

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Теория сооружений и строительных конструкций»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

*М.1.3.1.1 «Моделирование конструктивных систем зданий и сооружений при
сейсмических воздействиях»*

направления подготовки
08.04.01 «Строительство»

Профиль 8 *«Инновационные конструктивные решения в строительном
комплексе»*

форма обучения – очная
курс – 2
семестр –
зачетных единиц – 3
часов в неделю – 5
всего часов – 108
в том числе:
лекции – 8
коллоквиумы – 2
практические занятия – 26
лабораторные занятия – нет
самостоятельная работа – 72
зачет – 3 семестр

1. Цель и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины.

Программа учебной дисциплины *«Моделирование конструктивных систем зданий и сооружений при сейсмических воздействиях»* является специальной для всех форм обучения профиля *«Инновационные конструктивные решения в строительном комплексе»*.

Целью преподавания курса является подготовка специалистов, имеющих знания и навыки, позволяющие им рассчитывать инженерные конструкции на прочность, жесткость и устойчивость для обеспечения безопасности, долговечности и одновременно экономичности проектируемых конструкций, находящихся под воздействием сейсмических нагрузок.

Задачи изучения дисциплины:

Будущий специалист должен получить знания о формировании расчетной схемы, анализа напряженного и деформированного состояния элементов конструкций простейшей формы. В процессе проектирования и эксплуатации конструкций необходимо уметь решать две основные задачи: оценка внешних усилий, обусловленных сейсмическими воздействиями, надежности существующей конструкции по переменным параметрам нагружения и свойств материала; подбор безопасных размеров конструкции, удовлетворяющих условиям сейсмостойкости.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Для успешного изучения дисциплины *«Моделирование конструктивных систем зданий и сооружений при сейсмических воздействиях»* необходимы знания, приобретенные обучающимися при изучении дисциплин: «Математика», «Теория вероятности», «Физика», «Сопrotивление материалов», «Строительная механика», «Теория упругости», «Теория пластичности», «Динамика сооружений», «Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины *«Моделирование конструктивных систем зданий и сооружений при сейсмических воздействиях»* направлено на формирование следующих компетенций: ОК-1; ОПК-4; ОПК-6, ОПК-8; ОПК-10; ПК-5; ПК-7

ОК-1: способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

ОПК-4: способность демонстрировать знания фундаментальных и прикладных дисциплин программы магистратуры;

ОПК-6: способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение;

ОПК-8: способность демонстрировать навыки работы в научном коллективе, способностью порождать новые идеи (креативность);

ОПК-10: способность и готовностью ориентироваться в постановке задачи, применять знания о современных методах исследования, анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию;

ПК-5: способность разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок, готовить задания для исполнителей, организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты;

ПК-7: способность разрабатывать физические и математические (компьютерные) модели явлений и объектов, относящихся к профилю деятельности.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий (9 семестр)

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лекции	Коллоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9 семестр									
1	1-2	1	Общие сведения о землетрясениях. Магнитуда, бальность	13/1	1/1	0	0	4	8
	3-4	2	Расчетные схемы зданий и сооружений. Линейный осциллятор	13/1	1/1	0	0	4	8
	5-6	3	Определение сейсмических сил на осциллятор	13	1	0	0	4	8
	7-8	4	Спектральная теория сейсмостойкости	11	1	0	0	2	8
2	9-10	5	Уравнения колебаний системы со многими степенями свободы	11/1	1/1	0	0	2	8
	11-12	6	Нормативный метод определения сейсмических нагрузок	12	0	2	0	2	8
	13-14	7	Определение внутренних усилий в конструкции	13/1	1/1	0	0	4	8
	15-16	8	Расчет зданий и сооружений на воздействие акселерограмм	12	1	0	0	3	8

	17-18	9	Метод конечных элементов в задачах сейсмостойкости	12	1	0	0	3	8
Всего за семестр:				108/4	8/4	2	0	26	72

