-балльное Сарыкамышское землетрясение. По размерам очага и выделенной энергии оно является крупнейшим на северных склонах хребта Тескей Ала-Тоо. Зона максимальных сотрясе-ний (20х10 км^2) охватила несколько сёл, где пострадали или частично были разрушены многие жилые дома. В горах отмечались массовые об-валы, оползни, камнепады. В 1978 г. произошло Тюпское землетрясение, интенсивность которого в эпицентре достигла 8–9 баллов. Были повре-ждены и разрушены более 50 населённых пунктов Тюпского района.

В приводораздельных частях хребта Кюнгёй Ала-Тоо зафиксировано ши- рокое развитие небольших по объёму масс обвалов, осыпей, камнепадов и образование трещин в скальных грунтах. В 1977 г. на территории Бат- кенского района Ошской области (юго-восточная часть Ферганской до-лины) произошло 8–9-балльное землетрясение, которое ощущалось на большой

части Кыргызстана, Узбекистана, Таджикистана, а так же в юго-западных районах Казахстана. Максимальное сотрясение проявилось между реками Сох и Исфара, где были разрушены населенные пункты (более 8 сёл). Такой же силы (8–9 баллов) землетрясение произошло в юго-западной части Алайской впадины, оно обозначено как Дароот-Кор-гонское. В пределы эпицентральной зоны крупные населённые пункты не попали, но полностью разрушились чабанские дома и глинобитные за-гоны для скота, имелись человеческие жертвы. В мае 1992 г. на юге Кыр-гызстана произошло Кочкоратинское землетрясение (7–8 баллов). Эпи-центральная область распространилась до 40 км в длину и 5–7 км в ши-рину. Были разрушены Кочкор-Ата и близлежащие селения, произошёл сход оползней.

Одно из сильнейших землетрясений последних лет – Суусамыр-ское (август 1992 г.), которое охватило территорию от Казахских степей до Северного Памира на юге. Зона максимальных сотрясений покрыла южный и северный склоны Суусамырского хребта, Суусамырскую, Арамзинскую, Кетмен-Тюбинскую и Таласскую впадины. В её пределах пострадали все населённые пункты, они были разрушены на 60–80 %. Об-валы и оползни в горах привели к людским жертвам и многочисленной гибели скота. Значительный ущерб нанесла стихия автомобильной дороге Бишкек – Ош. В январе 1997 г. в горах Жаман-Даван Нарынской области зафиксировано 7– 7,5-балльное землетрясение, которое ощущалось на всей территории Северного Тенир-Тоо.

26 декабря 2006 года, Кочкорский район Нарынской области

В 02.00 в этом районе произошло землетрясение магнитудой 6,6 по шкале Рихтера. В Бишкеке колебания почвы ощущались в пределах 4,5 балла, полностью разрушено 10 домов, еще 518 жилых строений разрушились частично. Волна докатилась до города Балыкчи, в котором частично разрушились 12 жилых домов.

5 октября 2008 г., село Нура Алайского района Ошской области

Ночь стала роковой для южного села Нура. Тогда об этом поселении на юге Кыргызстана узнал весь мир. В 21.52 по местному времени подземные толчки силой 8 баллов по шкале Рихтера унесли жизни 75 человек, из которых 42 оказались детьми. Было разрушено 144 здания. В больницы попали 93 ребенка и 49 взрослых. Землетрясение также ощущалось в Таджикистане, Узбекистане и Китае.

14 февраля 2011 года, село Нура Алайского района Ошской области Через три года в Нуре снова проснулись силы природы, человеческих и материальных потерь не было. Сила землетрясения составила 5 баллов по шкале MSK-64, эпицентр находился в 10 километрах от села.

20 июля 2011 года, село Кан Кадамджайского района Баткенской области

Два подземных толчка силой 8 баллов по 12-балльной шкале MSK-64 не дали спокойно спать в ту ночь жителям четырех стран. Они были зафиксированы на юге страны – в Баткенской области. Эпицентр землетрясения находился юго-восточнее поселка Кан (Советский) Баткенской области, на границе с Узбекистаном. Толчки ощущались также в Таджикистане и южных областях Казахстана. Самый большой ущерб понес Узбекистан, где, по оценкам МЧС, погибли 13 человек, 86 гражданам была оказана первая медицинская помощь. В КР же зафиксировали частичное разрушение 83 зданий по Кадамджайскому району.

