

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

РЕКОМЕНДОВАНО  
К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Декан, председатель совета  
Архитектурно-строительного  
факультета,

 Хаджишалапов Г.Н.  
Подпись ФИО  
«23» 09 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Врио ректора ФГБОУ ВО «ДГТУ»  
к.э.н., доц. Суракатов Н.С.  
Подпись  ФИО  
«23» 09 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.5 Сейсмостойкое строительство  
наименование дисциплины по ООП и код по ФГОС

для направления(специальности) 08.03.01 «Строительство»  
шифр и полное наименование направления (специальности)

по профилю Городское строительство и хозяйство,  
факультет Архитектурно-строительный,  
наименование факультета, где ведется дисциплина

кафедра Архитектуры  
наименование кафедры, за которой закреплена дисциплина

Квалификация выпускника (степень) Бакалавр  
бакалавр (специалист)

Форма обучения очная, курс 4 семестр (ы) 7.  
очная, заочная, др.

Всего трудоемкость в зачетных единицах (часах) 4 Зет (144ч.) ;

лекции 34 (час); экзамен 7 1 Зет (36ч.) ;  
(семестр)

практические (семинарские) занятия 17 (час); зачет -  
(семестр)

лабораторные занятия - (час); самостоятельная работа 57 (час);

курсовой проект (работа, РГР) 7 (семестр).

Зав. кафедрой  А.Д. Абакаров  
подпись ФИО

Начальник УО  Э.В. Магомаева  
подпись ФИО

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению **08.03.01 -  
Строительство** и профилю подготовки «Городское строительство и хозяйство»

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры

от 4.09.2019 года, протокол № 1.

Зав. выпускающей кафедрой по данному профилю

 А.О. Омаров  
подпись ФИО



**ОДОБРЕНО:**

Методической комиссией  
по укрупненной группе  
специальностей и  
направлений 08.00.00  
«Техника и технологии  
строительства» и 07.00.00  
«Архитектура»

Председатель МК

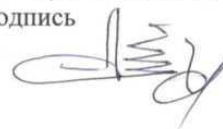
  
Подпись Азаев М.Г.  
ФИО

«14» 09 2019 г.

**АВТОР(Ы) ПРОГРАММЫ:**

д.т.н., профессор Абакаров А.Д.

ФИО уч. степень, ученое звание,  
подпись



## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Сейсмостойкое строительство» являются научить студентов рассчитывать и проектировать здания и сооружения в сейсмических районах, ознакомить их с требованиями норм строительства в сейсмических районах и с мерами, необходимыми принимать для повышения надежности объектов строительства при сейсмических воздействиях и снижения сейсмического риска территорий.

## **2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата**

Дисциплина «Сейсмостойкое строительство» относится к дисциплине выбора вариативной части Б1.В учебного плана. Она непосредственно связана с дисциплинами «Конструкции городских сооружений и зданий», «Основания и фундаменты городских зданий и сооружений», «Основы планировки, застройки и реконструкции населенных мест». Предшествующими для данной дисциплины являются: Математика, Теоретическая механика, Техническая механика, Основы архитектуры и строительных конструкций, Строительные материалы и др. Освоение данной дисциплины необходимо для дипломного проектирования студентов и их профессиональной деятельности.

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Сейсмостойкое строительство»**

В результате освоения дисциплины «Сейсмостойкое строительство» студент должен овладеть следующими компетенциями:

- способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9);

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1);

- способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2);

- владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-5)

- знанием нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест (ПК-1);

- способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-3);

- знанием научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности (ПК-13);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- причины, параметры и характеристики землетрясений;
- сейсмическое районирование и микрорайонирование;
- требования к выбору территории для строительства зданий и сооружений в сейсмических районах
- основы теории сейсмостойкости зданий и сооружений;
- методы рационального объемно-планировочного и конструктивного решения зданий в сейсмических районах.

**Уметь:**

- рассчитывать здания и сооружения, проектируемых для строительства в сейсмических районах с учетом сейсмических нагрузок;
- обоснованно и грамотно выбирать конструктивную систему здания, оценивая ее надежность и живучесть при сейсмических воздействиях;
- технически грамотно выбирать и использовать конструкции в проектируемом здании и сооружении; учитывать требования норм проектирования зданий и сооружений в реальных проектах.

**Владеть:**

- методами рационального проектирования зданий и сооружений в сейсмоопасных районах;
- методами обеспечения сейсмостойкости и снижения сейсмического риска объектов строительства;
- методами активной сейсмозащиты зданий и сооружений.