5. Содержание лекционного курса

№ тем	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, обрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
9 семестр				
1	2	1	Основные сведения о землетрясениях. Модель схемы землетрясения. Сейсмические волны. Магнитуда. Бальность. Повторяемость землетрясений. Максимальное ускорение грунта.	1, 2, 3, 4, 7, 17
2	2	2	Расчетные схемы зданий и сооружений. Линейный осциллятор. Реакция системы при двух динамических воздействиях	1, 2, 3, 4, 7, 17
3	2	3	Определение сейсмических сил на осциллятор при различных законах движения основания (гармоническое, закон прямоугольника, сейсмический удар).	1, 2, 3, 4, 5, 15, 17
4	2	4	Спектральная теория сейсмостойкости. Спектр ускорений, нормативный метод расчета линейного осциллятора на сейсмическое воздействие.	1, 2, 3, 6, 7, 14, 17
5	2	5	Дифференциальные уравнения колебаний системы со многими степенями свободы. Применение метода разложения по собственным формам колебаний.	2, 3, 4, 7, 9, 16, 17
6	2	6	Определение сейсмических нагрузок для систем с n степенями свободы (нормативный метод).	1, 2, 3, 4, 7, 14, 17
7	2	7	Определение внутренних усилий: по формам колебаний, нормативный метод.	1, 2, 4, 5, 7, 13, 16, 17
8	2	8	Расчет зданий и сооружений на воздействие акселерограмм. Использование метода центральных разностей; схема Ньюмарка к решению системы уравнений движения.	1, 2, 3, 4, 7, 11, 17
9	2	9	Применение метода конечных элементов в решении динамических задач сейсмостойкости. Общие положения метода. Матрицы жесткости, масс, частоты и формы собственных колебаний.	1, 2, 3, 4, 7, 8, 15, 17
Всего за 9 семестр 18 час.				
10 семестр				
10	2	1	Представление сейсмического воздействия в виде случайного процесса. Стационарные случайные процессы. Нестационарные случайные процессы. Аппроксимации законов движения земли и сейсмического ускорения при землетрясении.	1, 2, 3, 4, 7, 14, 18
11	2	2	Простейшие расчетные схемы систем при случайных воздействиях. Уравнения движения. Сейсмические силы.	1, 2, 3, 4, 7, 15, 18
12	2	3	Оценка надежности высотных сооружений при	1, 2, 3, 4, 7, 10,

			изгибе под действием сейсмических нагрузок. Схема консольной конструкции: на жестком основании; на податливом основании; схема опрокидывания сооружения при землетрясении.	16, 18
13	2	4	Сейсмостойкость конструкций, несущих резервуары с жидкостью: одномассовая система; n-массовая система.	1, 2, 3, 6, 9, 15, 18
14	2	5	Динамические свойства грунтов. Состав грунта. Динамическая прочность грунта.	1, 2, 3, 4, 7, 16, 18
15	2	6	Давление грунта при землетрясениях. Теория Кулона, теория Мононобе.	1, 2, 3, 4, 5, 9, 15, 18
16	2	7	Несущая способность грунта: в обычных условиях; при землетрясениях.	1, 3, 4, 7, 14, 18
17	2	8	Осадка и разрушение грунта. Разрушение песчаного грунта. Оползни грунта.	1, 4, 5, 8, 11, 15, 19
18	2	9	Сейсмоизоляция. Виброгашение. Модели демпфирования при случайных колебаниях.	1, 2, 3, 4, 11, 18, 19
			Всего за 10 семестр 18 час	
			Всего за уч. год 36 час	

6. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	
			9 семестр	
2	2	1	Определение собственных значений и собственных векторов положительно определенной матрицы. Итерационный метод.	1, 3, 7, 15, 17
	2	2	Определение собственных частот и форм колебаний в расчетной схеме консольной балки с сосредоточенными массами (пример трехмассовой системы)	1, 3, 4, 7, 16, 17
5	2	3	Метод спектральной функции С. А. Бернштейна определения частот многомассовой системы и системы с распределенными параметрами и сосредоточенными массами (пример консольной балки с распределенной и сосредоточенной массами).	1, 3, 4, 7, 10, 17
6	2	4	Определение сейсмических нагрузок и внутренних усилий в расчетной схеме балки по формам колебаний.	1, 3, 4, 7, 8, 11, 17
	2	5	Определение расчетных значений внутренних усилий нормативным методом.	1, 3, 4, 7, 10, 17
	2	6	Нормативный расчет широкопролетного (трехэтажного) здания. Частотный анализ, определение нагрузок.	1, 3, 4, 7, 10, 11, 17
7	2	7	Колебания жестких фундаментов мелкого заложения. Частотный анализ собственных колебаний.	1, 3, 4, 7, 16, 17
	2	8	Ориентировочный расчет потребной площади фундамента при вертикальном сейсмическом	1, 3, 4, 7, 15, 17