28 января 2013 г., Тюпский район Иссык-Кульской области

Тогда трясло сразу несколько районов. Сила толчков достигла 6,5 баллов по шкале MSK-64, эпицентр находился в Казахстане, в 100 километрах от Чолпон-Аты. В Тюпском районе пострадало 103 жилых дома. Тогда на компенсацию последствий землетрясения было выделено 303 миллиона сомов.

14 ноября 2014 г., поселок Каджи-Сай Тонского района Иссык-Кульской области

По данным МЧС, эпицентр землетрясения силой 7 баллов зарегистрировали в 07.24 по местному времени в 17 км северо-восточнее по- селка Каджи-Сай и в 60 км от села Тон. Второй толчок зафиксировали в 08.09. Очаг стихии находился в 5 км от села Каджи-Сай и в 16 км от села Тон. Сила толчка достигла 4-х баллов. По области были зафиксированы трещины в домах и зданиях социального значения. Погибших, по данным МЧС, не было.

Пострадавшим отправили гуманитарный груз, собранный жителями республики и органами местного самоуправления.

17 ноября 2015 года, Ошская область

По данным Европейского средиземного сейсмологического центра EMSC, эпицентр землетрясения располагался в Кыргызстане – в 45 км к востоку от Оша, в 42 км к юго-востоку от Узгена, в 272 км – к юго-западу от Бишкека, в 73 км – к юго-востоку от Джалал-Абада. По координатам это почти Кара-Кульджа. Земля проснулась в 23.29 по бишкекскому вре-мени. Магнитуда землетрясения в эпицентре составляла 5,9, глубина – 10 километров. После происшествия Комиссия по гражданской защите Ошской области обследовала 3 381 жилой дом, из них разрушения I степени зафиксированы в 897 домах, II – 1 401, III – 856 и IV – 227. 570 домов признаны аварийными в селах Ошской области. По официаль-ной информации, жертв вследствие землетрясения нет.

Контрольные вопросы:

1. Сколько в Кыргызской Республике ежегодно происходит малых и средних землетрясений?
2. Одно из сильнейших землетрясений последних лет.
3. Характеристика землетрясений в селе Нура Ошской области.

ТЕМА 7. СЕЙСМОСТОЙКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Сейсмостойкое строительство – строительство, осуществляемое в районах, подверженных землетрясениям, с учётом воздействия на зда- ния и сооружения сейсмических (инерционных) сил. Наряду с термином «С. с.» получил распространение более точный термин «антисейсмическое строительство». Дополнительные требования к объектам, строящимся в сейсмических районах, устанавливаются соответствующими нормами (правилами).

Интенсивность землетрясений в разных странах оценивается по различным сейсмическим шкалам. По принятой в СССР шкале (ГОСТ 6249–52) опасными для зданий и сооружений считаются землетря-сения, интенсивность которых достигает 7 баллов и более. В районах, где прогнозируемая максимальная интенсивность землетрясений (сейсмичность, сейсмическая активность) не превышает 6 баллов, проведение спе-циальных антисейсмических мероприятий (при проектировании и строительстве), как правило, не предусматривается. Сейсмичность районов, подверженных землетрясениям, определяется по картам сейсмического районирования. Для уточнения сейсмичности площадки (участка) строительства проводятся соответствующие изыскания. Строительство в райо-нах с сейсмичностью, превышающей 9 баллов, весьма неэкономично. По-этому в нормах указания ограничены районами 7–9-балльной сейсмично-сти. Обеспечение полной сохранности зданий во время землетрясений обычно требует больших затрат на антисейсмические мероприятия, а в некоторых случаях практически неосуществимо. Учитывая, что земле-трясения (особенно сильные) происходят сравнительно редко, нормами допускается возможность повреждения элементов конструкций, не пред-ставляющего угрозы для безопасности людей или сохранности ценного оборудования.

