

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
 Проректор по учебной работе

С.Т. Князев  
 2017 г.



СОГЛАСОВАНО

ДИРЕКЦИЯ  
 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
 ПРОГРАММ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ  
 СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
<b>Модуль</b> <i>Строительная механика зданий и сооружений</i>	Код модуля ... <i>1134409</i> Учебный план № 6506
<b>Образовательная программа</b> <i>Строительство уникальных зданий и сооружений</i>	Код ОП... 08.05.01/01.01
<b>Траектория образовательной программы (ТОП)</b>	<i>не предусмотрено</i>
<b>Направление подготовки</b> <i>Строительство уникальных зданий и сооружений</i>	Код направления и уровня подготовки 08.05.01
<b>Уровень подготовки</b> <i>Специалист</i>	
<b>ФГОС ВО</b> <i>Строительство уникальных зданий и сооружений</i>	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 11.08.2016 №1030

Екатеринбург, 2017

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Антипин Алексей Александрович	к.т.н.	Доцент	Системы автоматизированного проектирования объектов строительства	
2	Городилов Сергей Николаевич		Старший преподаватель	Системы автоматизированного проектирования объектов строительства	

**Руководитель модуля**

*А.А. Антипин*

**Рекомендовано учебно-методическим советом Строительного института**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № 1 от 30.01.2017 г.

*З.В. Беляева*

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

*Р.Х. Токарева*

**Руководитель образовательной программы (ОП),  
для которой реализуется модуль**

*В.Н. Алехин*

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

## 1.1. Объем модуля, 31 з.е.

## 1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из 6 дисциплин: «Теория упругости с основами пластичности и ползучести», «Строительная механика», «Метод конечных элементов», «Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций», «Нелинейные задачи строительной механики», «Динамика и устойчивость сооружений».

Модуль «Строительная механика зданий и сооружений» является для студентов строительных специальностей одной из основных базовых дисциплин, имеет своей целью: дать современному специалисту необходимые представления, а также приобрести навыки в области анализа работы и расчета конструкций и их отдельных элементов с учётом физической, геометрической нелинейностей, выполненных из различных материалов, на прочность, жесткость и устойчивость при различных воздействиях с использованием современного вычислительного аппарата. Задачи освоения дисциплины: вооружить будущего специалиста необходимыми знаниями для анализа работы и расчета строительных конструкций и их отдельных элементов в нелинейной постановке.

## 2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).		Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
			Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1.	<i>(Б) Теория упругости с основами пластичности и ползучести</i>	5	34	34	-	68	76	Экзам. 18	144	4
2.	<i>(Б) Строительная механика</i>	5, 6	68	68	-	136	152	Зачет, 4 Экзам. 18	288	8
3.	<i>(Б) Метод конечных элементов</i>	7	34	17	-	51	57	Экзам. 18	108	3
4.	<i>(Б) Вероятностные методы строительной механики и теория надежности</i>	8	34	34	-	68	76	Экзам. 18	144	4

	<i>строительных конструкций</i>									
5.	<b>(Б)</b> <i>Нелинейные задачи строительной механики</i>	9, 10	51	51	-	102	114	Экзам. 18 Зачет 4	216	6
6.	<b>(Б)</b> <i>Динамика и устойчивость сооружений</i>	9, 10	34	68	-	102	114	Экзам. 18 Зачет 4	216	6
<b>Всего на освоение модуля</b>			255	272	-	527	589	66	1116	31

### 3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

<b>3.1.</b>	<b>Пререквизиты и постреквизиты в модуле</b>	<p>1. Теория упругости с основами пластичности и ползучести</p> <p>2. Строительная механика</p> <p>3. Метод конечных элементов</p> <p>4. Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций</p> <p>5. Нелинейные задачи строительной механики</p> <p>6. Динамика и устойчивость сооружений</p>
<b>3.2.</b>	<b>Кореквизиты</b>	<p>1. Теория упругости с основами пластичности и ползучести</p> <p>Строительная механика</p> <p>2. Нелинейные задачи строительной механики</p> <p>Динамика и устойчивость сооружений</p>

### 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

#### 4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

<b>Коды ОП, для которых реализуется модуль</b>	<b>Планируемые в ОХОП результаты обучения -РО, которые формируются при освоении модуля</b>	<b>Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля</b>
08.05.01/01.01	РО-11 В рамках проектно-конструкторской и проектно-расчетной деятельности определять напряженно-деформируемое состояние конструкций и сооружений от внешних воздействий.	<p>ОПК-6 - использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования;</p> <p>ОПК-7 - способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат;</p> <p>ОПК-8 - владение основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений и конструкций, составления</p>

		<p>конструкторской документации и деталей;</p> <p>ПК-1 - знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест;</p> <p>ПК-2 - владение методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием лицензионных универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования и графических пакетов программ;</p> <p>ПК-3 - способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов техническому заданию;</p> <p>ПСК-1.4 - владение основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимыми для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений.</p>
--	--	---

## 4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля	ОПК-6	ОПК-7	ОПК-8	ПК-1	ПК-2	ПК-3	ПК-1.4
1 Теория упругости с основами пластичности и ползучести	*	*	*	*	*	*	*
2 Строительная механика	*	*	*	*	*	*	*
3 Метод конечных элементов	*	*	*	*	*	*	*
4 Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций	*	*	*	*	*	*	*
5 Нелинейные задачи строительной механики	*	*	*	*	*	*	*
6 Динамика и устойчивость сооружений	*	*	*	*	*	*	*

## 5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

**5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю:**  
утвержден ученым советом Строительного института, протокол заседания ученого совета № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ г.

**5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю:**  
Не предусмотрено

**5.3. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по модулю (Приложение 1)**

### 5.3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

#### 5.3.1. ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

Система критериев оценивания результатов обучения в рамках модуля опирается на три уровня освоения: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

### **5.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ**

**5.3.2.1. Перечень примерных вопросов для интегрированного экзамена по модулю**  
*не предусмотрено*

**5.3.2.2. Перечень примерных тем итоговых проектов по модулю**  
*не предусмотрено*

### **6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ**

<b>Номер листа изменений</b>	<b>Номер протокола заседания проектной группы модуля</b>	<b>Дата заседания проектной группы модуля</b>	<b>Всего листов в документе</b>	<b>Подпись руководителя проектной группы модуля</b>



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ С ОСНОВАМИ ТЕОРИИ ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОЛЗУЧЕСТИ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> <i>Строительная механика зданий и сооружений</i>	<b>Код модуля</b> 1134409 <b>Учебный план №</b> 6506
<b>Образовательная программа</b> <i>Строительство уникальных зданий и сооружений</i>	<b>Код ОП</b> 08.05.01/01.01
<b>Направление подготовки</b> <i>Строительство уникальных зданий и сооружений</i>	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 08.05.01
<b>Уровень подготовки</b> <i>Специалист</i>	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 11.08.2016 №1030

Екатеринбург, 2017

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Антипин Алексей Александрович	к.т.н.	доцент	Системы автоматизированного проектирования объектов строительства	
2	Городилов Сергей Николаевич	к.т.н.	доцент	Системы автоматизированного проектирования объектов строительства	

**Руководитель модуля**

*А.А. Антипин*

**Рекомендовано учебно-методическим советом Строительного института**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол №   1   от  30.01.2017  г.

*З.В. Беляева*

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

*Р.Х. Токарева*

# **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ [ Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести]**

## **1.1. Аннотация содержания дисциплины**

Дисциплина «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» имеет своей целью ознакомить будущего специалиста с методами расчета пластин, оболочек и твердых тел. Задачами дисциплины являются: научить студента владеть и применять методы теории упругости при проектировании и прочностных расчетах конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений.