## 4. Структура и содержание дисциплины «Сейсмостойкое строительство»

### 4.1. Содержание дисциплины

№ п/п.	Раздел дисциплины Тема лекции и вопросы	семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего* контроля успеваемости (по срокам текущих аттестаций в семестре) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				лк	пз	лр	ср	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<b>I Основы инженерной сейсмологии. Причины и характеристики землетрясений</b> 1. Общие сведения о землетрясениях и их последствиях. 2. Строение земли, тектоническое движение, пояса сейсмичность. 3. Механизм землетрясений. Классификация землетрясений. 4. Очаг, энергия, магнитуда и интенсивность землетрясений. Связь между ними. 5. Прогноз землетрясений.	7	1	2	2		3	Входная КР
2	<b>Измерение параметров землетрясений</b> 1. Сейсмические волны. Определение месторасположения очага. 2. Записи землетрясений. Принципы записи смещения, скорости, ускорения. Приборы для записей. 3. Сейсмические шкалы. Шкала сейсмической интенсивности. 4. Сейсмическое районирование и микрорайонирование. Влияние грунтовых		2	2			3	
3	<b>II Теория сейсмостойкости зданий и сооружений. Динамические модели зданий и сооружений</b> 1. Методы дискретизации динамических систем: метод сосредоточенных масс; метод обобщенных перемещений. 2. Представление динамических моделей сооружений в виде консольного стержня с сосредоточенными массами. 3. Динамические модели сложных систем. 4. Построение динамических моделей различных типов зданий: каркасных, бескаркасных, большепролетных, высотных.		3	2	2		4	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	<p><b>Определение частот и форм собственных колебаний зданий и сооружений</b></p> <p>1. Свободные колебания строительных систем.</p> <p>2. Частоты и периоды собственных колебаний зданий, моделируемых одномассовыми моделями.</p> <p>• 3. Частоты и формы собственных колебаний многомассовых систем.</p> <p>4. Приближенные методы определения частот и форм собственных колебаний зданий и сооружений.</p>		4	2			4	Контрольная работа по текущей аттестации №1
5	<p><b>Дифференциальное уравнение сейсмических колебаний одномассовой системы и его решение</b></p> <p>1. Уравнение движения одномассовой линейной системы и его решение</p> <p>2. Уравнение движения одномассовой упруго-нелинейной системы и его решение</p> <p>3. Уравнение движения одномассовой упругопластической системы и его решение</p>		5	2	2		3	
6	<p><b>Дифференциальные уравнения сейсмических колебаний многомассовых систем и их решения</b></p> <p>1. Матричное уравнение сейсмических колебаний многомассовой линейной системы</p> <p>2. Методы решения системы уравнений сейсмических колебаний</p> <p>3. Уравнения движения и особенности расчета сейсмической реакции многомассовых упруго-нелинейных и упругопластических система</p>		6	2			4	
7	<p><b>III Проектирование зданий и сооружений в сейсмических районах</b></p> <p>1. История развития вопроса.</p> <p>2. Методика расчета зданий и сооружений на сейсмостойкость.</p> <p>3. Методика расчета сейсмических нагрузок по СП «Строительство в сейсмических районах»</p> <p>4. Особенности расчета зданий и конструкций на вертикальные сейсмические воздействия.</p>		7	2	2		4	
8	<p><b>Общие требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям зданий и сооружений в сейсмических районах</b></p> <p>1. Требования к объемно-планировочным решениям</p>		8	2			3	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<p>2. Влияние конфигурации зданий на их сейсмостойкость</p> <p>3. Требования к конструктивным решениям</p> <p>4. Выбор рациональных площадок для строительства зданий и сооружений в сейсмических районах</p>							Контрольная работа по текущей аттестации №2
9	<p><b>Конструирование и особенности расчета каменных (кирпичных) зданий в сейсмических районах</b></p> <p>1. Последствия воздействия землетрясений на каменные (кирпичные) здания</p> <p>2. Требования к материалам конструкций каменных (кирпичных) зданий. Категории кладки.</p> <p>3. Обеспечение сейсмостойкости фундаментов, стен и перекрытий каменных (кирпичных) зданий. Антисейсмические пояса.</p> <p>4. Комплексная кладка с вертикальными ж/бетонными включениями.</p>		9	2	2		3	
10	<p><b>Конструирование и особенности расчета каменных (кирпичных) зданий в сейсмических районах</b></p> <p>1. Требования к этажности, простенкам, проемам, перемышкам и лестницам</p> <p>2. Требования к перегородкам, балконам, лоджиям и эркерам.</p> <p>3. Проектирование зданий с самонесущими кирпичными стенами</p> <p>4. Особенности расчета каменных (кирпичных) зданий в сейсмических районах.</p>		10	2			3	
11	<p><b>Конструирование и особенности расчета на сейсмостойкость крупнопанельных и монолитных зданий</b></p> <p>1. Характер повреждения при землетрясениях.</p> <p>2. Рациональные объемно-планировочные решения.</p> <p>3. Обеспечение сейсмостойкости узлов и стыков.</p> <p>4. Особенности расчета крупнопанельных и монолитных зданий на сейсмические нагрузки</p>		11	2	2		4	
12	<p><b>Конструирование и особенности расчета на сейсмостойкость каркасных зданий</b></p> <p>1. Характер повреждения каркасных зданий при землетрясениях.</p> <p>2. Здания с железобетонным каркасом.</p> <p>3. Здания со стальным каркасом</p> <p>4. Проектирование ядер жесткости, диафрагм и связей в каркасных зданиях.</p> <p>5. Особенности расчета каркасных зданий на сейсмические нагрузки</p>		12	2			4	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	<b>Обеспечение сейсмостойкости деревянных зданий и зданий из местных материалов</b> 1. Характер повреждения при землетрясениях. 2. Требования к проектированию деревянных зданий в сейсмических районах. 3. Требования к проектированию зданий из местных материалов в сейсмических районах 4. Требования норм проектирования по обеспечению сейсмостойкости оборудования в зданиях		13	2	2		3	Контрольная работа по текущей аттестации №3
14	<b>Восстановление и усиление конструкций поврежденных землетрясением</b> 1. Восстановление и усиление каменных (кирпичных) стен 2. Восстановление и усиление ж/бетонных конструкций 3. Восстановление и усиление металлических конструкций 4. Усиление перекрытий и фундаментов		14	2			3	
15	<b>Активная сейсмозащиты зданий и сооружений</b> 1. Современные методы активной сейсмозащиты/зданий и сооружений. 2. Адаптивные системы сейсмозащиты с выключающимися связями. 3. Конструктивные решения выключающихся элементов. 4. Системы сейсмозащиты с упругопластическими элементами		15	2	2		3	Опрос на практических занятиях
16	<b>Сейсмоизоляции зданий и сооружений</b> 1. Здания с кинематическими фундаментами 2. Здания со скользящими элементами 3. Здания на резинометаллических опорах 4. Эффективность и области рационального применения систем активной сейсмозащиты и сейсмоизоляции		16	2			3	
17	<b>Сейсмический риск и проектирование с учетом сейсмического риска</b> 1. Оценка сейсмического риска зданий 2. Целевая функция оптимизационного расчета с учетом сейсмического риска 3. Оценка сейсмического риска территорий 4. Пути смягчения сейсмического риска территорий		17	2	1		3	
	<b>Итого:</b>		<b>17</b>	<b>34</b>	<b>17</b>		<b>57</b>	<b>Экзамен (1ЗЕТ – 36ч)</b>



