



()

b20030130_18_1 .plx
20.03.01 "

4

144

:

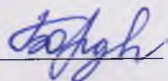
7

51
57
36

(< >< >)	7 (4.1)			
	16			
	17	17	17	17
	34	34	34	34
	12	12	12	12
.	51	51	51	51
	51	51	51	51
.	57	57	57	57
	36	36	36	36
	144	144	144	144

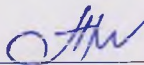
Программу составил(и):

к.т.н., профессор, Ордобаев Бейшенбек Сыдыкбекович



Рецензент(ы):

д.т.н., профессор, Тентиев Жумабек Тентиевич



Рабочая программа дисциплины

Основы сейсмической защиты зданий и сооружений и сейсмостойкость

разработана в соответствии с ФГОС 3+:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 21.03.2016г. №246)

составлена на основании учебного плана:

Направление 20.03.01 Техносферная безопасность профиль "Защита в чрезвычайных ситуациях" утвержденного учёным советом вуза от 26.06.2018 протокол № 12.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Защиты в чрезвычайных ситуациях

Протокол от 27 августа 2018 г. № 1

Срок действия программы: 2018-2024 уч.г.

Зав. кафедрой К.т.н., профессор Ордобаев Б.С.



Визирование РИД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС

от 02 сент 2020 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2019-2020 учебном году на заседании кафедры Защиты в чрезвычайных ситуациях

Протокол от 28 авг 2020 г. № 1
Зав. кафедрой к.т.н., профессор Ордобаев Б.С.

Визирование РИД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС

от 27 авг 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры Защиты в чрезвычайных ситуациях

Протокол от 25 авг 2021 г. № 1
Зав. кафедрой к.т.н., профессор Ордобаев Б.С.

Визирование РИД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС

29.08.2022

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры Защиты в чрезвычайных ситуациях

Протокол от 29.08.2022 № 1
Зав. кафедрой к.т.н., профессор Ордобаев Б.С.

Визирование РИД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС

13.09

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры Защиты в чрезвычайных ситуациях

Протокол от 28 август 23 № 1
Зав. кафедрой к.т.н., профессор Ордобаев Б.С.

1.	
1.1	« » , .

2.	
() :	1. . .02
2.1	:
2.1.1	
2.1.2	
2.1.3	
2.1.4	
2.1.5	
2.2	: , ()
2.2.1	-
2.2.2	-
2.2.3	
2.2.4	-

3.	
, ()	
-10:	
:	
1	, ;
2	, - ,
3	, .
:	
1	, ;
2	, ;
3	
:	
1	; ;
2	, ;
3	, ;

-12:	
:	
1	; ;
2	; ;
3	S -64;
:	
1	; ;
2	; ;
3	
:	
1	; ;
2	; ;
3	

3.1	:
3.1.1	- , ;
3.1.2	- ;
3.1.3	- ;
3.1.4	- S -64;
3.2	:
3.2.1	- ;
3.2.2	- , ;
3.2.3	-
3.3	:
3.3.1	- ;
3.3.2	- , ;
3.3.3	- - ;

4. ()							
	/ /	/	-		.		
1.							
1.1	, - . / /	7	2	-10 - 12	1.1 2.1 2.2 1 2 3	0	
1.2	. / /	7	4	-10	1.1 2.1 2.2 2	0	
1.3	« . »./ /	7	7	-10 - 12	1.1 2.1 1 2 3	0	,
1.4	. / / ,	7	2	-10	1.1 2.1 2	0	
1.5	, , . / /	7	4	-10	1.1 2.1 2	2	" "
1.6	. / /	7	7	-10 - 12	1.1 1 2 3	0	,
2.							
2.1	/ /	7	2	-10	1.1 1.2 2.1 3. 1 2 4	0	
2.2	- . / /	7	4	-10 - 12	1.1 1.2 2.1 3. 1 2 4	0	

2.3	.	/	/	7	7	-10	1.1 1.2 2.1 3. 1 1 2 3 4	0	,	
2.4	-	.	/	/	7	2	-10	1.1 1.2 2.1 3. 1 2	0	
2.5		/	/	7	7	-10	1.1 2.1 3. 2 2	0	,	
	3.									
3.1	.	/	/	7	2	-10	1.1 1.2 2.2 3. 4 1	2	- " .	
3.2	7	4	-10	1.1 1.2 2.2 3. 4 2	2	" "
3.3	.	.	.	1927	7	7	-10 - 12	1.1 1.2 2.2 3. 4 2	0	,
	4.									
4.1	/	/		7	4	-10	1.1 1.2 2.1 3. 1 3.5 2	0	(, .)	
4.2	.	/	/	7	2	-10	1.1 1.2 2.1 3. 2 3.3 1 2 4	2	" - "	