Дисциплина «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» относится к модулю «Строительная механика зданий и сооружений». Изучение дисциплины «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» требует основных знаний, умений и компетенций студента по курсам: математика, физика, Теоретическая механика, сопротивление материалов. Дисциплина «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести » является предшествующей для курсов железобетонные и каменные конструкции, металлические конструкции, конструкции из дерева и пластмасс, основания и фундаменты.

## **1.2. Язык реализации программы – русский.**

## **1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

Планируемые результаты обучения, формируемые при освоении дисциплины:

РО-О11 В рамках проектно-конструкторской и проектно-расчетной деятельности определять напряженно-деформируемое состояние конструкций и сооружений от внешних воздействий.

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

### **общепрофессиональные компетенции (ОПК) в соответствии с ФГОС ВО:**

- использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-6);
- способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-7);
- владение основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений и конструкций, составления конструкторской документации и деталей (ОПК-8);

### **профессиональные компетенции (ПК) в соответствии с ФГОС ВО:**

- знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест (ПК-1);
- владение методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием лицензионных универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования и графических пакетов программ (ПК-2);
- способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов техническому заданию (ПК-3).

### **профессионально-специализированными компетенции (ПСК) в соответствии с ФГОС ВО, соответствующие специализации:**

– владение основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимыми для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПСК-1.4).

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- Основные положения и расчетные методы, применяемые для анализа напряженно-деформированного состояния строительных конструкций и грунтов:
- Основные методы и практические приемы расчета реальных строительных конструкций элементов, выполненных из различных строительных материалов.

**Уметь**

- Вести технические расчеты по современным нормам.
- Самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе по строительным наукам, расширять свои математические познания.
- Правильно выбирать и использовать для расчетов современные средства автоматизированного проектирования, знание специализированного программного обеспечения.
- Правильно оценивать результаты расчетов.

**Владеть**

- Методами практического использования современных компьютеров для обработки информации и основами численных методов решения инженерных задач.
- Первичными навыками и основными средствами решения задач теории пластин и оболочек.
- Методами расчета элементов строительных конструкций и сооружений на прочность, жесткость и устойчивость, иметь понятие о нелинейных задачах.

**1.4.Объем дисциплины**

по очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5	
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	
2.	Лекции	34	34	34	
3.	Практические занятия	34	34	34	
4.	Лабораторные работы				
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>76</b>	<b>10,2</b>	<b>76</b>	
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>18</b>	2,33	<b>Экзамен</b>	
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>144</b>	80,53	144	
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>4</b>		4	

**2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Код раздела,	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
--------------	--------------------------	------------

темы		
P1	Напряжённое состояние в окрестности точки тела	Дифференциальные уравнения равновесия. Тензор напряжений, шаровой тензор, девиатор. Напряжения на наклонных площадках. Главные площадки и главные напряжения. Инварианты тензора напряжений. Круги Мора для одноосного и двухосного напряжённого состояний.
P2	Деформированное состояние в окрестности точки тела	Перемещения и деформации. Виды деформации. Геометрические соотношения Коши. Уравнения неразрывности деформаций Сен-Венана..
P3	Физические соотношения механики деформированного твердого тела	Обобщенный закон Гука. Работа внешних сил и потенциальная энергия деформирования твёрдого тела. Энергия изменения объема и энергия изменения формы.
P4	Постановка задач теории упругости. Граничные условия.	Полная система уравнений теории упругости в декартовых координатах. Постановка граничных условий в напряжениях и в перемещениях. Интегральные граничные условия. Постановка задач теории упругости в перемещениях. Уравнения Ляме. Постановка задач теории упругости в напряжениях. Уравнения Бельтрами–Митчелла.
P5	Плоская задача теории упругости в декартовых координатах	Плоская деформация. Плоское напряженное состояние. Постановка плоской задачи теории упругости в напряжениях. Уравнение Мориса Леви. Функция напряжений. Решение плоской задачи в полиномах и тригонометрических рядах.
P6	Плоская задача теории упругости в полярных координатах	Общие уравнения плоской задачи в полярных координатах. Расчет клина, нагруженного в вершине сосредоточенной силой. Действие сосредоточенной силы и нагрузки, равномерно распределенной вдоль прямой линии, на полуплоскость. Полярно-симметричная задача.
P7	Деформационная теория пластичности	Понятие пластичности. Основы деформационной теории пластичности, методы решения задач.
P8	Основы теории ползучести	Явление ползучести и релаксация в твердых телах. Модели вязкоупругих тел.

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

#### 3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

*[таблицы формируются отдельно для каждой формы и технологии обучения, в полном соответствии с технологической картой БРС]*



#### 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 6.1. Лабораторные работы

Не предусмотрено.

##### 6.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1-2	Определение главных напряжений и направлений их действия при трёхосном напряжённом состоянии.	4
P2	3-4	Анализ деформированного состояния и прочности в окрестности точки.	4
P3	5-6	Расчёт напряжений в бесконечном клине.	4
P4	7-8	Решение плоской полярно-симметричной задачи теории упругости.	4
P5	9-10	Расчёт прямоугольных пластин при цилиндрическом и чистом изгибе	4
P6	11-12	Расчёт напряжений в прямоугольных пластинах.	4
P7-P8	13-17	Расчёт напряжений в круглых сплошных и кольцевых пластинах при осесимметричном изгибе.	10

**Всего:** 34

### 3.

#### 4. 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

##### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

##### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

##### 4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

##### 4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

##### 5.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

##### 5.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

1. Анализ напряженно-деформированного состояния упругих и не упругих тел.
2. Плоская задача теории упругости.

##### 5.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

##### 5.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Не предусмотрено.

##### 4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

**6. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ** [отметить звездочкой или другим символом применяемые технологии обучения по разделам и темам дисциплины]

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1	+			+								
P2	+			+								
P3	+			+								
P4	+			+								
P5	+			+								
P6	+			+								
P7	+			+								
P8	+			+								

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ**  
(Приложение 1)

**7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ** (Не производится)

**8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ** (Не производится)

**9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**9.1. Рекомендуемая литература**

**9.1.1 Основная литература**

1. Горшков А.Г., Тарлаковский Д.В., Старовойтов Э.И. Теория упругости и пластичности. Издательство: ФИЗМАТЛИТ, 2011 г.
2. Варданян Г.С., Андреев В.И., Атаров Н.М., Горшков А.А. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности. М.: Инфра-М, 2011

**9.1.2 Дополнительная литература**

1. Александров А.В., Потапов В.Д. Сопротивление материалов. Основы теории упругости и пластичности. М.: Высшая школа, 2002.
2. Сидоров В.Н. «Лекции по сопротивлению материалов и теории упругости»: Учебное издание.– М.: Редакционно-издательский центр Генерального штаба Вооруженных Сил РФ, 2002.
3. Тимошенко С. П., Гудьер Дж. Теория упругости, Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука». 1975 г., стр. 576.



4. Самуль В.И. Основы теории упругости и пластичности. М.: Высшая школа, 1982.
5. Безухов Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести. М.: Высшая школа, 1965.
6. Безухов Н.И. Примеры и задачи по теории упругости, пластичности и ползучести. М.: Высшая школа, 1968.
7. Филин А.П. «Прикладная механика деформированного твердого тела»: т.1,2. – М.:Наука,1981.

## **9.2 Методические разработки**

не используются

## **9.3. Программное обеспечение**

Microsoft Office, ANSYS, SCAD, Лира САПР.

## **9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Зональная научная библиотека УрФУ со свободным доступом по студенческому билету для студентов УрФУ <http://lib.urfu.ru/>.

## **9.5. Электронные образовательные ресурсы**

Зональная научная библиотека <http://library.urfu.ru/>

Каталоги библиотеки <http://library.urfu.ru/about/department/catalog/rescatalog/>

Электронный каталог <http://library.urfu.ru/resources/ec/>

Ресурсы <http://library.urfu.ru/resources>

Поиск <http://library.urfu.ru/search>.