Степень сейсмического воздействия на здания (сооружения) в значительной мере зависит от грунтовых условий. Наиболее благоприят-ными в сейсмическом отношении считаются прочные скальные грунты. Сильно выветренные или нарушенные геологическими процессами по-роды, просадочные грунты, районы осыпей, плывунов, горных выработок неблагоприятны, а иногда и непригодны для устройства оснований сооружений; в тех случаях, когда строительство всё же осуществляется в таких геологических условиях, прибегают к усилению оснований и осу-ществляют

дополнительные мероприятия по сейсмозащите сооружений. Это приводит к значительному удорожанию строительства.

Сейсмостойкость сооружения обеспечивается как выбором благоприятной в сейсмическом отношении площадки строительства, так и разработкой наиболее рациональных конструктивной и планировочной схем сооружения, специальными конструктивными мероприятиями, повышающими прочность и монолитность несущих конструкций, создающих возможность развития в конструктивных элементах и узлах пластических деформаций, значительно увеличивающих сопротивляемость сооруже- ний действию сейсмических сил. Большое значение для повышения сейсмостойкости сооружений имеет высокое качество строительных материалов и работ.

Правильность выбора конструктивных систем и размеров сечений определяется соответствующим расчётом конструкций. Согласно действующим нормам, расчёт сейсмостойких сооружений, как правило, производится по несущей способности и предусматривает нахождение рас- чётных сейсмических нагрузок. Точно определить величины сейсмиче-ских сил и направления их действия на сооружение не представляется возможным, т. к. движение земной коры во время землетрясения зависит от многих факторов, количественная оценка которых возможна лишь при известных допущениях. Применяются различные приближённые методы оценки сейсмических сил. Получивший распространение в 1-й половине
XX в. статический метод определения сейсмических сил исходит из предположения о том, что сооружение представляет собой абсолютно жёсткое тело, все точки которого имеют сейсмические ускорения, равные ускоре-нию основания, и что, следовательно, развивающиеся в соор ужении инер-ционные силы равны произведениям соответствующих масс на ускорение основания. Более совершенным является динамический метод определе-ния сейсмических сил, применяемый в современной практике проектиро-вания и расчёта сейсмостойких сооружений в СССР, США и других стра-нах. Однако и этот метод предполагает ряд допущений, необходимость которых вызвана главным образом отсутствием надёжной исходной ин-формации о максимальных величинах и законах изменения во времени при землетрясениях основных характеристик движения оснований зда-ний и других сооружений (смещений, скоростей, ускорений и др.).

Учитывая приближённый характер методов расчётной оценки сейсмостойкости сооружений, нормы вводят ряд обязательных конструктивных ограничений и требований. К их числу относится, например, ограничение размеров зданий в плане и по высоте. Так, высота зданий с кирпичными стенами из кладки 2-й категории (установлены 3 категории сейсмостойкости кладки: 1-я обладает наибольшей прочностью и монолит-

ностью, 3-я – наименьшей), возводимых в районах с 7-балльной сейсмичностью, не должна превышать 4-х этажей, а с 9-балльной – 2-х этажей. Для кирпичных и каменных стен нормами определены минимальные раз-меры сечений простенков и расстояний между стенами, требуется обяза-тельное введение поэтажных железобетонных поясов и т. п. Высота зда-ний, сооружаемых из наиболее надёжных конструкций и материалов (например, каркасных – из стали и железобетона с монолитными железо-бетонными стенами), нормами не ограничивается.

Величины сейсмических нагрузок и все конструктивные требования устанавливаются нормами в зависимости от сейсмичности площадки строительства и назначения здания (сооружения). Для большинства зданий их расчётная сейсмичность принимается равной сейсмичности строительной площадки. Для особо ответственных сооружений их расчётная сейсмичность повышается по сравнению с сейсмичностью строительной площадки (как правило, на один балл, что соответствует увеличению сейсмических нагрузок вдвое), а для временных сооружений (например, складов), разрушение которых не связано с человеческими жертвами, – снижается.