2	10	2. Расчетные схемы зданий и сооружений. Выполнить расчетное задание: Определение частот и форм собственных колебаний схемы консольного стержня с сосредоточенными массами	2, 3, 9, 11, 16, 17
3-6	10	3. Определение сейсмических сил осциллятора и многомассовых систем. Выполнить расчетное задание: Определение сейсмических нагрузок в многомассовой системе нормативным методом	1, 2, 3, 10, 15, 17
7	10	4. Определение внутренних усилий в многомассовой системе при сейсмическом нагружении. Выполнить расчетное задание: Определение внутренних усилий в многомассовой системе: по формам колебаний; нормативным методом	3, 4, 6, 7, 14, 17
8-9	5	5. Расчет зданий и сооружений на воздействие акселерограмм	1, 4, 10, 9, 15, 17
9	10	6. Колебания жестких фундаментов мелкого заложения. Расчет потребной площади фундамента при сейсмическом на него воздействии	4, 12, 16, 17
	2	7. Динамика податливых фундаментов при сейсмическом на них воздействии	2, 3, 4, 5, 7, 12, 13, 17
	2	8. Прочностные свойства строительных материалов и конструкций при нагрузках типа сейсмических	4, 10, 13, 14, 17
Всего		54 часа	

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
		10 семестр	
10	6	Представление сейсмического воздействия в виде случайного процесса: стационарный процесс; нестационарный процесс	3, 6, 12, 14, 18
11-12	6	Оценка надежности высотных сооружений под действием сейсмических нагрузок	7, 13, 15, 18
13	6	Сейсмостойкость конструкций, несущих резервуары с жидкостью	8, 10, 12, 13, 18
14-17	6	Динамическое поведение и свойства грунтов при сейсмическом воздействии	2, 9, 11, 15, 16, 18
18	6	Сейсмоизоляция. Виброгашение. Сейсмоустойчивые опоры фундамента	4, 5, 12, 13, 18
	6	Проектирование сейсмостойких зданий и сооружений. Подготовить реферативную работу по теме: проектирование сейсмостойких зданий	4, 7, 8, 12, 16, 18
		Всего 36 час	

10. Расчетно-графическая работа
Учебным планом не предусмотрена.

11. Курсовая работа
Учебным планом не предусмотрена.

12. Курсовой проект

Учебным планом не предусмотрен.

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Средства (фонд оценочных средств) оценки текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины представляют собой комплект контролирующих материалов следующих видов:

– Текущий контроль усвоения лекционного материала. Представляет собой один вопрос, ответ на который студент должен дать в результате прослушивания и конспектирования лекции. Поставленные вопросы требуют точных и коротких ответов. Текущий контроль проводится в устном виде в течение лекции после изложения ключевых вопросов темы и в конце лекции. Проверяется правильность восприятия нового материала и сформированности понятий. Выполнение аудиторных контрольных работ по темам: 1, 4, 5, 6, 8, 10, 12.

– Промежуточная аттестация (модуль) проводится с целью проверки выполнения самостоятельной работы в форме контрольной работы по решению задач и освоению теоретического материала по темам 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

– Промежуточная аттестация (модуль) по темам 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 проводится в форме устного зачета по результатам выполнения заданий СРС и тестирования.

– Итоговая аттестация (экзамен) по результатам изучения дисциплины в форме решения задач и ответов на теоретические вопросы в письменном виде, для оценки формирования следующих компетенций: ОПК-6, ОПК-7. На выполнение экзаменационной работы отводится 2 пары или 4 ак. часа.