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

*Лабораторное оборудование и приборы – не обязательно*

#### *Технические средства обучения*

- 1) Аудитория для чтения лекций, оборудованная техническими средствами обучения, интерактивная доска и стенды для проведения презентаций.
- 2) Компьютерный класс для выполнения расчетно-графических работ и проведения всех видов контрольных мероприятий с помощью компьютерного тестирования

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины –1,0** [утверждается ученым советом института], в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены –.

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине** [в случае реализации дисциплины в течение нескольких семестров текущая и промежуточная аттестация проектируются для каждого семестра]

**5 семестр**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6</b>		
Текущая аттестация на лекциях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лекциями]	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещение занятий</i>	5 семестр	10
<i>Расчетно-графическая работа №1</i>	5 семестр	45
<i>Расчетно-графическая работа №2</i>	5 семестр	45
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с практическими/семинарскими занятиями]	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Работа на практических занятиях</i>	5 семестр	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0,0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,0</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лабораторными занятиями]	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Не предусмотрена</i>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 0,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрена</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0,0</b>		

### 6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Не предусмотрено</i>		
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта -0,0</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 0,0</b>		

### 6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 5	1,0

\*В случае проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамена, зачета) методом тестирования используются официально утвержденные ресурсы: АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ, имеющие статус ЭОР УрФУ; ФЭПО ([www.fepo.rf](http://www.fepo.rf)); Интернет-тренажеры ([www.i-exam.ru](http://www.i-exam.ru)).

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2 к рабочей программе дисциплины

## 7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

## **8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС**

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

<b>Компоненты компетенций</b>	<b>Признаки уровня освоения компонентов компетенций</b>		
	<b>пороговый</b>	<b>повышенный</b>	<b>высокий</b>
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## **8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

## **8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

[Выбрать из списка, либо дополнить наименования оценочных средств]

### **8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий**

*не предусмотрено*

### **8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий**

*не предусмотрено*

### **8.3.3. Примерные контрольные кейсы**

*не предусмотрено*

### **8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

Не предусмотрено

### **8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

1. Предмет теории упругости. Классификация тел. Основные гипотезы.
2. Напряжения и деформации в трехмерном теле. Относительные и абсолютные линейные и угловые деформации, перемещения. Напряженно-деформированное состояние трехмерного тела.
3. Вывод уравнений равновесия для трехмерного тела. Область действия.
4. Вывод геометрических уравнений для трехмерного тела. Область действия.
5. Физические уравнения для трехмерного тела. Виды матриц параметров упругости. Область действия.
6. Статические и кинематические граничные условия для трехмерного тела.
7. Система разрешающих уравнений пространственной задачи теории упругости. Задача в напряжениях. Задача в перемещениях.
8. Типы задач теории упругости. Плоское напряженное состояние. Плоская деформация.
9. Способы решения задач теории упругости. Аналитические и численные методы. Метод конечных разностей. Вывод соотношений для первой и второй производных.
10. Расчет балок-стенок. Задача плоского напряженного состояния в напряжениях. Вывод уравнений совместности деформаций. Статические краевые условия.
11. Расчет балок-стенок. Использование функции напряжений. Граничные условия. Рамная аналогия.
12. Расчет балок-стенок методом конечных разностей. Определение напряжений.
13. Расчет упругих пластинок. Допущения технической теории для расчета тонких пластин. Напряжения и внутренние усилия.
14. Вывод уравнений равновесия для расчета тонких пластинок.
15. Вывод геометрических уравнений для расчета тонких пластинок.
16. Физические соотношения для расчета тонких пластинок.

17. Решение задачи изгиба тонких пластин в перемещениях. Разрешающие уравнения и выражения для изгибающих моментов и поперечных сил.
18. Решение задачи изгиба тонких пластин методом конечных разностей. Разрешающие уравнения и граничные условия.
19. Расчет тонких пластин с использованием двойных тригонометрических рядов.
20. Вариационные методы расчета тонких пластин. Принцип минимума потенциальной энергии деформации.
21. Расчет тонких пластин методом Ритца - Тимошенко.
22. Расчет тонких пластин методом Рэлея - Ритца.
23. Классификация оболочек. Напряжения и усилия в пологих оболочках. Типы напряженного состояния.
24. Вывод уравнений равновесия для пологих оболочек.
25. Геометрические и физические уравнения для пологих оболочек.
26. Безмоментная теория пологих цилиндрических оболочек.
27. Моментная теория пологих цилиндрических оболочек.
28. Понятие пластичности. Механические свойства материалов при одноосном растяжении. Секущий и касательный модули упругости.
29. Тензоры напряжений и деформаций. Шаровой тензор и девиатор напряжений. Физический смысл. Инварианты тензоров. Интенсивности напряжений и деформаций.
30. Интенсивности напряжений и деформаций. Объемная относительная деформация. Объемный модуль деформации. Понятие простого нагружения. Типы теорий пластичности.
31. Теория малых упруго-пластических деформаций А.А. Ильюшина. Законы изменения объема, формы, единой кривой деформирования.
32. Вывод уравнения изгиба балки из нелинейно-упругого материала. Алгоритм решения.
33. Применение метода упругих решений А.А. Ильюшина к расчету балок из нелинейно-упругого материала. Функция пластичности А.А. Ильюшина.

**8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

*не используются*

**8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

*не используются*

**8.3.8. Интернет-тренажеры**

*не используются*

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н.Ельцина»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> <i>Строительная механика зданий и сооружений</i>	<b>Код модуля</b> 1134409 <b>Учебный план №</b> 6506
<b>Образовательная программа</b> <i>Строительство уникальных зданий и сооружений</i>	<b>Код ОП</b> 08.05.01/01.01
<b>Направление подготовки</b> <i>Строительство уникальных зданий и сооружений</i>	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 08.05.01
<b>Уровень подготовки</b> <i>Специалист</i>	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 11.08.2016 №1030

Екатеринбург, 2017

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Антипин Алексей Александрович	к.т.н.	Доцент	Системы автоматизированного проектирования объектов строительства	
1	Городилов Сергей Николаевич		Старший преподаватель	Системы автоматизированного проектирования объектов строительства	

**Руководитель модуля**

*А.А. Антипин*

**Рекомендовано учебно-методическим советом Строительного института**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол №   1   от  30.01.2017  г.

*З.В. Беляева*

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

*Р.Х. Токарева*



## **2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ [ Строительная механика]**

### **1.2. Аннотация содержания дисциплины**

Курс «Строительная механика» является начальной дисциплиной в модуле «Строительная механика зданий и сооружений».

Дисциплина "Строительная механика" является для студентов строительных специальностей одной из основных базовых дисциплин. Именно здесь излагается наиболее наглядно, всесторонне и сжато методы расчета конструкций и их элементов на прочность, жесткость и устойчивость с использованием современного вычислительного аппарата.

Изучение дисциплины подготавливает базу для изучения последующих модулей, связанных с анализом напряженно-деформированного состояния и проектированием строительных конструкций: «Строительные конструкции зданий и сооружений», «Расчет и проектирование высотных и большепролетных зданий и сооружений».

### **1.2. Язык реализации программы – русский.**

### **1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

Планируемые результаты обучения, формируемые при освоении дисциплины:

РО-11 В рамках проектно-конструкторской и проектно-расчетной деятельности определять напряженно-деформируемое состояние конструкций и сооружений от внешних воздействий.

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

#### **общепрофессиональные компетенции (ОПК) в соответствии с ФГОС ВО:**

- использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-6);
- способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-7);
- владение основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений и конструкций, составления конструкторской документации и деталей (ОПК-8);

#### **профессиональные компетенции (ПК) в соответствии с ФГОС ВО:**

- знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест (ПК-1);
- владение методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием лицензионных универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования и графических пакетов программ (ПК-2);
- способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов техническому заданию (ПК-3).