Контрольные вопросы:

1. Что такое сейсмостойкое строительство?
2. Как обеспечивается сейсмостойкость сооружений?
3. Как устанавливаются величины сейсмических нагрузок и все конструктивные требования?

ТЕМА 8. СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Сильные землетрясения почти всегда влекут за собой разрушения искусственных сооружений и гибель людей, поэтому перед сейсмической службой и геологическими организациями страны стоит задача свести к минимуму возможные потери и жертвы в сейсмоопасных областях и рай- онах. В настоящее время эта ответственная задача решается двумя пу-тями: путем сейсмического районирования территории и путем разра-ботки способов предсказания землетрясений.

Сейсмическое районирование – деление территории на районы с разной степенью интенсивности ожидаемых землетрясений. Данные сейсмического районирования используются при проектировании и строительстве сейсмостойких сооружений и решении других практических за-дач на сейсмически опасной территории. Для составления карт сейсмиче-ского районирования используются исторические данные и инструмен-тальные наблюдения за землетрясениями, геолого-тектонические и гео-физические карты, данные о движениях блоков земной коры.

Детальное изучение сейсмических, геологических и геофизиче- ских особенностей территории позволяет заранее наметить те области, зоны, районы, где в будущем возможны землетрясения, а также оценить их максимальную интенсивность и возможные последствия для тех или иных искусственных сооружений. В этом состоит сущность сейсмиче- ского районирования, т. е. разделения данной территории на участки и районы, в которых в силу особенностей их геологического строения, гео- логической истории и проявления различных современных геологиче- ских процессов (обвалы, оползни, карст и т. д.) вероятна та или иная ин- тенсивность будущих землетрясений. Вероятная балльность будущих землетрясений изображается на специальных картах, которые носят название карт сейсмического районирования.

На первом этапе выделяются зоны возможного возникновения оча-гов землетрясения (зоны ВОЗ) с различными глубинами очагов. Наиболь-шую опасность представляют землетрясения с очагами в пределах земнойкоры (на глубине от 3 до 30–50 км). Зоны ВОЗ классифицируются по мак-симально возможным магнитудам (энергиям) землетрясений.

Эффект землетрясений на поверхности Земли обычно выражают в баллах сейсмической шкалы или в количественных характеристиках ин-тенсивности колебаний (в величинах ускорений и скорости колебаний ча-стиц грунта). На картах сейсмического районирования выделяются зоны с интенсивностью землетрясений 9, 8, 7, 6, 5 и менее баллов или прово-дятся изолинии с амплитудами эффективных пиковых значений ускоре-ний 0,05g, 0,10g, 0,20g, 0,40g (g – ускорение силы тяжести).

Карты сейсмического районирования для всей страны составляются в масштабе 1:5000000 – 1:1000000, для отдельных регионов карты детального сейсмического районирования в масштабе 1:500000–1:100000.

Эффект проявления интенсивности землетрясений сильно зависит от инженерно-геологических условий строительства и от соотношения собственных периодов колебаний сооружений с резонансными колебани-ями слоёв грунта в основании сооружения. Эти особенности не учитыва-ются на мелкомасштабных картах сейсмического районирования. По-этому для городов и пунктов строительства отдельных ответственных со-оружений составляются карты сейсмического микрорайонирования.

За последние 100 лет на территории Кыргызстана произошло мно-жество катастрофических землетрясений, разрушивших посёлки и го- рода, унёсших тысячи человеческих жизней. Предотвратить землетрясе- ние ещё никому не удалось, но возможность многократно уменьшить неизбежные потери существует. Решающую роль в этом играют меропри- ятия, обеспечивающие сейсмостойкость строительных объектов жилищ- ного и промышленного назначения. Они базируются на картах сейсмиче-

ского районирования, которые действуют в качестве нормативного документа при строительстве.