## 4.2.Содержание практических занятий

№ п/п	№ лекции из рабочей программы	Наименование практического занятия	Количество часов	Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
1	1	Выдача задания на курсовое проектирование. Содержание пояснительной записки и графической части	2	9,10
2	3	Построение динамических моделей зданий и сооружений для расчетов на сейсмическое воздействие	2	1,2,3
3	4	Расчет частот и периодов собственных колебаний зданий и сооружений, моделируемых одномассовыми системами	2	2,3
4	4	Расчет частот и форм собственных колебаний многомассовых систем	2	2,3,9
5	7	Расчет сейсмических нагрузок на одноэтажные здания	2	2,4
6	7	Расчет сейсмических нагрузок на 3-х этажное каркасное здание	2	2,3,4
7	9	Расчет вертикальных сейсмических нагрузок и обеспечение сейсмостойкости кирпичного здания	2	2,4
8	11	Расчет сейсмических нагрузок приходящиеся на диафрагмы жесткости	2	2,4
9	12	Примеры усиления поврежденных после землетрясения каменных стен	1	1,2,8
		<b>Итого</b>	<b>17</b>	

### 4.3. Тематика для самостоятельной работы

№ п/п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения	Количество часов из содержания дисциплины	Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
1	2	3	4	5
1	Прогноз землетрясений	3	А.Д.Потапов, И.Л.Ревелис. Землетрясения. Причины и последствия. - М.: Высшая школа, 2009г.	Кр
2	Сейсмические волны. Определение месторасположения очага землетрясения.	3	А.Д.Потапов, И.Л.Ревелис. Землетрясения. Причины и последствия. - М.: Высшая школа, 2009г.	Кр
3	Построение динамических моделей различных типов зданий: каркасных, бескаркасных, большепролетных, высотных.	4	В.В.Гаскин, И.А.Иванов. Сейсмостойкость зданий и транспортных сооружений. - НГУПС, 2005г. Ю.И. Немчинов Сейсмостойкость зданий и сооружений, 2008г.	Кр, пз.
4	Приближенные методы определения частот и форм собственных колебаний зданий и сооружений.	4	В.В.Гаскин, И.А.Иванов. Сейсмостойкость зданий и транспортных сооружений. - НГУПС, 2005г. Ю.И. Немчинов Сейсмостойкость зданий и сооружений, 2008г.	Кр, пз
5	Уравнение движения одномассовой упругопластической системы и его решение	3	А.А.Амосов, С.Б.Синицын. Основы теории сейсмостойкости сооружений. - М.: АСВ, 2001г. Ю.И. Немчинов Сейсмостойкость зданий и сооружений, 2008г.	Кр
6	Уравнения/движения и особенности расчета сейсмической реакции многомассовых упругопластических систем	4	А.А.Амосов, С.Б.Синицын. Основы теории сейсмостойкости сооружений. - М.: АСВ, 2001г. Ю.И. Немчинов Сейсмостойкость зданий и сооружений, 2008г.	Кр
7	История развития вопроса	4	В.Н.Моргунов, Ю.Н. Мурзенко, Г.М.Скибин. Сейсмостойкость объектов строительства и фундаментов. - ЮРГТУ, 2003г. Ю.И. Немчинов Сейсмостойкость зданий и сооружений, 2008г.	Кр
8	Выбор рациональных площадок для строительства зданий и сооружений	3	Свод правил 14.3330.2014 «Строительство в сейсмических районах». - Минрегион России, 2014г. А.М. Уздин и др. Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений - Санкт-Петербург, ВНИИГ им. Б.Е. Веденова	Кр