**профессионально-специализированными компетенции (ПСК) в соответствии с ФГОС ВО, соответствующие специализации:**

– владение основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимыми для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПСК-1.4).

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- знать основные методы и практические приемы расчета реальных конструкций по всем предельным расчетным состояниям на различные воздействия;
- методы решения и расчетные модели конструкций для решения геометрически и физически нелинейных задач.

**Уметь:**

- уметь грамотно составить расчетную схему сооружения, выбрать наиболее рациональный метод расчета и найти истинное распределение напряжений, обеспечив при этом необходимую прочность и жесткость его элементов с учетом реальных свойств строительных материалов и используя современную вычислительную технику;
- уметь использовать приближенные методы решения задач для проверки результатов расчетов.

**Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):**

- методами расчета строительных конструкций;
- навыками построения расчетных моделей для анализа напряженно-деформированного состояния строительных конструкций.

**4.4.Объем дисциплины**

по очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5	6
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>136</b>	<b>136</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
2.	Лекции	68	68	34	34
3.	Практические занятия	68	68	34	34
4.	Лабораторные работы				
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>130</b>	<b>20.40</b>	<b>72</b>	<b>58</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>22</b>	2.58	<b>Зачёт</b>	<b>Экзамен</b>
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>288</b>	158,98	144	144
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>8</b>		4	4

**5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Код раздела,	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
--------------	--------------------------	------------

ТЕМЫ		
Р1	Основные понятия и определения	<p>Задачи и методы строительной механика как науки о расчете на прочность, жесткость и устойчивость сооружений. Понятие о расчетной схеме сооружений. Многообразие расчетных схем, их зависимость от требуемой точности расчета, используемой вычислительной техники. Основные элементы сооружений: стержни, пластины, оболочки и массивные тела. Основные способы соединения элементов в единую систему и прикрепления сооружений к основанию. Статический и кинематический анализ различных типов связей и опор. Образование системы (сооружений). Геометрический анализ образования системы (сооружения). Понятие о расчетах по деформированному и недеформированному состоянию сооружения. Особенности использования принципа возможных перемещений в расчетах по недеформированной схеме. Принцип суперпозиции в задачах вычисления внутренних сил и опорных реакций. Матрицы в задачах строительной механики.</p>
Р2	Расчет статически определимых систем	<p>Виды нагрузок. Методы определения внутренних сил в статически определимых системах. Виды подвижных нагрузок и особенности расчета на их воздействие. Понятие об огибающих эпюрах и линиях влияния. Статический и кинематический методы построения линий влияния на примере балки. Определение усилий по линиям влияния. Расчет многопролетных балок и рам при неподвижной нагрузке. Построение линий влияния реакций и усилий. Понятие о ферме и особенностях ее расчетной схемы. Образование ферм. Определение усилий в стержнях фермы при неподвижной нагрузке. Построение линий влияния усилий в стержнях ферм. Понятие о рациональной схеме фермы. Образование трехшарнирных систем. Определение опорных реакций и внутренних сил. Сопоставление трехшарнирной системы с балкой. Рациональное очертание оси арки. Построение линий влияния реакций и усилий в трехшарнирных арочных фермах. Виды пространственных стержневых систем и их расчетные схемы. Анализ образования. Способы определения усилий.</p>
Р3	Вариационные принципы, основные теоремы строительной механики и методы определения перемещений	<p>Перемещения и их обозначения. Общая связь между перемещениями и силами для линейно деформируемых систем. Работа внешних и внутренних сил. Теоремы о взаимности работ и взаимности перемещений, реакций, реакций и перемещений. Общий метод определения перемещений. Перемещения от изменения температуры и перемещения опор. Матрица податливости сооружения (матрица перемещений). Понятие матрицы жесткости системы. Потенциальная</p>

		энергия упругой системы. Выражение потенциальной энергии через вектор нагрузки, а также через вектор перемещений.
<b>P4</b>	Статически неопределимые системы.	<p>Понятие и свойства статически неопределимых систем. Сущность метода сил. Степень статической неопределимости плоских систем. Основная система метода сил. Канонические уравнения метода сил. Построение эпюр M, Q и N их проверка. Определение перемещений в статически неопределимых системах. Учет симметрии системы. Матричная форма расчета статически неопределимых систем. Построение линий влияния. Расчет на изменение температуры и перемещения опор. Связь метода сил с принципом Кастильяно. Особенности расчета пространственных систем методом сил.</p> <p>Степень кинематической неопределимости при расчете методом перемещений. Основная система. Построение единичных и грузовых эпюр в основной системе. Канонические уравнения метода перемещений. Вычисление коэффициентов. Расчет рам и неразрезных балок на силовые, температурные воздействия и осадки опор. Проверка окончательных эпюр. Использование симметрии. Понятие о расчете геометрически нелинейных систем. Понятие о расчете физически нелинейных систем.</p>

## 6. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

### 3.2. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

*[таблицы формируются отдельно для каждой формы и технологии обучения, в полном соответствии с технологической картой БРС]*





## 7. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.3. Лабораторные работы

Не предусмотрено

### 6.4. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1-2	Расчет составных статически определимых балок на неподвижную нагрузку.	4
P2	3	Расчет составных статически определимых балок на подвижную нагрузку.	4
P2	4	Расчет составных рам.	6
P2	5	Определение усилий в элементах балочных, консольных и шпренгельных ферм.	4
P2	6-7	Расчет распорных ферм.	4
P3	8-11	Матричная форма определения перемещений методом Мора.	8
P4	12-18	Расчет плоских изгибаемых систем методом сил.	14
P4	19	Расчет многопролетных неразрезных балок методом перемещений.	4
P4	20-21	Расчет плоских рам с вертикальными стойками методом перемещений.	4
P4	22-23	Расчет плоских рам с наклонными стойками методом перемещений.	6
P4	24	Расчет многопролетных неразрезных балок методом распределения моментов.	4
P4	25-26	Расчет плоских рам методом распределения моментов.	6

**Всего:** 68

## 5.

### 6.5. Примерная тематика самостоятельной работы

#### 4.3.4. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено.

#### 4.3.5. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

#### 4.3.6. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

#### 4.3.7. 4.3.4 Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

#### 4.3.8. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

#### 4.3.9. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

- Расчет многопролетных статически определимых балочных систем на неподвижную и подвижную нагрузку.
- Расчет статически определимых распорных систем на неподвижную нагрузку.
- Расчет статически неопределимых систем методом сил.
- Расчет статически неопределимых систем методом перемещений.

#### 4.3.10. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

#### 4.3.11. Примерная тематика контрольных работ

Не предусмотрено.

#### 4.3.12. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

### 7. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ *[отметить звездочкой или другим символом применяемые технологии обучения по разделам и темам дисциплины]*

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение						
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1	+			+	+							
P2	+			+	+							
P3	+			+	+							
P4	+			+	+							

### 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

### 7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

### 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

### 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 9.1.Рекомендуемая литература

#### 9.1.1.Основная литература



- Игнатъев В.А., Галишникова В.В. “Основны строительной механики”. Учебник.-М.:Изд-во АСВ,2009.-560с.
- Петров В.В., Кривошеин И.В. «Методы расчета конструкций из нелинейно-деформируемого материала» Учебное пос.-М.:Изд-во АСВ,2009.-208с.
- Кроткова Л.В., Филипович А.И., Архипов В.Г., Луцык Е.В. «Сборник задач по строительной механике». Учебное пособие.-М.:Изд-во АСВ,2009.-224с.