Первая такая карта по Кыргызстану была составлена в 1964 г. Од-нако в её основе лежал сравнительно ограниченный материал, что сни-зило надёжность карты по данным сейсмоопасности. В 1979 г. Институт сейсмологии НАН КР опубликовал карту сейсмического районирования республики, составленную в масштабе 1:250000. На этой карте были обозначены не только эффекты, вызванные уже прошедшими землетрясени-ями, но определены места и сила будущих землетрясений, их вероятная повторяемость. Цикл работ, отражающих результаты исследований по разработке научных и методических основ оценки степени сейсмической опасности за последние 15 лет, а также потребность строительных организаций в получении карты сейсмического районирования более круп-ного масштаба привели к необходимости создания новой карты масштаба 1:1000000, которая была составлена в 1995 г. (издана в 1996 г.). На этой карте выделено 3 типа зон исходной балльности: 1) зоны с силой 9 баллов
и магнитудой 7, 5, в которых наиболее вероятно возникновение остаточ-ных деформаций как сейсмогравитационного, так и сейсморазрывного характера;
2) зоны с силой 8 баллов и магнитудой 6,5–7,0, которые рас-пространены почти по всей территории Кыргызстана; 3) зоны с силой ме-нее 8 баллов и магнитудой менее 7, к которым отнесён лишь самый се-веро-западный угол территории Кыргызстана, находящийся в низовьях рек Ак-Суу, Кара-Балта, Аспара. К первому типу в пределах Северо-Во-сточного Тенир-Тоо относятся субширотно вытянутые Северо-Тенир-То-оская и южнее расположенные Суусамырская и Жумгало-Тескейская зоны. Северо-Тенир-Тооская зона включает северные склоны Кыргыз-ского хребта, Кюнгёй Ала-Тоо, их стык – Боомское ущелье, часть Чуй-ской и Ысык-Кёлской впадин. Суусамырская зона вытянута почти ши-ротно вдоль одноимённых хребта и впадины. В пределах Юго- Западного Тенир-Тоо к этим зонам относятся: полоса Таласо-Ферганского разлома (с её расщеплением с северо-западной части на несколько субпараллель-ных ветвей), Тарско-Южно-Ферганская и Ыссаро- Какшаалская. Талассо-Ферганская зона вытянута вдоль одноимённого разлома и Ферганского хребта. Северо-западнее долины реки Нарын от Таласо-Ферганской зоны к юго-западу отходят: Северо-Ферганская, Ат- Ойнокская и Чандалаш-ская ветви. Тарско- Южно-Ферганская зона, распространяющаяся на юго-восточное замыкание Ферганской впадины, образована двумя пересекающимися зонами: субширотной Южно- Ферганской и Тарской северо- западной. Ыссаро-Какшаалская зона проходит на крайнем юге республики через Алайский, Заалайский хребты и Алайскую впадину.

Контрольные вопросы:

1. Сейсмическое районирование.
2. Какие землетрясения представляют наибольшую опасность?
3. В каком масштабе составляются карты сейсмического районирования?

ТЕМА 9. СЕЙСМИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА

Сейсмическая разведка, сейсморазведка – совокупность геофизических методов разведки, основанных на возбуждении и регистрации сейсмических волн разных типов с целью изучения строения, вещественного состава и напряжённого состояния земных недр.

Искусственно возбуждённые сейсмические волны, распространяясь вглубь Земли, встречают на своём пути границы пород разного состава и с различными физико-механическими свойствами. На каждой границе часть сейсмической энергии отражается, а часть преломляется и уходит на боль- шие глубины. Отражённые волны возвращаются к поверхности вблизи пункта возбуждения (ПВ), а преломлённые, проходя по слоям с повышенной скоростью, – на значительных удалениях от ПВ.