9	Комплексная кладка с вертикальными железобетонными включениями	3	Свод правил 14.3330.2018 «Строительство в сейсмических районах». – Минстрой и ЖКХ России, 2018г.	Кр
10	Особенности расчета каменных (кирпичных) зданий в сейсмических районах	3	Свод правил 14.3330.2018 «Строительство в сейсмических районах». - Минстрой и ЖКХ России, 2018г.	Пз, Кр
11	Особенности расчета крупнопанельных зданий на сейсмические нагрузки	4	Свод правил 14.3330.2018 «Строительство в сейсмических районах». - Минстрой и ЖКХ России, 2018г.	Кр
12	Особенности расчета каркасных зданий на сейсмические нагрузки	4	Свод правил 14.3330.2018 «Строительство в сейсмических районах». - Минстрой и ЖКХ России, 2018г.	Пз, Кр
13	Требования норм проектирования по обеспечению сейсмостойкости оборудования	3	Свод правил 14.3330.2018 «Строительство в сейсмических районах». - Минстрой и ЖКХ России, 2018г.	Кр
14	Усиление перекрытий и фундаментов	3	Свод правил 14.3330.2018 «Строительство в сейсмических районах». - Минстрой и ЖКХ России, 2018г. А.М. Уздин и др. Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений - Санкт-Петербург, ВНИИГ им. Б.Е. Веденова, 2003г.	Кр
15	Системы сейсмозащиты с упругопластическими элементами	3	В.В.Гаскин, И.А.Иванов. Сейсмостойкость зданий и транспортных сооружений. - НГУПС, 2005г. В.С. Плевков, А.И. Мальганов, И.В. Балдин Железобетонные и каменные конструкции сейсмостойких зданий и сооружений АСВ, 2010г.	Пз. опрос
16	Здания со скользящими элементами	3	В.В.Гаскин, И.А.Иванов. Сейсмостойкость зданий и транспортных сооружений. - НГУПС, 2005г. В.С. Плевков, А.И. Мальганов, И.В. Балдин Железобетонные и каменные конструкции сейсмостойких зданий и сооружений АСВ, 2010г.	Пз. опрос
17	Пути смягчения сейсмического риска территорий	3	А.Д.Потапов, И.Л.Ревелис. Землетрясения. Причины и последствия. - М.: Высшая школа, 2009г.	Пз. опрос
	Итого	57		

#### 4.4. Тема, состав и содержание курсовой работы

Тема: Выбор рационального варианта конструктивного решения рамы при сейсмическом воздействии

Курсовая работа состоит из оформленного в виде научного отчета пояснительной записки.

Содержание пояснительной записки:

Исходные данные.

Введение.

1. Расчет сейсмических нагрузок, усилий и перемещений двухъярусной гибкой рамы.

2. Расчет сейсмических нагрузок, усилий и перемещений рам со связями на разных уровнях используя ПК ЛИРА.

3. Анализ результатов расчета и выбор рационального варианта конструктивного решения рамы.

4. Расчет армирования ригелей и колонн выбранной рамы и конструирование арматурных каркасов.

Выводы.

Литература.

Результаты расчета оформляются в виде, графиков, эпюр и таблиц и приводятся на отдельных листах пояснительной записки после соответствующих ссылок в тексте.

## 5. Образовательные технологии

Для преподавания дисциплины «Сейсмостойкое строительство» предусмотрены традиционные технологии в рамках аудиторных занятий и самостоятельной работы, а также интерактивные формы проведения занятий. Аудиторные занятия включают:

- лекции с изложением теоретического содержания курса;
- практические занятия, предназначенные для практического закрепления основных положений теоретического курса и для приобретения студентами практических навыков расчета сейсмических нагрузок и конструирования сейсмостойких зданий.