### 9.1.2.Дополнительная литература

- Золотов А.Б., Акимов П.А., Сидоров В.Н., Мозгалева М.Л. “Математические методы в строительной механике с основами теории обобщенных функций”: Научно-учебное издание. – М.: Изд-во АСВ, 2008.-336 с.
- Сливкер В.И. “Строительная механика. Вариационные основы”: Уч.пос. – М.: Изд-во АСВ, 2005. – 736 с.
- Анохин Н.Н. “Строительная механика в примерах и задачах. Ч I. Статически определимые системы”:Учебное пособие. 2-е издание, дополненное и переработанное. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007. – 335 с.
- Анохин Н.Н. “Строительная механика в примерах и задачах. Ч II. Статически неопределимые системы”: Учебное пособие. 2-е издание, дополненное и переработанное. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007. – 464 с.
- Кадисов Г.М. “Динамика и устойчивость сооружений”: Уч. пос. – М.: Изд-во АСВ, 2007. – 272 с.

### 9.2.Методические разработки

Не применяются.

### 9.3.Программное обеспечение

- Компьютерная программа «Лира САПР».

### 9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Зональная научная библиотека УрФУ со свободным доступом по студенческому билету для студентов УрФУ <http://lib.urfu.ru/> .

[www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.mail.ru](http://www.mail.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru), [google.ru](http://google.ru).

ELIBRARY – электронная библиотека;

SCIENCEDIRECT – электронная библиотека;

ЦСБДВИНИТИ – централизованная система баз данных по науке и технике

<http://www.complexdoc.ru> – База нормативной документации;

<http://nordoc.ru/doc/45-45194> – База нормативной документации.

### 9.5.Электронные образовательные ресурсы

Зональная научная библиотека <http://library.urfu.ru/>

Каталоги библиотеки <http://library.urfu.ru/about/department/catalog/rescatalog/>

Электронный каталог <http://library.urfu.ru/resources/ec/>

Ресурсы <http://library.urfu.ru/resources>

Поиск <http://library.urfu.ru/search>.

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

1. Лекционный и практический материал должен изучаться в специализированной аудитории, оснащенной современным компьютером с подключенным к нему проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран.
2. Компьютерный класс для выполнения расчетно-графических работ и проведения всех видов контрольных мероприятий с помощью компьютерного тестирования.

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины –2,0** [утверждается ученым советом института], в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены –

**6.2.Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине** [в случае реализации дисциплины в течение нескольких семестров текущая и промежуточная аттестация проектируются для каждого семестра]

**5 семестр**

<b>1.Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b> [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лекциями]	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещение занятий</i>	5 семестр	9
<i>Расчетно-графическая работа № 1</i>	5 семестр	45
<i>Расчетно-графическая работа № 2</i>	5 семестр	46
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет, экзамен.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b> [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с практическими/семинарскими занятиями]	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Работа на практических занятиях</i>	3 семестр	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0,0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b> [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лабораторными занятиями]	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -0,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– не предусмотрена</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям– 0,0</b>		

### 6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Не предусмотрено		
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта -0,0</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 0,0</b>		

#### 5 семестр

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6</b>		
Текущая аттестация на лекциях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лекциями]	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение занятий</i>	6 семестр	9
<i>Расчетно-графическая работа № 3</i>	6 семестр	46
<i>Расчетно-графическая работа № 4</i>	6 семестр	45
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет, экзамен.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с практическими/семинарскими занятиями]	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Работа на практических занятиях</i>	4 семестр	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0,0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лабораторными занятиями]	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -0,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– не предусмотрена</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям– 0,0</b>		

### 6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Не предусмотрено		
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта -0,0</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 0,0</b>		

### 6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 5	0,5
Семестр 6	0,5

\*В случае проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамена, зачета) методом тестирования используются официально утвержденные ресурсы: АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ, имеющие статус ЭОР УрФУ; ФЭПО ([www.фэпо.рф](http://www.фэпо.рф)); Интернет-тренажеры ([www.i-exam.ru](http://www.i-exam.ru)).

## **7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

## **8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС**

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

<b>Компоненты компетенций</b>	<b>Признаки уровня освоения компонентов компетенций</b>		
	<b>пороговый</b>	<b>повышенный</b>	<b>высокий</b>
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## **8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

## **8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

*[Выбрать из списка, либо дополнить наименования оценочных средств]*

### **8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий**

*не предусмотрено*

### **8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий**

*не предусмотрено*

### **8.3.3. Примерные контрольные кейсы**

*не предусмотрено*

### **8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

1. Классификация задач строительной механики (стержни, пластины, массивные тела, статические, динамические и т.д.). Основные гипотезы линейной строительной механики стержневых систем.
2. Классификация плоских стержневых систем (рамы, фермы, балки, рамы) и основная задача их расчета с точки зрения строительной механики.
3. Виды опорных закреплений плоских стержневых систем. Шарниры. Кратность шарниров.
4. Деление стержневых систем на статически определимые и статически неопределимые. Свойства статически определимых и статически неопределимых систем.
5. Геометрически неизменяемые и геометрически изменяемые стержневые системы.
6. Система уравнений равновесия для расчета статически определимых стержневых систем. Ее особенности в случае геометрической изменяемости системы.
7. Фермы. Их классификация. Усилия в стержнях ферм. Необходимое условие статической определимости и геометрической неизменяемости фермы.
8. Проверка геометрической неизменяемости ферм путем структурного анализа и статическим методом.
9. Способы определения усилий в стержнях ферм, построенные на основе использования уравнений равновесия: вырезания узлов, сечений и комбинированный.
10. Признаки наличия в ферме явно нулевых стержней, их объяснение. Применение способа сечений для определения усилий в стержнях простейших фермы в случаях, когда используется моментная точка, и когда она находится в бесконечности.



11. Линии влияния. Их использование при выполнении расчетов на подвижную и неподвижную нагрузки. Определение наименее выгодного положения нагрузки. Понятие о матрицах влияния.
12. Внутренние усилия в стержнях рам и балок. Правила построения и свойства эпюр изгибающего момента, перерезывающего и продольного усилий.
13. Многопролетные статически определимые балки. Условие их статической определимости. Этажная схема, определение внутренних усилий в сечениях балки.
14. Трехшарнирные арки. Сопоставление внутренних усилий в трехшарнирной арке и простой балке. преимущества и недостатки арочных конструкций по сравнению с балочными.
15. Определение внутренних усилий в сечениях трехшарнирных арок. особенности статической работы и расчета статически определимой арки с затяжкой.
16. Арки рационального очертания. Примеры подбора очертания арки по заданным виду нагрузки и стреле арки.
17. Определение внутренних усилий в стержнях сложных статически определимых рам. Способы контроля правильности построенных эпюр внутренних усилий.
18. Потенциальная энергия деформации. Понятие обобщенного перемещения. Теорема Лагранжа. Теорема Кастильяно.
19. Работа внутренних и внешних сил на обобщенных перемещениях. Теорема взаимности работ. Теорема взаимности перемещений.
20. Формула Максвелла-Мора для определения перемещений в стержневых системах. Возможные упрощения формулы Максвелла-Мора в случае расчета рам, ферм, балок.
21. Способы интегрирования при расчетах по формуле Максвелла-Мора: аналитический, численный (по формуле Симпсона), графоаналитический (правило Верещагина).
22. Ход расчета при решении задачи об определении перемещений в стержневой системе.

### **8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

1. Степень статической неопределимости. Метод сил. Основная система метода сил. Лишние неизвестные. Условия эквивалентности исходной задачи и основной системы.
2. Вспомогательные состояния в методе сил. Формирование системы разрешающих уравнений метода сил и определение ее коэффициентов. Проверки в методе сил.
3. Рациональный выбор основной системы и вспомогательных состояний в методе сил. Обусловленность системы разрешающих уравнений метода сил.
4. Деформационная проверка, ее объяснение. Определение перемещений в статически неопределимых стержневых системах.
5. Учет симметрии и обратной симметрии стержневой системы при ее расчете методом сил.
6. Определение перемещений в стержневых системах при температурных воздействиях.
7. Расчет стержневых систем на температурные воздействия. Особенности работы статически определимых и статически неопределимых систем при температурных воздействиях.
8. Определение перемещений и внутренних усилий в стержневых системах при неравномерной осадке опор. Особенности работы статически определимых и неопределимых систем при неравномерной осадке опор.
9. Многопролетные неразрезные балки. Основная система Клапейрона. Формула трех моментов. Метод прогонки для решения системы разрешающих уравнений метода сил в этом случае.