Возбуждение сейсмических колебаний осуществляется на суше с по- мощью взрывов, механических ударов или вибраторов, на море – пневмати-ческих или электроискровых источников (см. Невзрывные источники сей-смических колебаний). Регистрация колебаний производится группами сей-смоприемников. Источники и приёмники располагаются вдоль прямолиней-ных или изломанных профилей, либо по площади. Наибольшее распростра-нение получили системы наблюдений, в которых многоканальная расста-новка сейсмоприёмников с большим перекрытием перемещается вдоль про-филя после каждого цикла возбуждения и приёма колебаний. Механические колебания почвы, преобразованные сейсмоприёмниками в электрический сигнал, по соединительным линиям (сейсмическим косам) или по радио пе-редаются на передвижную сейсморазведочную станцию. Здесь они усилива-ются, частично отфильтровываются от помех и записываются в цифровом виде на магнитную плёнку. Затем эти плёнки обрабатываются на ЭВМ в экс-педиционных и региональных вычислительных сейсмических центрах. По серии последовательно зарегистрированных и обработанных сейсмических волн строится сейсмический разрез земной коры в месте наблюдения, по кар-там отдельных сейсмических границ выявляются погребённые структуры с амплитудами до нескольких десятков метров. Измерение амплитуд, частот и других параметров колебаний позволяет определять свойства, вещественный состав и состояние пород. В основном при сейсмической разведке использу-ются продольные волны, реже – поперечные и обменные волны. Наибольшее распространение получил метод отражённых волн (МОВ), позволяющий картировать границы с точностью до 1– 2% на глубинах до 7–10 км. Метод преломлённых волн (МПВ) обладает большей глубинностью, но меньшей точностью и разрешающей способностью, позволяя изучать только слои с повышенной скоростью сейсмических волн.

Корреляционный метод пре-ломлённых волн (КМПВ) и глубинное сейсмическое зондирование (ГСЗ) стали основными при региональных исследованиях континентов и океанов. Для поисков и разведки полезных ископаемых применяются модификации

МОВ в виде суммирования полезных сигналов, отразившихся от общей глубинной точки (ОГТ); объёмной сейсморазведки, базирующейся на использовании площадных систем наблюдений; многоволновой сейсморазведки,

в которой комплексируют возбуждение и регистрацию волн разных типов и др. Методика применения этих способов имеет свою специфику в нефтега- зовой, угольной и рудной сейсмической разведке. Условно к сейсмической разведке относят также пьезоэлектрический метод (ПЭМ), основанный на изучении электромагнитного поля, возникающего вследствие пьезоэлектри- ческого эффекта, возбуждаемого проходящими сейсмическими волнами. ПЭМ используется для поисков пегматитов. Для увеличения надёжности геологической интерпретации, увеличения разрешающей способности и точности сейсмической разведки привлекаются данные других геофизических методов разведки (гравиметрической, магнитной и электрической).

По условиям проведения наблюдений различают наземную, морскую, скважинную, шахтную сейсмическую разведку. Детальным изучением стро-ения геологического разреза на малых глубинах и свойств грунтов занима-ется инженерная сейсморазведка.

Сейсмическая разведка применяется для сейсмогеологического районирования территории и комплексов горных пород; картирования геологических границ в осадочном чехле и консолидированной коре; изучения рельефа поверхности кристаллического фундамента; поиска структурных и дру- гих ловушек нефти и газа; поисков рудных тел; прогнозирования строения геологического разреза, состава и флюидного насыщения пород; выявления тектонических нарушений и карстовых полостей; определения уровня подземных вод и разведки их месторождений; изучения напряжённого состоя-ния и изменений свойств геологической среды во времени и др.

Применение отражённых сейсмических волн предложено американским учёным Р. Фессенденом в 1913 г., а также независимо советским инженером В. С. Воюцким в 1923 г. Практическое использование МОВ началось с конца 20-х гг. XX в. Модификация ОГТ предложена американским геофизиком Г. Мейном в 1962 г. Преломлённые волны предложил использовать немецкий геофизик Л. Минтроп в 1919 г., КМПВ и ГСЗ разработаны советским учёным Г. А. Гамбурцевым в 1939 г. Применение ПЭМ предложено в 1959 г. советскими геофизиками М. П. Воларовичем, Э. И. Пархоменко и др.