Самостоятельная работа предназначена:

- для внеаудиторного изучения студентами дополнительных разделов дисциплины, используя дополнительно рекомендованную литературу, ресурсы интернета и другие доступные источники информации;
- для внеаудиторной работы студентов по закреплению теоретического курса и практических навыков путем изучения на различных примерах методов расчета и обеспечения сейсмостойкости зданий и сооружений. Интерактивные формы проведения занятий включают:
  - разбор конкретных ситуаций по проектированию зданий в условиях различной сейсмической опасности территорий;
  - выбор оптимального варианта конструктивного решения зданий; - использование активных методов сейсмозащиты при проектировании зданий.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 20% аудиторных занятий (12ч.)

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### 6.1. Вопросы входного контроля по курсу «Сейсмостойкое строительство»

1. Динамика сооружений.
  - 1.1. Типы динамических нагрузок и воздействий.
  - 1.2. Число степеней свободы динамических систем.
  - 1.3. Свободные и вынужденные колебания систем.
  - 1.4. Уравнение движения системы с одной степенью свободы. Коэффициент динамичности.
  - 1.5. Системы с несколькими степенями свободы.
  - 1.6. Частоты и главные формы свободных колебаний.
  - 1.7. Понятия о нелинейных колебаниях динамических систем.
2. Строительные конструкции.
  - 2.1. Метод расчета строительных конструкций по предельным состояниям. Две группы предельных состояний.
  - 2.2. Нагрузки и/ воздействия. Сочетания нагрузок. Коэффициенты сочетания.
  - 2.3. Нормативные и расчетные сопротивления материалов. Коэффициент

- надежности по материалу.
- 2.4 Область применения металлических конструкций. Их преимущества и недостатки.
  - 2.5 Сортамент металлических конструкций и их применение.
  - 2.6 Конструирование металлических каркасов. Колонны и балки.
  - 2.7 Связи в зданиях и сооружениях со стальным каркасом. Обеспечение жесткости каркасов.
  - 2.8 Узлы соединения колонн и ригелей. База колонны.
  - 2.9 Предварительное напряжение в металлических конструкциях. Большепролетные фермы, арки и рамы.
  - 2.10 Область применения ж/б конструкций. Бетон- как строительный материал. Его преимущества и недостатки. Классы и марки бетона.
  - 2.11 Основные/принципы армирования ж/б конструкций. Классы арматуры.
  - 2.12 Арматурные каркасы и сетки, их конструирование.
  - 2.13 Работа ж/б при знакопеременных циклических нагрузках. Диаграммы работы ж/б.
  - 2.14 Обеспечение жесткости ж/б каркасных зданий.
  - 2.15 Ж/б фундаменты. Типы и области их применения.
  - 2.16 Конструирование каменных зданий. Основные требования к объемно-планировочному решению.

## **6.2. Вопросы к аттестационным контрольным работам**

### **1-я контрольная работа**

1. В чем выражается невидимый конфликт человека и природы.
2. Последствия сильных землетрясений.
3. Возможность прогноза землетрясений.
4. Причины и характеристики землетрясений, механизм землетрясений.
5. Очаг, энергия, магнитуда и интенсивность землетрясений.
6. Параметры землетрясений. Сейсмические школы. Записи землетрясений.
7. Сейсмическое районирование. Карты сейсмического районирования ОСР-97 и их применение.
8. Влияние грунтов основания на интенсивность землетрясений. Сейсмическое микрорайонирование.
9. Сейсмическая реакция зданий. Силы инерции, перемещения и перекосы этажей. Характер деформирования зданий при сейсмических воздействиях.
10. Влияние на сейсмическую реакцию жесткости и пластичности конструкций.
11. Динамические модели зданий и сооружений для расчетов на сейсмические воздействия. Консольные, плоские и пространственные модели.
12. Частоты и формы собственных колебаний зданий.
13. С оставление уравнения сейсмического движения зданий. Принцип Даламбера. Линейные и нелинейные сейсмические колебания.
14. Дифференциальные уравнения сейсмических колебаний многомассовых систем.
15. Методы интегрирования дифференциальных уравнений сейсмических колебаний здания. Интеграл Дюамеля.

## **2-я контрольная работа**

1. Общие требования свода правил (СП 14.13330.2018) к проектированию зданий и сооружений в сейсмических районах.
2. Категории грунтов по сейсмическим свойствам и сейсмичность площадки строительства.
3. Особенности расчета зданий, проектируемых для строительства в сейсмических районах. Особое сочетание нагрузок.
4. Две расчетные ситуации при расчете зданий на сейсмические воздействия. Уровни ПЗ /и МРЗ.
5. Основные положения по расчету зданий и сооружений на «Максимальное расчетное Землетрясение».
6. Здания с простым конструктивно-планировочным решением. Методика расчета сейсмических нагрузок.
7. Здания со сложным конструктивно-планировочным решением. Методика расчета сейсмических нагрузок.
8. Учет вертикальных сейсмических нагрузок при расчете зданий и сооружений.
9. Требования к размерам, геометрической пропорции и симметрии зданий, проектируемых в сейсмических районах. Антисейсмические швы в зданиях.
10. Конфигурации входящих углов и вертикальных уступов зданий в сейсмических районах.
11. Требования к изменению прочности и жесткости зданий в сейсмических районах. Диафрагмы и связи жесткости.
12. Требования к обеспечению жесткости дисков перекрытий и покрытий зданий и сооружений.
13. Требования к материалам конструкций каменных (кирпичных) зданий. Категории кладки.
14. Обеспечение сейсмостойкости перегородок в кирпичных зданиях.
15. Обеспечение сейсмостойкости сборных ленточных фундаментов и стен подвального этажа кирпичных зданий.
16. Обеспечение сейсмостойкости каменных (кирпичных) стен.
17. Обеспечение сейсмостойкости перекрытий каменных (кирпичных) зданий. Антисейсмические пояса.
18. Требования к лестницам, перемычкам проемов, простенкам, проемам каменных кирпичных зданий в сейсмических районах.