Вопросы для зачета

1. Понятие о случайных процессах. Стационарные и нестационарные случайные процессы.
2. Аппроксимации законов движения земли и сейсмического ускорения при землетрясении.
3. Простейшие расчетные схемы систем при случайных воздействиях (схема одномассовой системы в форме консольного стержня). Уравнение движения.
4. Оценка надежности высотных сооружений при изгибе под действием сейсмических нагрузок (при жестком основании, при податливом основании).
5. Сейсмостойкость конструкций, несущих резервуары с жидкостью. Уравнения движения.
6. Динамические свойства грунтов. Динамическая прочность грунта.
7. Давление грунта при землетрясениях. Теория Кулона, теория Мононобе.

8. Осадка и разрушение грунта, оползни.
9. Сейсмоизоляция. Модель демпфирования одномассовой системы при случайных колебаниях.
10. Оценка качества виброзащиты одномассовой системы при случайных колебаниях.
11. Конструктивные мероприятия по повышению сейсмостойкости построенных зданий.

Вопросы для экзамена

12. Общие понятия о землетрясениях.
13. Гипоцентр землетрясения.
14. Эпицентр землетрясения.
15. Изосейста землетрясения.
16. Типы сейсмических волн при землетрясении.
17. Магнитуда и бальность землетрясения.
18. Приборы измерения и регистрации землетрясений. Принципиальная схема сейсмографа.
19. Определение местоположения очага землетрясения по годографам распространения сейсмических волн.
20. Оценка повторяемости землетрясения на основе статистической обработки наблюдений.
21. Основные расчетные схемы зданий и сооружений.
22. Линейный осциллятор. Определение сейсмической нагрузки. Реакция системы при двух динамических воздействиях.
23. Определение сейсмических нагрузок на осциллятор при гармоническом законе ускорения грунта.
24. Определение сейсмических нагрузок на осциллятор при действии ускорения по закону прямоугольника.
25. Прочностные свойства строительных материалов при нагрузке типа сейсмических.
26. Спектральная теория сейсмостойкости. Спектр ускорений.
27. Нормативный метод расчета линейного осциллятора на сейсмическое воздействие.
28. Дифференциальные уравнения колебаний системы со многими степенями свободы.
29. Определение частот и форм собственных колебаний многомассовых систем. Схема метода итераций. Метод спектральной функции С. А. Бернштейна.
30. Применение метода разложения колебаний по собственным формам.
31. Определение сейсмических нагрузок для системы с n степенями свободы нормативным методом.
32. Определение внутренних усилий в многомассовой системе по формам колебаний.
33. Определение внутренних усилий нормативным методом.
34. Расчет зданий и сооружений на воздействие акселерограмм. Схема метода Ньюмарка решения дифференциальных уравнений движения.

35. Метод конечных элементов в решении задач сейсмостойкости. Уравнения движения, матрица жесткости, частоты и формы собственных колебаний.

Тестовые задания по дисциплине

В предзачетной подготовке студенты должны в письменном виде, вразброс ответить на следующие вопросы:

1. Какие виды землетрясений вы знаете?
2. Что является эпицентром землетрясения?
3. Что является гипоцентром землетрясения?
4. Что называется магнитудой землетрясения?
5. Какова связь магнитуды и бальности землетрясений?
6. Какие сейсмические волны возникают при землетрясении?
7. Как определить положения очага землетрясения по годографам сейсмических волн?
8. С помощью каких приборов изучаются параметры землетрясений?
9. Какие основные параметры землетрясения необходимо знать при начальной стадии проектирования зданий и сооружений?
10. Чем отличается стационарный процесс сейсмического воздействия на систему от нестационарного?

14. Образовательные технологии

В процессе обучения используются макеты, слайды, мультимедийное чтение лекций.

В процессе обучения по дисциплине «Сейсмостойкость сооружений» предусмотрены интерактивные формы проведения занятий. По заданию преподавателя студенты готовят отдельные разделы курса в виде докладов или рефератов и делают сообщение по подготовленной теме в аудиторные часы.