Контрольные вопросы:

1. Сейсмическая разведка.
2. Виды сейсмической разведки.
3. Сферы применения сейсмической разведки.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ (текущий контроль)

Оцениваются в процентах от выполненных и защищенных практических заданий согласно методическим указаниям по их выполнению.
85-100 % – выполнены и защищены все 5 практических задания;
75-84 % – выполнены все 5 и защищены 4 практических задания;
60-74 % – выполнены все 5 и защищены 3 практических задания;
0-59 % – выполнены 5 и защищены 2 практических задания.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕФЕРАТА (рубежный контроль)

№№ п/п	Наименование показателя	Отметка в %
1	Во введении четко сформулирован тезис, соответствующий теме реферата, выполнена задача заинтересовать читателя.	85-100
2	Деление текста на введение, основную часть и заключение.	
3	В основной части логично, связно и полно доказывается выдвинутый тезис.	
4	Заключение содержит выводы, логично вытекающее из содержания основной части.	
5	Правильно (уместно и достаточно) используются разнообразные средства связи.	
6	Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	
7	При защите реферата демонстрирует полное понимание темы и для выражения своих мыслей не пользуется упрощенно-примитивным языком.	
1	Во введении четко сформулирован тезис, соответствующий теме реферата, в известной мере выполнена задача заинтересовать читателя.	70-84
2	В основной части логично, связно, но не достаточно полно доказывается выдвинутый тезис.	
3	Заключение содержит выводы, логично вытекающее из содержания основной части.	
4	Уместно используются разнообразные средства связи.	
5	При защите реферата демонстрирует понимание темы и для выражения своих мыслей не пользуется упрощенно-примитивным языком.	
1	Во введении тезис сформулирован не четко и не вполне соответствует теме реферата.	60-69
2	В основной части выдвинутый тезис доказывается недостаточно логично (убедительно) и последовательно.	
3	Заключенные выводы не полностью соответствуют содержанию основной части.	
4	Недостаточно или, наоборот, избыточно используются разнообразные средства связи.	
5	При защите реферата демонстрирует не полное понимание темы и язык работы в целом не соответствует уровню 3 курса.	
1	Во введении тезис отсутствует или не соответствует теме реферата.	31-59
2	Деление текста на введение, основную часть и заключение.	
3	В основной части нет логичного последовательного раскрытия темы.	
4	Выводы не вытекают из основной части.	
5	Средства связи не обеспечивают связность изложения материала.	
6	Отсутствует деление текста на введение, основную часть и заключение.	
7	При защите реферата демонстрирует полное непонимание темы и язык работы можно оценить, как «примитивный».	
1	Реферат подготовлен не по теме.	0-30

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПО ТЕСТИРОВАНИЮ (рубежный контроль)

Оцениваются в процентах от выполненных и защищенных практических заданий согласно методическим указаниям по их выполнению.
85-100 % – ответы на 12-13 заданий правильные;
75-84 % – ответы на 8-11 заданий правильные;
60-74 % – ответы на 6-9 заданий правильные;

0-59 % – ответы на 3-5 заданий правильные.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНА (промежуточный контроль)

№№ п/п	Наименование показателя	Отметка в %
1	Ответ к вопросам написан логично, связно и полно приводятся определения.	85-100
2	Уместно и достаточно полно приведены и используются соответствующие прямые формулы.	
3	Все требования, предъявляемые к экзамену выполнены.	
1	В ответе к вопросам логично, связно, но не достаточно полно приводятся определения.	70-84
2	Уместно, но не достаточно полно приведены и используются соответствующие прямые формулы.	
3	Выполнены не все требования, предъявляемые к экзамену.	
1	В ответе к вопросам логично, но не связно и не достаточно полно приводятся определения.	60-69
2	Уместно, но не достаточно полно приведены и используются соответствующие прямые формулы.	
3	Выполнены не все требования, предъявляемые к экзамену.	
1	В ответе к вопросам определения приведены на «примитивном» языке изложения.	31-59
2	Недостаточно используются прямые формулы или, наоборот, избыточно используются косвенные формулы, не предусмотренные для ответа, что привело к искажению ответа.	
3	Выполнены не все требования, предъявляемые к экзамену.	
1	Нет теоретических ответов на вопросы.	0-30
2	Были попытки привести формулы, но нет результатов.	
3	Требования предъявляемые к экзамену не выполнены.	