## **3-я контрольная работа**

1. Характер повреждения крупнопанельных зданий при сильных землетрясениях.
2. Рациональные объемно-планировочные решения крупнопанельных зданий в сейсмических районах.
3. Обеспечение сейсмостойкости узлов и стыков крупнопанельных зданий.
4. Требования норм по проектированию крупнопанельных зданий в сейсмических районах.
5. Характерные повреждения каркасных зданий при сильных землетрясениях.
6. Железобетонные и стальные каркасы для сейсмических районов. Диафрагмы и связи. Разрезка каркаса.

7. Требования норм строительства по проектированию зданий и сооружений с ж/бетонным несущим каркасом в сейсмических районах.
8. Требования норм строительства по проектированию зданий и сооружений с металлическим несущим каркасом в сейсмических районах
9. Особенности расчета каркасных зданий со связями на сейсмические воздействия.
10. Требования норм строительства по проектированию деревянных зданий в сейсмических районах.
11. Требования норм строительства по проектированию зданий из местного материала (самана, кирпича сырца) в сейсмических районах.
12. Методика обследования технического состояния зданий и конструкций после землетрясений.
13. Восстановление и усиление каменных (кирпичных) стен.
14. Восстановление и усиление ж/бетонных конструкций.
15. Восстановление и усиление металлических конструкций.

### **6.3. Экзаменационные вопросы по курсу «Сейсмостойкое строительство»**

1. Причины возникновения землетрясений. Строение Земли. Теория тектоники плит земной коры. Механизмы землетрясений. Пояса сейсмичности на Земле. Возможность прогноза землетрясений.
2. Очаг, гипоцентр и эпицентр землетрясения магнитуда и интенсивность землетрясения, связь между ними.
3. Типы волн излучаемых очагом. Продольные, поперечные и поверхностные волны, их параметры и характер распространения.
4. Сейсмометрическая служба. Приборы для записи сейсмических колебаний грунтов. Акселерограммы, велосирограммы и сейсмограммы землетрясений. Их использование в расчетах сооружений. Моделирование сейсмического воздействия в виде случайного процесса.
5. Сейсмическое районирование. Карты ОСР - 97. Определение расчетной бальности для зданий и сооружений по картам ОСР - 97. Выбор карты при проектировании объекта.
6. Влияние грунтов на интенсивность сейсмических воздействий. Сейсмическое микрорайонирование. Карты сейсмического микрорайонирования. Категории грунтов по своду правил «Строительство в сейсмических районах» и определение расчетной бальности здания.
7. Сейсмические шкалы. Шкала Института Физики Земли. Группы зданий и степени их повреждения по шкале ИФЗ. Определение бальности прошедшего землетрясения по шкале ИФЗ.
8. Виды динамических нагрузок, динамический характер приложения сейсмических нагрузок. Число степеней свободы динамических систем. Методы дискретизации динамических систем. Метод сосредоточенных масс и метод обобщенных перемещений.
9. Расчетные динамические модели сооружений для сейсмических расчетов. Системы с сосредоточенными массами. Системы с распределенными массами. Плоские и пространственные расчетные модели сооружений.
10. Вывод дифференциальных уравнений сейсмических колебаний линейных и нелинейных динамических систем. Принцип Даламбера.