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Кусаинов, А. Проектирование сейсмостойких конструкций с комплектными системами сухого строительства [Электронный ресурс] / А. Кусаинов. - Москва: АСВ, . 2013, - 272 с

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930935742.html>

2. Плевков, В. С. Железобетонные и каменные конструкции сейсмостойких зданий и сооружений: Учебное пособие. Под ред. В.С. Плевкова. - М.: Издательство АСВ, 2012. - 290 с.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930937206.html>

3. Сейсмостойкие многоэтажные здания с железобетонным каркасом [Текст] / Я. М. Айзенберг [и др.]. - М. : АСВ, 2012. - 264 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 253-255 (41 назв.). - ISBN 978-5-93093-840-1
Экземпляры всего: 10

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

4. Амосов, А. А. Основы теории сейсмостойкости сооружений : учеб. пособие для студ. вузов / А. А. Амосов. - М. : АСВ, 2001. - 96 с. : ил. ; 20см. - ISBN 5-93093-083-X
Экземпляры всего: 6

5. Афраймович, Э. Л. Сейсмоионосферные и сейсмoeлектромагнитные процессы в Байкальской рифтовой зоне [Текст] / Афраймович Э. Л. - Электрон. текстовые данные. - Новосибирск : Сибирское отделение РАН, 2012. - 304 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15814>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю.

6. Мкртычев, О. В. Безопасность зданий и сооружений при сейсмических и аварийных воздействиях [Текст] : монография / Мкртычев О. В. - Электрон. текстовые данные. - Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2010. - 152 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16979>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю.

7. Орехов, В. В. Методика расчетов многофазных, нелинейно деформируемых грунтовых оснований при статических и сейсмических воздействиях [Электронный ресурс] : учебное пособие / Орехов В. В. - Электрон. текстовые данные. - Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2010. - 80 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16375>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю.

8. Паушкин, А. Г. Бюллетень НТС МГСУ [Текст] : материалы VIII Объединенного международного научно-практического семинара «Надежность и безопасность зданий и сооружений при сейсмических и аварийных воздействиях» / Паушкин А. Г. - Электрон. текстовые данные. - Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. - 75 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23719>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю.

9. Сеницын, С. Б. Теория сейсмостойкости [Электронный ресурс] : курс лекций / Сеницын С. Б. - Электрон. текстовые данные. - Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. - 88 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23752>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю.

10. Уздин, А. М. Сейсмостойкие конструкции транспортных зданий и сооружений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Уздин А. М. - Электрон. текстовые данные. - Москва : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2012. - 501 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16136>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю.

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

11. Архитектура и строительство России : науч.-практич. и культурно-просвет. журн. - М. : Ред. журн. "Архитектура и строительство России", 2008-2015 (№1-6)- . - Выходит ежемесячно. - ISSN 0235-7259

12. Строительство и архитектура [Текст]. - М. : ВИНТИ РАН. - Выходит ежемесячно. 2009-2012 (№1-6) - ISSN 0233-8440

БАЗЫ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫЕ И ПОИСКОВЫЕ СИСТЕМЫ

13. Электронная библиотека РГБ <http://www.rsl.ru>

14. Электронная библиотека учебно-методической литературы для общего и профессионального образования <http://window.edu.ru>

15. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

16. Научные статьи, диссертации и авторефераты из электронных научных библиотек <http://www.scholar.ru>

17. <https://portal3.sstu.ru/Fakult/SADI/TSK>

18. <https://portal3.sstu.ru/Fakult/SADI/TSK>

16. Материально-техническое обеспечение

Лекционные занятия проводятся с использованием интерактивных технологий в мультимедийном режиме в аудиториях 7/001, 7/003, которые оснащены соответствующим мультимедийным оборудованием и рассчитаны на 70 посадочных мест.

Практические занятия проводятся в аудиториях 7/005 и 7/016, которые оснащены мультимедийным оборудованием, учебной мебелью и рассчитаны на 50 посадочных мест каждая. В качестве учебных пособий используются электронные материалы для демонстрации на экране в аудитории, наглядные пособия.

Для самостоятельной работы студентов в соответствии с расписанием используются аудитории 7/006, 7/013. Имеется выход в Интернет и ИОС.

/