4.3	Сейсмическое районирование. Сейсмическая разведка. Сейсмические станции /Пр/	7	4	ПК-10	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4	2	Интерактивное практическое занятие методом Кейсов на тему "Сейсмическая станция"
4.4	Анализ существующих методов расчета железобетонных конструкций на сейсмические воздействия /Ср/	7	7	ПК-10 ПК-12	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 2 Л3.3 Э2	0	Устный опрос, рефераты
4.5	Отечественный и зарубежный опыт сейсмозащиты зданий /Лек/	7	2	ПК-10	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 2 Л3.3 Э2	0	
4.6	Сейсмоизоляция сооружений /Пр/	7	4	ПК-10	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 2 Л3.3 Л3.5 Э2 Э4	2	Интерактивное практическое занятие методом "Мозговой штурм" на тему "Сейсмоизоляция"
4.7	Адаптивные системы сейсмозащиты /Ср/	7	7	ПК-10	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 2 Л3.3 Э4	0	Устный опрос, рефераты
4.8	Системы с повышенным демпфированием. Системы с гасителями колебаний /Лек/	7	3	ПК-10	Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.3 Э4	0	Лекция с презентацией
4.9	Устройство сейсмостойких фундаментов. /Пр/	7	6	ПК-10	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 2 Л3.3 Л3.5 Э4	0	Работа с конспектом лекций и предлагаемой литературой, решение практических задач по устройству фундаментов.
4.10	Перспективы внедрения систем активной сейсмозащиты в сейсмостойкое строительство /Ср/	7	8	ПК-10 ПК-12	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 2 Л3.3 Э4	0	Устный опрос, рефераты
4.11	/КрЭж/	7	0,3			0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Перечень вопросов к промежуточной аттестации (экзамен)

Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ.

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

12.	
13.	
14.	
15.	7, 8 9
16.	
17.	-
18.	7,8,9
19.	7,8,9
20.	
21.	
22.	7,8,9
23.	
24.	
25.	
26.	
27.	
28.	
29.	7,8
30.	7,8, 9
31.	
:	
1.	-
2.	
3.	
4.	-
5.	-
6.	-
7.	
8.	
9.	-
10.	
11.	-
12.	
13.	
14.	
15.	
16.	
17.	
18.	
19.	
20.	
21.	-
22.	
23.	-
:	
1.	
2.	-
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	-
8.	
9.	
10.	
11.	
12.	
13.	
14.	
15.	
16.	
17.	
18.	
19.	
20.	
21.	

- 22.
- 23.
- 24.
- 25.
- 26.
- 27.
- 28.
- 29.
- 30.

5.2. ()

5.3.

1 " "

1.) - : ,
) () ; - 500 ;
) 5000 ; ()).
 ?

2.) ;
) ;
) .

3.) ;) ?

4.) ;
) ;
) , .

5.) ; :
) ;
) .

6.) ;
) ;
) ;
) .

7.) (,) ;
) ;
) .

8.) , ;
) ;) ;) .

9.) , ;) ;) ? ;) .

10.) ;
) , 2- ;
) ;
) ;
) .

11.) ;) :
) (;) .

12.) - : , , -
) , ; ,
) (, ,) ;

13.) - : , , , ,

) ;

) ;

) ;

1. - :

) ;

) ;

) ;

2. - :

) ;

) ;

3. ;

) ;

4. - :

) ;

) ;

) ;

5. - :

) ;

) ;

6. - ;

) ;

7. - : ;) ;)

) () ;) ;)

) ; ; ; ; ; ; ;

8. - : ;) ;

) ;

) ;

9. - ; () ;) ;

) ; () ;

) ; () ; () ;

10. - () ;) ;

) ; () ; () ;

) ();
) ().
 11. - :
) ;
) (, ,),
) ;
) ()
 , (, ,).
 12. - :
) ()
 : - (N-S), - (W-E), (V). -
 ;
) , ,
) ;
) « -482».
 . - « -482».
 3 "

1. .
 2. ?
 3. ?
 4. ?
 5. 19 20 ?
 6. « » ?
 7. .
 8. ?
 9. .
 10. ?
 11. ?
 12. ?
 13. ?
 14. ?
 15. ?
 16. MSK - 4?
 17. ?
 4 "

1. .
 2. .
 3. ?
 4. .
 5. , .
 6. .
 7. .
 8. .
 9. , .