10. Случай загрузки одного пролета в многопролетной неразрезной балке. Характерный вид эпюр для этого случая. Фокусные точки и фокусные отношения.
11. Расчет неразрезной балки на действие подвижной нагрузки. Построение огибающих эпюр в неразрезной балке. Линии влияния изгибающего момента в неразрезных балках.
12. Неразрезная балка на упруго оседающих опорах. Коэффициенты жесткости и податливости опор. Определение коэффициентов системы разрешающих уравнений метода сил для балки на упруго оседающих опорах.
13. Расчет неразрезной балки на упруго оседающих опорах методом сил. Особенности системы разрешающих уравнений метода сил в этом случае. Влияние жесткости опор балки на вид эпюр изгибающего момента.
14. Балка на винклеровском основании. Коэффициент постели. Достоинства и недостатки модели Винклера. Дифференциальное уравнение изгиба балки на винклеровском основании.
15. Приближенный расчет балки на винклеровском основании сил путем замены сплошного основания дискретными опорами. Влияние величины коэффициента постели на перемещения и распределение внутренних усилий в балке на винклеровском основании.
16. Расчет двухшарнирных и трехшарнирных арок методом сил.
17. Расчет кольцевых систем методом сил. Котельная формула.
18. Метод перемещений. Степень кинематической неопределимости. Основная система метода перемещений. Лишние неизвестные. Условие эквивалентности исходной задачи и основной системы.
19. Вспомогательные состояния в методе перемещений. Формирование системы разрешающих уравнений метода перемещений и определение ее коэффициентов. Проверки в методе перемещений.
20. Учет наличия бесконечно жестких стержней в рамах при их расчете методом перемещений. Учет симметрии и обратной симметрии при расчете стержневых систем методом перемещений.
21. Учет наличия наклонных стержней в раме и упруго оседающих опор при использовании метода перемещений. Расчет неразрезных балок методом перемещений.
22. Смешанный метод. Система разрешающих уравнений смешанного метода. Комбинированный метод.

#### **8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

*не используются*

#### **8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

*не используются*

#### **8.3.8. Интернет-тренажеры**

*не используются*

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н.Ельцина»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
МЕТОД КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> <i>Строительная механика зданий и сооружений</i>	<b>Код модуля</b> 1134409 <b>Учебный план №</b> 6506
<b>Образовательная программа</b> <i>Строительство уникальных зданий и сооружений</i>	<b>Код ОП</b> 08.05.01/01.01
<b>Направление подготовки</b> <i>Строительство уникальных зданий и сооружений</i>	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 08.05.01
<b>Уровень подготовки</b> <i>Специалист</i>	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 11.08.2016 №1030

Екатеринбург, 2017

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Антипин Алексей Александрович	к.т.н., доцент	доцент	Системы автоматизированного проектирования объектов строительства	
2	Городилов Сергей Николаевич	-	Старший преподаватель	Системы автоматизированного проектирования объектов строительства	

**Руководитель модуля**

*А.А. Антипин*

**Рекомендовано учебно-методическим советом Строительного института**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол №   1   от  30.01.2017  г.

*З.В. Беляева*

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

*Р.Х. Токарева*

### 3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ [ Метод конечных элементов]

#### 1.3.Аннотация содержания дисциплины

В курсе излагаются наиболее наглядно, всесторонне и сжато методы расчета конструкций и их элементов на прочность, жесткость и устойчивость с использованием метода конечных элементов и современных вычислительных средств.

Дисциплина "Метод конечных элементов" является частью модуля «Строительная механика зданий и сооружений». Именно здесь излагается наиболее наглядно, всесторонне и сжато современные численные методы расчета конструкций и их элементов на прочность, жесткость и устойчивость с использованием вычислительного аппарата, ориентированного на использование ЭВМ и применяемые в мировой практике пакеты программ.

Ее обучение основано на знании студентами таких общеобразовательных дисциплин, как "Высшая математика", "Физика", "Теоретическая механика", "Сопротивление материалов".

Овладение ее практическими расчетными приемами связано с изучением модуля «Строительные конструкции зданий и сооружений».

Изложение дисциплины "Метод конечных элементов" ведется при постепенном усложнении изучаемого материала в логической последовательности.

Знание дисциплины "Метод конечных элементов" составляет основу профессиональной квалификации инженера-строителя, конструктора и расчетчика.

#### 1.2. Язык реализации программы – русский.

#### 1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения, формируемые при освоении дисциплины:

РО-11 В рамках проектно-конструкторской и проектно-расчетной деятельности определять напряженно-деформируемое состояние конструкций и сооружений от внешних воздействий.

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

#### **общепрофессиональные компетенции (ОПК) в соответствии с ФГОС ВО:**

- - использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-6);
- способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-7);
- владение основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений и конструкций, составления конструкторской документации и деталей (ОПК-8);

#### **профессиональные компетенции (ПК) в соответствии с ФГОС ВО:**

- - знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест (ПК-1);
- владение методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием лицензионных универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования и графических пакетов программ (ПК-2);
- способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять

законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов техническому заданию (ПК-3);

**профессионально-специализированными компетенции (ПСК) в соответствии с ФГОС ВО, соответствующие специализации:**

- владение основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимыми для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПСК-1.4).

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- математические модели, применяемые для расчета строительных конструкций;
- методы построения матриц жесткости конечных элементов исходя из энергетических принципов;
- методику решения задач МКЭ;

**Уметь:**

- строить конечно-элементную модель конструкции;
- определять параметры напряженно-деформированного состояния различных конструкций методом МКЭ.

**Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):**

- методами построения конечно-элементных моделей строительных конструкций;
- программным обеспечением, реализующим МКЭ.

**7.4.Объем дисциплины**

по очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	7	
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	
2.	Лекции	34	34	34	
3.	Практические занятия	17	17	17	
4.	Лабораторные работы				
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>39</b>	<b>7,65</b>	<b>39</b>	
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>18</b>	2,33	<b>Экзамен</b>	
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>108</b>	60,98	108	
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>3</b>		3	

**8. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
<b>Р1</b>	Введение.	Основные идеи метода конечных элементов. Понятие расчетной модели и расчетной схемы. Выделение «элементов» расчетной модели. Понятие конечного

		элемента. Применение метода конечных элементов для решения простейших одномерных и двумерных задач на примерах растяжения (сжатия) и кручения прямого бруса.
<b>P2</b>	Применение метода конечных элементов для расчета строительных конструкций	Общий алгоритм применения метода конечных элементов для задач расчета строительных конструкций. Типы конечных элементов. Формулировки метода конечных элементов (метод конечных элементов в форме методов сил и перемещений), экстремальные энергетические принципы расчета упругих систем.
<b>P3</b>	Расчет пространственных и плоских шарнирно – стержневых систем.	Матрицы жесткости и податливости стержневого конечного элемента, работающего на растяжение (сжатие). Методы описания топологии и геометрии. Алгоритм построения разрешающей системы уравнений.
<b>P4</b>	Расчет плоских и пространственных стержневых систем методом конечных элементов в форме метода перемещений.	Библиотека стержневых конечных элементов. Вывод матриц жесткости. Алгоритм построения разрешающей системы уравнений и получения усилий и перемещений.
<b>P5</b>	Расчет упругих тонкостенных пластинчатых систем методом конечных элементов в форме метода перемещений.	Расчет упругих тонкостенных пластинчатых систем методом конечных элементов в форме метода перемещений.
<b>P6</b>	Применение метода конечных элементов для расчета упругих оболочечных систем.	Прямоугольные и треугольные упругие оболочечные конечные элементы. Разрешающие уравнения. Получение напряжений и перемещений.
<b>P7</b>	Обобщение метода конечных элементов для расчета комбинированных пространственных и плоских конструкций.	Сопряжение матриц жесткостей различных типов конечных элементов. Объединение степеней свободы. Получение усилий, напряжений и перемещений.
<b>P8</b>	Современные конечно – элементные пакеты программ расчета конструкций.	Обзор существующего в мировой практике программного обеспечения МКЭ