11. Определение частот и форм собственных колебаний одно- и п- массовых консольных стержней с сосредоточенными массами, моделирующих зданий. Приближенные методы определения частот и форм собственных колебаний сооружений.
12. Поиск решения дифференциальных уравнений сейсмических колебаний сооружений. Интеграл Дюамеля. Понятие о численных методах интегрирования дифференциальных уравнений (Ньюмарка, Рунге-Кутта). Спектр реакции линейного одномассового осциллятора на сейсмическое воздействие.
13. Матричное представление дифференциальных уравнений движения многомассовых систем и их решения.
14. Методика расчета зданий и сооружений, проектируемых в сейсмоопасных районах по своду правил 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах». Спектральный и динамический методы расчета. Особое сочетание нагрузок и усилий.
15. Две расчетные ситуации при расчетах зданий и сооружений в сейсмических районах. Уровни РЗ и КЗ и их применение в расчетах.
16. Методика определения сейсмических нагрузок по СП 14.13330.2018 Пределы изменения и смысл коэффициентов  $K_0$ ,  $K_1$ ,  $K_\psi$ . Учет форм колебаний.
17. Требования СП 14.13330.2018 к расчету зданий и конструкций на вертикальные сейсмические колебания. Определение вертикальных сейсмических нагрузок для каменных (кирпичных) зданий. Определение вертикальных сейсмических нагрузок для большепролетных и консольных конструкций.
18. Комплекс мер по обеспечению сейсмостойкости зданий и сооружений. Общие принципы объемно-планировочных решений зданий и сооружений в сейсмических районах. Антисейсмические швы и их конструирование.
19. Требования к распределению жесткостей и масс зданий в плане и по высоте. Диафрагмы и связи жесткости в зданиях, их назначение и размещение. Случаи расчета зданий и сооружений на кручение от сейсмического воздействия.
20. Общие принципы конструктивных решений сейсмостойких зданий. Обеспечение работы перекрытий и покрытий как жестких дисков. Антисейсмические пояса. Зоны пластической работы конструкций. Обеспечение общего механизма повреждения зданий.
21. Обеспечение сейсмостойкости фундаментов зданий и сооружений. Сейсмоусиление сборных ленточных фундаментов и стен подвального этажа из фундаментных блоков.
22. Характер повреждения каменных (кирпичных) зданий при землетрясениях. Требования к материалам, производству кладки и категориям кладки в сейсмических районах.
23. Мероприятия по обеспечению сейсмостойкости каменных (кирпичных) стен. Армирование узлов и сопряжений стен. Антисейсмические пояса и их конструирование. Длина опирания плит перекрытий и покрытий на стены.
24. Требования к параметрам зданий и сооружений в плане и по высоте в сейсмических районах. Допустимые размеры зданий в плане, этажность по высоте. Расстояния между поперечными стенами. Ограничения по ширине

- простенков и приемов. Длина опирания на стены перемычек проемов и ширина выступа карнизов.
25. Требования к проектированию перегородок, лестниц, лестничных проемов, балконов и лоджий в сейсмических районах.
  26. Требования к проектированию в сейсмических районах каменных (кирпичных) самонесущих стен. Обеспечение связи самонесущих стен с каркасом здания.
  27. Характер повреждения крупнопанельных зданий при землетрясении. Конструирование и основы расчета крупнопанельных зданий. Стыки и узлы сопряжений стеновых панелей.
  28. Требования СП «Строительство в сейсмических районах» к проектированию крупнопанельных зданий в сейсмических районах
  29. Характер повреждения каркасных зданий при землетрясении. Разрезка каркаса, рамные, рамно-связевые и связевые каркасы. Диафрагмы и связи жесткости. Расчет каркасных зданий с учетом сейсмических нагрузок.
  30. Требования СП «Строительство в сейсмических районах» к проектированию каркасных зданий в сейсмических районах
  31. Требования СП «Строительство в сейсмических районах» к проектированию деревянных зданий и зданий из местных материалов в сейсмических районах
  32. Методы восстановления и усиления зданий в сейсмических районах. Усиление фундаментов и кирпичных стен.
  33. Усиление конструкций металлических и ж/бетонных каркасов зданий.
  34. Активные методы сейсмической защиты сооружений. Адаптивные системы сейсмозащиты. Принцип работы и конструирование зданий с выключающимися связями.
  35. Системы с сухим трением. Принцип работы и конструирование зданий со скользящим фундаментным поясом.
  36. Принципы работы и конструирование зданий с кинематическими фундаментами, резинометаллическими опорами.
  37. Сейсмический риск территорий, его оценка и пути снижения.

#### **6.4. Вопросы для проверки остаточных знаний по курсу «Сейсмостойкое строительство»**

1. Причины и характеристика землетрясений. Очаг, энергия, магнитуда и интенсивность землетрясений.
2. Сейсмическое районирование и микрорайонирование. Карта сейсмического районирования. Влияние грунтовых условий на интенсивность сейсмического воздействия.
3. Сейсмические шкалы. Определение бальности прошедшего землетрясения по шкале института Физики Земли.
4. Расчетные динамические модели сооружений для сейсмических расчетов. Метод сосредоточения масс. Плоские и пространственные модели сооружений.
5. Дифференциальные уравнения свободных и сейсмических колебаний одно- и многомассовой линейной системы.
6. Определение частоты и периода собственных колебаний одномассовых систем.