10. ?
 11. ?
 12. ?
 13. ?
 14. ?
 15. ?
 16. ?
 17. ?
 18. ?

1. :
 2. -
 3. -
 4. -
 5. -

6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
11.	
12.	
13.	
14.	
15.	
16.	
17.	
18.	1.
5.4.	
1.	
2.	
3.	
4.	

6. - ()			
6.1.			
6.1.1.			
	,		,
1.1	. ,, .	:	- 2015
1.2	. . , .	:	2013
6.1.2.			
	,		,
2.1	. ,, . . .	:	2014
2.2	. . , . , .	:	- 2011
6.1.3.			
	,		,
3.1	. . . , .	"	"
3.2	. ,, . .	"	": - 2011
3.3	. ,, . .	-	:
3.4	. ,, .	:	2014
3.5	. ,, .	,	:
6.2. - " "			

1	" (11 2006 N 650) 43 148 7 2012 N 553 " 2006-2011 " (17 2011 N 733) 2 2012 (2020 N 357) 29 2005 (2010 N 41)	toktom.kg
2	.	http://e.lanbook.com
3	.	https://seismo.kg
4	.	seismic-safety.ru
6.3.		
6.3.1 -		
6.3.1.1	.	:
6.3.1.2	-	, - , ,
6.3.1.3	-	, □
6.3.1.4	-	, ,
6.3.1.5	-	, ,
6.3.1.6	-	, ,
6.3.1.7	-	, . . . INTERNET- .
6.3.2		
6.3.2.1	-	« » 11.
6.3.2.2	http://mes.kg/upload/file/zakon-o-hvostohranilishah.rtf	
6.3.2.3	http://www.iprbookshop.ru.-	IPRbooks
6.3.2.4	www.elibrary.ru -	eLIBRARY.RU
6.3.2.5	http://www.public.ru -	:
6.3.2.6	http://e.lanbook.com -	, « » ,
6.3.2.7	http://scientbook.com -	,

7. - ()		
7.1	409 305,	(, , ,).
7.2	()

8.

()

2

(,

)

).

100

100

—

(,).

3.

(, . .).

()

().

()

:

;

(,).

(,).

:

;

;

:

;

(

),

(,);

;

(,),

0 100

60

100-

60

1.

-10-15

-10-15

-1

-3 30

-2

2.

1.

(10-15).

2.

(10-15).

3.

(1-)

4.

3.

4.): ? , (?.

4. « » , (?.

5.) : ? , ? .

5. - , .

1. ; - ,

2. ,

3. ,

4. (, 2008) ... 10 (, 2006) ...

4. : " 2400 ,

5. , 11 " (, 1995, .39). (-4).

6.). " " " " .

7. (), : " " " " " " .

1. : // / : _ _ , _ _ _ _

2. (,)

ТЕМА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ

Землетрясение – это трясение земли. А точнее, землетрясение – это колебание земной поверхности при прохождении волн от подземного источника энергии.

Землетрясение (от греч. *seismos*) – означает, сейсмические явления, которые связаны с землетрясениями, а именно сейсмические волны, сейсмические приборы (сейсмографы), записи сейсмических колебаний (сейсмограммы), сейсмические станции.

Ученым известны землетрясения, которые происходили еще в Древнем Риме, Древнем Китае и в Средние века. Люди, попадавшие в зону землетрясений, записывали свои впечатления о них. Но в Средние века еще не было никаких сейсмических приборов. Люди описывали то, что они видели: оползны, разломы на склонах гор и разрушение зданий. Таким образом было описано Лиссабонское землетрясение 1 ноября 1755 г., которое разрушило столицу Португалии и привело к многочисленным человеческим жертвам.

Иногда подземные толчки сопровождаются хорошо различимым низким гулом, когда частота сейсмических колебаний лежит в диапазоне, воспринимаемом человеческим ухом, иногда такие звуки слышатся и при отсутствии толчков. В некоторых районах они представляют собой до-вольно обычное явление, хотя ощутимые землетрясения происходят очень редко. Имеются также многочисленные сообщения о возникновении свечения во время сильных землетрясений. Общепринятого объяснения таких явлений пока нет.