## 9. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

### 3.3. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

*[таблицы формируются отдельно для каждой формы и технологии обучения, в полном соответствии с технологической картой БРС]*





## 10. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.6. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 6.7. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P3	1	Расчет пространственных и плоских шарнирно – стержневых систем.	2
P4	2-3	Расчет плоских и пространственных стержневых систем методом конечных элементов в форме метода перемещений.	4
P5	4-5	Расчет упругих тонкостенных пластинчатых систем методом конечных элементов в форме метода перемещений.	4
P6	6	Применение метода конечных элементов для расчета упругих оболочечных систем.	2
P7	7	Обобщение метода конечных элементов для расчета комбинированных пространственных и плоских конструкций.	2
P8	8-9	Применение метода конечных элементов для решения задач динамики и устойчивости конструкций.	3

**Всего:** 17

## 6.

### 7. 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

#### 4.3.13. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено.

#### 4.3.14. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

#### 4.3.15. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

#### 4.3.16. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

#### 4.3.17. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

#### 4.3.18. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

1. Расчет плоских стержневых изгибаемых систем.
2. Расчет пластинчатых систем.

#### 4.3.19. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

#### 4.3.20. Примерная тематика контрольных работ

Не предусмотрено.

#### 4.3.21. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

#### 8. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ [отметить звездочкой или другим символом применяемые технологии обучения по разделам и темам дисциплины]

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение						
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1	+			+								
P2	+	+		+								
P3	+	+		+								
P4	+			+								
P5	+	+		+								
P6	+			+								
P7	+			+								
P8	+			+								

#### 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

#### 7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

#### 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

#### 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 9.1.Рекомендуемая литература

##### 9.1.1.Основная литература

- Агапов В.П. “Метод конечных элементов в статике, динамике и устойчивости конструкций”: Уч. пос., изд. второе, исправл. и дополнен.-М.: Изд-во АСВ, 2004. - 248 с. с табл., рис.67.
- Золотов А.Б., Акимов П.А., Сидоров В.Н., Мозгалева М.Л. “Численные и аналитические методы расчета строительных конструкций”. М.:Изд-во АСВ,2009.-336с.

- Синицын С.Б. “Строительная механика в методе конечных элементов стержневых систем. Решение задач статики, устойчивости и динамики сооружений на ЭВМ в форме компьютерной игры”: Уч.пос.-М.: Изд-во АСВ, 2002.-320 стр.
- Трушин С.И. “Метод конечных элементов. Теория и задачи”: Научное изд. – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 256 с.
- Городецкий А.С., Евзеров И.Д. «Компьютерные модели конструкций». М.:Изд-во АСВ, 2009.-360 с.

### 9.1.2.Дополнительная литература

1. Алейников С.М. “Метод граничных элементов в контактных задачах для упругих пространственно неоднородных оснований”:М.: Изд-во АСВ, 2000.-754с.-Илл. 244. Табл. 41. Библигр. 819 назв.
2. Ермакова А.В. Метод дополнительных конечных элементов для расчета железобетонных конструкций по предельным состояниям. Монография. – Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов; Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. – 128 с.
3. Карпиловский В.С., Криксунов Э.З., Микитаренко М.А., Перельмутер А.В., Перельмутер М.А., Федоровский В.Г. “SCAD OFFICE. Реализация СНИП в проектирующих программах”: М.: Изд-во АСВ, 2004. – 288 стр. с илл.
4. Карпиловский В.С., Криксунов Э.З., Маляренко А.А., Перельмутер А.В., Перельмутер М.А. “SCAD Office Формирование сечений и расчет их геометрических характеристик”: Учебное пособие. – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 80 стр. с илл.
5. Сухоруков В.В. “Autodesk Robot Structural Analysis Professional. Проектно-вычислительный комплекс”. Справочно-учебное пособие. - М.: Изд-во АСВ, 2009.-128 с.
6. Фиалко С.Ю. “Прямые методы решения систем линейных уравнений в современных МКЭ-комплексах”. М.: Изд-во СКАД СОФТ, Изд-во АСВ, 2009.-160 с.
7. Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах. Ч. I. Статически определимые системы: Учеб. Пос. – М.: Изд-во АСВ, 1999.
8. Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах. Ч. II. Статически неопределимые системы: Учеб. Пос. – М.: Изд-во АСВ, 2000.

### 9.2.Методические разработки

Не применяются.

### 9.3.Программное обеспечение

- Информационная система – «Кодекс».
- Компьютерные программы «Лира САПР», «AutoCAD», «NormCAD».

### 9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Зональная научная библиотека УрФУ со свободным доступом по студенческому билету для студентов УрФУ <http://lib.urfu.ru/> .

[www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.mail.ru](http://www.mail.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru), [google.ru](http://google.ru).

ELIBRARY – электронная библиотека;

SCIENCEDIRECT – электронная библиотека;

ЦСБДВИНИТИ – централизованная система баз данных по науке и технике

<http://www.complexdoc.ru> – База нормативной документации;

<http://nordoc.ru/doc/45-45194> – База нормативной документации.

### 9.5.Электронные образовательные ресурсы

Зональная научная библиотека <http://library.urfu.ru/>

Каталоги библиотеки <http://library.urfu.ru/about/department/catalog/rescatalog/>

Электронный каталог <http://library.urfu.ru/resources/ec/>

Ресурсы <http://library.urfu.ru/resources>

Поиск <http://library.urfu.ru/search>.

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

3. Лекционный, лабораторный и практический материал должен изучаться в специализированной аудитории, оснащённой современным компьютером с подключенным к нему проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран.
4. Специализированная лаборатория с оборудованием и приборами для проведения лабораторных работ по сварке и резке металлических конструкций.

## 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины –0,8** [утверждается ученым советом института], в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены –

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине** [в случае реализации дисциплины в течение нескольких семестров текущая и промежуточная аттестация проектируются для каждого семестра]

7 семестр

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6</b>		
Текущая аттестация на лекциях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лекциями]	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение лекций	7 семестр	9
Выполнение РГР	7 семестр	91
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с практическими/семинарскими занятиями]	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Работа на практических занятиях	7 семестр	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0,0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,0</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лабораторными занятиями]	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Не предусмотрена		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 0,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрена</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0,0</b>		

### 6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

<b>Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Не предусмотрено		
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта -0,0</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 0,0</b>		

### 6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 7	1,0

\*В случае проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамена, зачета) методом тестирования используются официально утвержденные ресурсы: АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ, имеющие статус ЭОР УрФУ; ФЭПО ([www.фэпо.рф](http://www.фэпо.рф)); Интернет-тренажеры ([www.i-exam.ru](http://www.i-exam.ru)).