7. Определение частот и форм колебаний зданий, моделируемых консольным стержнем с  $n$ -ым числом сосредоточенных масс.
8. Общие принципы объемно-планировочных решений сейсмических зданий. Антисейсмические швы. Выбор рациональных площадок для строительства.
9. Характер повреждения крупнопанельных зданий при землетрясениях. Требования к конструированию сейсмических крупнопанельных зданий. Стыки и узлы сопряжения стен.
10. Причины кручения зданий в плане при сейсмическом воздействии. Требования к распределению жесткостей и масс зданий в плане.
11. Общие принципы конструктивных решений сейсмических зданий. Обеспечение работы перекрытий и покрытий как жестких дисков. Антисейсмические пояса.
12. Нормативная методика расчета зданий с учетом сейсмических нагрузок. Особое сочетание нагрузок и усилий.
13. Методика определения сейсмических нагрузок по Своду правил «Строительство в сейсмических районах».
14. Пределы изменения и смысл коэффициентов  $K_0$ ,  $K_1$ ,  $K_\psi$ . в методике расчета сейсмических нагрузок по своду правил «Строительство в сейсмических районах». Число учитываемых форм колебаний. Определение расчетного усилия от воздействия сейсмических нагрузок.
15. Требования СП 14.13330.2018 к расчету зданий и сооружений на вертикальные сейсмические нагрузки. Методика определения вертикальных сейсмических нагрузок.
16. Характерные повреждения кирпичных зданий при землетрясениях. Причины этих повреждений.
17. Конструирование сейсмостойких кирпичных зданий. Обеспечение сейсмостойкости фундаментов и кирпичных стен. Антисейсмические пояса.
18. Характер повреждения каркасных зданий при землетрясениях. Требования к конструированию сейсмостойких каркасных зданий. Разрезка каркаса. Рамные рамно-связевые и связевые каркасы. Диафрагмы и связи жесткости.
19. Методы восстановления поврежденных конструкций кирпичных зданий.
20. Метод восстановления поврежденных конструкций крупнопанельных и каркасных зданий.
21. Принцип работы и конструирования зданий с выключающимися и включающимися связями.
22. Принцип работы и конструирования зданий с кинематическим фундаментом, со скользящим поясом, резинометаллическими опорами.
23. Оценка и управление сейсмическим риском.
24. Вероятностно - оптимизационная методика расчета зданий и сооружений.



**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины  
Рекомендуемая литература и источники информации (основная и  
дополнительная)**

*и. а. зад. д.в. Ж.И.У.*

№	Виды занятий (лк, пр, Лб, срс, ирс)	Необходимая учебная, учебно-методическая (основная и дополнительная)	Автор(ы)	Издат. и год издания	Кол-во изданий	
					в библиотеке	на кафедре
<b>ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА</b>						
1	Лк, пр, самост. работа	Железобетонные и каменные конструкции сейсмостойких зданий и сооружений	В.С. Плевков, А.И. Мальганов, И.В. Балдин	АСВ, 2010г.	10	1
2	Лк, пр, самост. работа	Сейсмостойкость зданий и сооружений	Ю.И. Немчинов	ФООП Гудименко С.В. 2018г.	-	1
3	Лк, пр, самост. работа	Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений	А.М. Уздин и др.	Санкт-Петербург, ВНИИГ им. Б.Е. Веденова, 2003	1	1
4	Лк, пр, самост. работа	Свод правил 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах».		Минстрой России, 2014г.	5	1
<b>ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ</b>						
5	Лк, самост. работа	Проектирование современных высотных зданий	Сюй Пэйфу и др.	Высшая школа 2009	5	1
6	Лк, самост. работа	Землетрясения. Причины и воздействия	А.Д. Потапов И.Л. Ревелис	АСВ, 2001г	1	2
7	Лк, самост. работа	Сейсмостойкость зданий и транспортных сооружений	В.В.Гаскин, И.А.Иванов	ИГУПС 2005г.	1	2
8	Лк, самост. работа	Основы теории сейсмостойкости сооружений	А.А.Амосов, С.Б.Синицын	АСВ, 2001 г	1	1
9	Кп, пр, самост. работа	Методические указания «Выбор рационального варианта конструктивного решения рамы при сейсмическом воздействии»	А.Д.Абакаров, А. М. Джамалудинов	ДГТУ 2011г.	20	20
10	Кп, пр, самост. работа	Методические указания «Расчет и конструирование сейсмостойкой рамной системы»	А.Д.Абакаров, А.М.Джамалудинов, Х.М. Омаров	ДГТУ 2014г.	20	20

Программное обеспечение и интернет ресурсы:

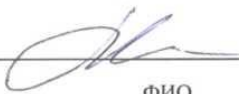
1. Вычислительный комплекс «Лира - 9.4»
2. [www.lira.com.ua](http://www.lira.com.ua)
3. Поиск в сети INTERNET «Сейсмостойкость зданий и сооружений»

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных и практических занятий по дисциплине «Сейсмостойкое строительство» используется аудитория №329 архитектурно-строительного факультета. В аудитории №329 установлена аудиторная доска, интерактивная доска и проектор.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 08.03.01 - Строительство и профилю подготовки «Городское строительство и хозяйство».

Рецензент от выпускающей кафедры

  
\_\_\_\_\_

ФИО

Мантуров З.А.