При многих сильных землетрясениях, помимо основных толчков, регистрируются форшоки (предшествующие землетрясения) и многочисленные афтершоки (землетрясения, следующие за основным толчком). Афтершоки обычно слабее, чем основной толчок, и могут повторяться в течение недель и даже лет, становясь все реже и реже.

К сожалению, на данный момент учёные не настолько хорошо изучили процессы, которые происходят в недрах нашей планеты, а потому прогноз землетрясений дают довольно приблизительный и неточный. Среди причин возникновения землетрясений специалисты выделяют тектонические, вулканические, обвальные, искусственные и техногенные колебания земной коры, моретрясения.

Тектонические

Большинство зафиксированных в мире землетрясений возникало в результате движений тектонических плит, когда происходит резкое смещение горных пород. Это может быть как столкновение друг с другом, так и опускание более тонкой плиты под другую.

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 поверхности образуются 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 последствия зафиксированы всё же были. В результате мощнейшего извержения 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 огромная лавина, вызвав землетрясение, на скорости 400 км/ч сошла с горы Ас-каран, и сровняв с землёй не одно поселение, погубила более восемнадцати тысяч человек.

Техногенные

В некоторых случаях причины и последствия землетрясений не-редко связаны с человеческой деятельностью. Учёными было зафиксировано увеличение количества подземных толчков в районах крупных водохранилищ. Связано это с тем, что собранная масса воды начинает давить 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 первоначальному 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, сейсмическая 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, называется 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 гипоцентра землетрясения в форме сейсмических волн. Большая часть выделяющейся энергии расходуется на разламывание и дробление пород, образование тепла. Часть энергии излучается из очага землетрясения (гипоцентра) во всех направлениях в виде сейсмических волн, которые распространяются 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 удалении 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 землетрясения и указывает на характер и масштаб воздействия землетрясения на поверхность земли, на людей, животных, а также на естественные и искусственные 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 расположен 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 определения 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), разработанная в 1964 г. и являющаяся современной модификацией шкалы Меркалли (табл. 1).

С 1996 г. в странах Европейского союза применяется более современная Европейская макросейсмическая шкала (EMS). MSK-64 лежит в основе СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах» и продолжает 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 чувствительными 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 водопавов, 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 происходит около миллиона землетрясений! Разумеется, в основном это слабые подземные толчки. Землетрясения разрушительной силы случаются значительно реже, в среднем раз в две недели. К счастью, большинство из них происходят на дне океанов и не приносят никаких неприятностей человечеству, если только в результате сейсмических смещений не возникает цунами. О катастрофических последствиях землетрясений знает каждый: тектоническая активность пробуждает вулканы, гигантские приливные волны смывают в океан целые города, разломы и оползни разрушают 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 землетрясения 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 определённое время (или в определённом диапазоне времени). Несмотря на значительные усилия сейсмологов в исследованиях, пока невозможно дать такой 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 предсказывать. Ряд явлений рассматриваются сейчас как возможные предвестники землетрясений: изменения в ионосфере, различные типы электромагнитных индикаторов, включая инфракрасные и радиоволны. Многим землетрясениям, особенно крупным, предшествовали некоторые явления, не характерные для данной местности. В результате систематизации данных по крупным землетрясениям XVII–XXI веков, а также по летописям, в которых упоминаются события, связанные с землетрясениями, был установлен ряд некоторых типичных явлений, которые могут служить оперативными предвестниками землетрясений. Так как землетрясения имеют различные механизмы возникновения, происходят в разных геологических условиях, в разное время суток и года, сопутствующие 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 удастся 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, облака странной формы. Появляются они непосредственно перед толчками, но иногда могут происходить и за несколько суток. До массового появления мобильных фото- и видеоустройств анализ такой информации был весьма сложен. Лишь в последнее десятилетие, с развитием спутникового мониторинга атмосферы, мобильной фотографии и автомобильных видеорегистраторов необычные оптические явления перед землетрясением были надежно зафиксированы, 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 электрические 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 Чуйским землетрясением, местами, на поверхности почвы, внезапно появились 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 толчком 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 которое 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 сеймоскопом (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, раскрывала 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 чувствительным: 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 прибор, который используется в сейсмологии для обнаружения и регистрации 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 останавливал часы, указывая точное время, и запускал запись колебаний земли на барабан. В 1875 г. еще один итальянский ученый, Филиппо Секи, сконструировал сейсмограф, который включал часы в момент первого толчка и записывал первое колебание. Первая дошедшая до нас сейсмическая запись сделана именно с помощью этого прибора в 1887 г. После этого начался быстрый прогресс в области создания инструментов для регистрации колебаний почвы. В 1892 г. группа английских ученых, работавших 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 колебаний маятника сейсмографы можно разделить на приборы с прямой регистрацией, преобразователи механических колебаний и сейсмографы с обратной связью. Сейсмографы с прямой регистрацией используют механический 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 сильное влияние оказывает трение пера о

бумагу. Чтобы уменьшить это влияние, необходима очень большая масса маятника. При оптическом способе 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 используется в сейсмически активных зонах, где движения почвы достаточно велики. Но для регистрации слабых землетрясений и на больших расстояниях от очагов требуется усиливать колебания маятника. Это осуществляется различными преобразователями механических перемещений 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 вертикальным 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 компьютеров и аналого-цифровых преобразователей функциональность сейсмоизмерительного оборудования резко повысилась.

Современный сейсмограф представляет собой комплект приборов, регистрирующих колебания грунта при землетрясении и преобразующих их в электрический сигнал, записываемый на сейсмограммах в аналоговой 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 выяснить 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 высоту 1 м. Этот энергетический уровень принимается за ноль, землетрясению 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 Калифорнии Ч. Рихтера. Число в такой шкале называется магнитудой и обозначается М. В самой шкале верхний предел не предусмотрен, по этой причине шкалу Рихтера называют открытой. В действительности сама Земля создает практический верхний предел. Самые сильные из зарегистрированных 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-

рактирует 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 городе, что увеличило материальный ущерб, который достиг 425 млн. К самым «убыточным» можно отнести и землетрясение в Чили, которое произошло 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 более 100 тыс. японцев. Причиной большого количества жертв в бедных азиатских 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 землетрясение было зафиксировано в Пакистане. Магнитуда подземных толчков составляла 7,6. По официальным данным, погибли более 74 тысяч человек, в том числе 17 тысяч детей, еще около трех миллионов пакистанцев остались без крыши над головой. Эпицентр землетрясения располагался в пакистанском регионе Кашмира, в 95 километрах от Исламабада. Очаг подземных толчков залегал на глубине 10 километров. Землетрясение ощутили жители нескольких стран. Стихия вызвала крупные разрушения в северо-восточном Пакистане, Афганистане и в северной Индии. Множество деревень были разрушены до основания. На сегодняшний день землетрясение в Кашмире является самым тяжёлым в Южной Азии за последние 100 лет.

Самым опустошающим землетрясением XXI века можно считать природную катастрофу, произошедшую 26 декабря 2004 г. в акватории Индийского океана недалеко от острова Суматра. В результате землетрясения образовалось цунами. Погибли 225 тыс. человек, пострадали 2,2 млн.

Как показывает неутешительная статистика, чаще всего землетрясениям подвержены страны Восточной и Юго-Восточной Азии. В китайской 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 города Чэнду, очаг подземных толчков залегал на глубине 19 километров. После основного землетрясения последовали свыше десяти тысяч повторных подземных толчков. Отголоски землетрясения дошли и до Пекина, который находился на расстоянии полутора тысяч километров от эпицентра. Также подземные толчки почувствовали жители Индии, Пакистана, Таиланда, Вьетнама, республики Бангладеш, Непала, Монголии и России.

В 2010 г. разрушительное землетрясение произошло на Гаити. 12 января 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 землетрясение 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-

чилось ранение около 311 тысяч. В Порт-о-Пренсе стихия разрушила несколько тысяч жилых домов и практически все больницы, без крыши над головой 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 распространилось по всему Тихому океану, волна пошла и до России.

По официальным данным, число погибших в результате землетрясения и цунами в 12 префектурах Японии составило 15 870 человек, еще 2 846 человек числятся пропавшими без вести, более шести тысяч человек пострадали. 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 катастрофической 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 сведения 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, Сокулукe, 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 землетрясение 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 посёлки, расположенные в эпицентральной зоне (протяжённость до 100 км, ширина 15–20 км), в долинах и предгорных районах произошли значительные 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-кульской 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 сотрясений ($20 \times 10 \text{ км}^2$) охватила несколько сёл, где пострадали или частично были разрушены многие жилые дома. В горах отмечались массовые обвалы, оползни, камнепады. В 1978 г. произошло Тюпское землетрясение, интенсивность которого в эпицентре достигла 8–9 баллов. Были повреждены и разрушены более 50 населённых пунктов Тюпского района.

В приводораздельных частях хребта Кюнгёй Ала-Тоо зафиксировано широкое развитие небольших по объёму масс обвалов, осыпей, камнепадов и образование трещин в скальных грунтах. В 1977 г. на территории Баткенского района Ошской области (юго-восточная часть Ферганской долины) 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 поселка 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 времени. 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 официальной 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 здания 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 землетрясения, интенсивность которых достигает 7 баллов и более. В районах, где прогнозируемая максимальная интенсивность землетрясений (сейсмичность, сейсмическая активность) не превышает 6 баллов, проведение специальных 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 районах с сейсмичностью, превышающей 9 баллов, весьма неэкономично. По-этому в нормах указания ограничены районами 7–9-балльной сейсмичности. Обеспечение полной сохранности зданий во время землетрясений обычно требует больших затрат на антисейсмические мероприятия, а в некоторых случаях практически неосуществимо. Учитывая, что землетрясения (особенно сильные) происходят сравнительно редко, нормами допускается возможность повреждения элементов конструкций, не представляющего угрозы для безопасности людей или сохранности ценного оборудования.

Степень сейсмического воздействия на здания (сооружения) в значительной мере зависит от грунтовых условий. Наиболее благоприятными в сейсмическом отношении считаются прочные скальные грунты. Сильно выветренные или нарушенные геологическими процессами породы, просадочные грунты, районы осыпей, пльвунов, 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 осуществляют

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 сооружений 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 расчётных сейсмических нагрузок. Точно определить величины сейсмических 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 ускорению основания, и что, следовательно, развивающиеся в сооружении инерционные силы равны произведениям соответствующих масс на ускорение основания. Более совершенным является динамический метод определения сейсмических сил, применяемый в современной практике проектирования и расчёта сейсмостойких сооружений в СССР, США и других странах. Однако и этот метод предполагает ряд допущений, необходимость которых вызвана главным образом отсутствием надёжной исходной информации о максимальных величинах и законах изменения во времени при землетрясениях основных характеристик движения оснований зданий 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 размеры сечений простенков и расстояний между стенами, требуется обязательное введение поэтажных железобетонных поясов и т. п. Высота зданий, сооружаемых из наиболее надёжных конструкций и материалов (например, каркасных – из стали и железобетона с монолитными железобетонными 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 районах. В настоящее время эта ответственная задача решается двумя путями: путем сейсмического районирования территории и путем разработки 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 задач на сейсмически опасной территории. Для составления карт сейсмического районирования используются исторические данные и инструментальные наблюдения за землетрясениями, геолого-тектонические и геофизические карты, данные о движениях блоков земной коры.

Детальное изучение сейсмических, геологических и геофизических 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 сейсмического районирования, т. е. разделения данной территории на участки и районы, в которых в силу особенностей их геологического строения, геологической истории и проявления различных современных геологических процессов (обвалы, оползни, карст и т. д.) вероятна та или иная интенсивность будущих землетрясений. Вероятная балльность будущих землетрясений изображается на специальных картах, которые носят название карт сейсмического районирования.

На первом этапе выделяются зоны возможного возникновения очагов землетрясения (зоны ВОЗ) с различными глубинами очагов. Наибольшую опасность представляют землетрясения с очагами в пределах земной коры (на глубине от 3 до 30–50 км). Зоны ВОЗ классифицируются по максимально возможному магнитудам (энергиям) землетрясений.

Эффект землетрясений на поверхности Земли обычно выражают в баллах сейсмической шкалы или в количественных характеристиках интенсивности колебаний (в величинах ускорений и скорости колебаний частиц грунта). На картах сейсмического районирования выделяются зоны с интенсивностью землетрясений 9, 8, 7, 6, 5 и менее баллов или проводятся изолинии с амплитудами эффективных пиковых значений ускорений 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 колебаниями слоёв грунта в основании сооружения. Эти особенности не учитываются на мелкомасштабных картах сейсмического районирования. По-этому для городов и пунктов строительства отдельных ответственных сооружений составляются карты сейсмического микрорайонирования.

За последние 100 лет на территории Кыргызстана произошло множество катастрофических землетрясений, разрушивших посёлки и города, унёсших тысячи человеческих жизней. Предотвратить землетрясение ещё никому не удалось, но возможность многократно уменьшить неизбежные потери существует. Решающую роль в этом играют мероприятия, обеспечивающие сейсмостойкость строительных объектов жилищного 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. Однако в её основе лежал сравнительно ограниченный материал, что снизило 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 землетрясениями, 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 крупного 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 остаточных деформаций как сейсмогравитационного, так и сейсморазрывного характера; 2) зоны с силой 8 баллов и магнитудой 6,5–7,0, которые распространены почти по всей территории Кыргызстана; 3) зоны с силой менее 8 баллов и магнитудой менее 7, к которым отнесён лишь самый северо-западный угол территории Кыргызстана, находящийся в низовьях рек Ак-Суу, Кара-Балта, Аспара. К первому типу в пределах Северо-Восточного Тенир-Тоо относятся субширотно вытянутые Северо-Тенир-Тооская и южнее расположенные Суусамырская и Жумгало-Тескейская зоны. Северо-Тенир-Тооская зона включает северные склоны Кыргызского хребта, Кюнгёй Ала-Тоо, их стык – Боомское ущелье, часть Чуйской и Ысык-Кёльской впадин. Суусамырская зона вытянута почти широтно 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 субпараллельных ветвей), Тарско-Южно-Ферганская и Ыссаро-Какшаалская. Таласо-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 Чандалашская 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 большие 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 помощью взрывов, механических ударов или вибраторов, на море – пневматических или электронскаковых источников (см. Невзрывные источники сейсмических колебаний). Регистрация колебаний производится группами сейсмоприёмников. Источники и приёмники располагаются вдоль прямолинейных или изломанных профилей, либо по площади. Наибольшее распространение получили системы наблюдений, в которых многоканальная расстановка сейсмоприёмников с большим перекрытием перемещается вдоль профиля после каждого цикла возбуждения и приёма колебаний. Механические колебания почвы, преобразованные сейсмоприёмниками в электрический сигнал, по соединительным линиям (сейсмическим косам) или по радио передаются на передвижную сейсморазведочную станцию. Здесь они усиливаются, частично отфильтровываются от помех и записываются в цифровом виде на магнитную плёнку. Затем эти плёнки обрабатываются на ЭВМ в экспедиционных и региональных вычислительных сейсмических центрах. По серии последовательно зарегистрированных и обработанных сейсмических волн строится сейсмический разрез земной коры в месте наблюдения, по картам 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 используются 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 глубиной, 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 комплексуют возбуждение и регистрацию волн разных типов и др. Методика применения этих способов имеет свою специфику в нефтегазовой, угольной и рудной сейсмической разведке. Условно к сейсмической разведке относят также пьезоэлектрический метод (ПЭМ), основанный на изучении электромагнитного поля, возникающего вследствие пьезоэлектрического 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 строения геологического разреза на малых глубинах и свойств грунтов занимается 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 других 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 состояния 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 2

Технологическая карта дисциплины «Основы сейсмической защиты зданий и сооружений»

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

Название модулей дисциплины согласно РПД	Контроль	Форма контроля	зачетный минимум	зачетный максимум	график контроля
Модуль 1					
Модуль 1. Основные сведения о параметрах землетрясений и зданиях.	Текущий контроль	Самостоятельная работа студента, посещаемость и активность на занятиях	4	8	5 недели
	Рубежный контроль	Тест	7	10	
Модуль 2					
Модуль 2. Антисейсмические мероприятия	Текущий контроль	Самостоятельная работа студента, посещаемость и активность на занятиях	4	8	8 недели
	Рубежный контроль	Контрольная работа	6	10	
Модуль 3					
Модуль 3. Сильнейшие землетрясения планеты и их последствия	Текущий контроль	Самостоятельная работа студента, посещаемость и активность на занятиях	4	8	14 недели
	Рубежный контроль	Тест	6	10	
Модуль 4					
Модуль 4. Сейсмостойкое строительство.	Текущий контроль	Самостоятельная работа студента, посещаемость и активность на занятиях	3	8	16 недели
	Рубежный контроль	Устный опрос, рефераты	6	10	
ВСЕГО за семестр			40	70	17
Промежуточный контроль (Зачет с оценкой)		Устный опрос, письменное решение задачи	20	30	
Семестровый рейтинг по дисциплине			60	100	

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.	