## **7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

## **8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС**

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

<b>Компоненты компетенций</b>	<b>Признаки уровня освоения компонентов компетенций</b>		
	<b>пороговый</b>	<b>повышенный</b>	<b>высокий</b>
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

### **8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**



## **ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

### **8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

*[Выбрать из списка, либо дополнить наименования оценочных средств]*

#### **8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий**

*не предусмотрено*

#### **8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий**

*не предусмотрено*

#### **8.3.3. Примерные контрольные кейсы**

*не предусмотрено*

#### **8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

*не предусмотрено*

#### **8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

1. Основные идеи метода конечных элементов. Понятие расчетной модели и расчетной схемы. Выделение «элементов» расчетной модели. Понятие конечного элемента. Применение метода конечных элементов для решения простейших одномерных и двумерных задач на примерах растяжения (сжатия) и кручения прямого бруса.
2. Общий алгоритм применения метода конечных элементов для задач расчета строительных конструкций. Типы конечных элементов. Формулировки метода конечных элементов (метод конечных элементов в форме методов сил и перемещений), экстремальные энергетические принципы расчета упругих систем.
3. Матрицы жесткости и податливости стержневого конечного элемента, работающего на растяжение (сжатие). Методы описания топологии и геометрии. Алгоритм построения разрешающей системы уравнений.
4. Библиотека стержневых конечных элементов. Вывод матриц жесткости. Алгоритм построения разрешающей системы уравнений и получения усилий и перемещений.
5. Расчет упругих тонкостенных пластинчатых систем методом конечных элементов в форме метода перемещений.
6. Прямоугольные и треугольные упругие оболочечные конечные элементы. Разрешающие уравнения. Получение напряжений и перемещений.
7. Сопряжение матриц жесткостей различных типов конечных элементов. Объединение степеней свободы. Получение усилий, напряжений и перемещений.

#### **8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

*не используются*

#### **8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

*не используются*

#### **8.3.8. Интернет-тренажеры**

*не используются*

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н.Ельцина»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МЕТОДЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ И ТЕОРИЯ  
НАДЕЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> <i>Строительная механика зданий и сооружений</i>	<b>Код модуля</b> 1134409 <b>Учебный план №</b> 6506
<b>Образовательная программа</b> <i>Строительство уникальных зданий и сооружений</i>	<b>Код ОП</b> 08.05.01/01.01
<b>Направление подготовки</b> <i>Строительство уникальных зданий и сооружений</i>	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 08.05.01
<b>Уровень подготовки</b> <i>Специалист</i>	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 11.08.2016 №1030

Екатеринбург, 2017

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Бушинская А.В.	к.т.н	доцент	Системы автоматизированного проектирования объектов строительства	
2	Тимашев С.А.	д.т.н	профессор	Системы автоматизированного проектирования объектов строительства	

**Руководитель модуля**

*А.А. Антипин*

**Рекомендовано учебно-методическим советом Строительного института**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол №   1   от  30.01.2017  г.

*З.В. Беляева*

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

*Р.Х. Токарева*

## **4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ [ Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций]**

### **1.4. Аннотация содержания дисциплины**

Дисциплина «Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций» входит в модуль «Строительная механика зданий и сооружений» в составе образовательной программы «Строительство уникальных зданий и сооружений» и является базовой дисциплиной.

**Цель дисциплины** – обучить будущего специалиста основным вероятностным методам строительной механики и теории надежности, используемым при проектировании, прочностных расчетах и эксплуатации конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений.

Приобретенные знания и навыки способствуют формированию инженерного мышления, подготовят специалиста к выполнению профессиональных функций и решению широкого круга практических задач.

Пререквизитами дисциплины являются: математика, физика, теоретическая механика, сопротивление материалов, строительная механика (входит в модуль), теория упругости с основами пластичности и ползучести (входит в модуль). Кореквизиты: нелинейные задачи строительной механики, теория расчета пластин и оболочек, динамика и устойчивость сооружений (входит в модуль). Постреквизиты: эксплуатация и реконструкция сооружений, спецкурс по проектированию железобетонных и металлических конструкций.

#### **Характеристика содержания дисциплины:**

В процессе изучения дисциплины рассматриваются основные вероятностные методы и практические подходы к расчету и эксплуатации реальных строительных конструкций и их элементов на надежность. Изучаются следующие вопросы: основные понятия и определения дисциплины; статистическое описание прочности материалов, методы оценки вероятности отказа строительных конструкций, структурные методы оценки надежности, показатели надежности, основные понятия теории случайных функций, нагрузки и воздействия на здания и сооружения.

#### **Характеристика методических особенностей дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины включает лекции, практические занятия и самостоятельную работу студентов. Практические занятия проводятся вместе с лекциями после освоения необходимого материала. Знания и умения, полученные на лекциях и практических занятиях, закрепляются при самостоятельной работе студентов над расчетно-графической работой.

На дисциплину «Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций» предусмотрено 216 часов, из которых 106 часов – аудиторные занятия и 110 часов отводится на самостоятельную работу. Дисциплина планируется на 8 и 9 семестры и заканчивается зачетом и экзаменом соответственно.

Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. При выставлении оценки по дисциплине учитывается участие студентов в аудиторных занятиях, качество и своевременность выполнения заданий в ходе практических занятий и в составе расчетно-графической работы, результаты сдачи зачета и экзамена.

### **1.2. Язык реализации программы – русский.**

### **1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

Планируемые результаты обучения, формируемые при освоении дисциплины:

РО-11 В рамках проектно-конструкторской и проектно-расчетной деятельности определять напряженно-деформируемое состояние конструкций и сооружений от внешних воздействий.

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

**общефессиональные компетенции (ОПК) в соответствии с ФГОС ВО:**

- использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-6);
- способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-7);
- владение основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений и конструкций, составления конструкторской документации и деталей (ОПК-8);

**профессиональные компетенции (ПК) в соответствии с ФГОС ВО:**

- знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест (ПК-1);
- владение методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием лицензионных универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования и графических пакетов программ (ПК-2);
- способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов техническому заданию (ПК-3).

**профессионально-специализированными компетенции (ПСК) в соответствии с ФГОС ВО, соответствующие специализации:**

- владение основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимыми для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПСК-1.4).

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- основные положения и расчетные методы, используемые в дисциплинах: сопротивление материалов, строительная механика и механика грунтов, на которых базируется изучение специальных курсов всех строительных конструкций, машин и оборудования;
- основные методы и практические приемы расчета реальных строительных конструкций на надежность, а также вероятностные методы расчета сооружений и их элементов, выполненных из различных строительных материалов;
- физические аспекты явлений, вызывающих особые нагрузки и воздействия на здания и сооружения, основные положения и принципы обеспечения безопасности строительных объектов и безопасной жизнедеятельности работающих и населения

**Уметь:**

- анализировать воздействия окружающей среды на материал в конструкции;
- вести технические расчеты по современным нормам;

- правильно выбирать и использовать для расчетов современные средства автоматизированного проектирования, знание специализированного программного обеспечения;
- правильно оценивать результаты расчетов;
- правильно выбирать и использовать для подготовки проектной и рабочей технической документации современные средства автоматизированного проектирования.

**Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):**

- методами практического использования современных компьютеров для обработки информации и основами численных методов решения инженерных задач;
- основными современными методами постановки, исследования и решения задач механики;
- методами расчета элементов строительных конструкций и сооружений на прочность, жесткость и устойчивость, иметь понятие о нелинейных задачах;
- современными системами инженерных и конструктивных расчетов, умением их применять совместно с системами автоматизированного проектирования;
- методами анализа действительного напряженного и деформированного состояния строительных конструкций, опытом расчетов строительных конструкций с учетом дефектов и поврежденности.

#### 10.4. Объем дисциплины

по очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	8	
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	
2.	Лекции	34	34	34	
3.	Практические занятия	34	34	34	
4.	Лабораторные работы				
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>58</b>	<b>10.20</b>	<b>58</b>	
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>18</b>	2,33	<b>Экзамен</b>	
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>144</b>	80,53	144	
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>4</b>		4	

#### 11. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Основные понятия теории надежности строительных конструкций	Краткая история развития основ теории и методов расчета конструкционной надежности. Основные понятия и определения. Понятие предельного

		состояния конструкции и коэффициентов надежности. Основы расчета надежности по схеме «нагрузка – сопротивление» (метод предельных состояний). Классификация предельных состояний строительных конструкций. Понятие характеристики безопасности.
P2	Статистическое описание прочности материалов	Статистический характер нормативного и расчетного сопротивления в строительных нормах и правилах, их обеспеченность.
P3	Методы оценки вероятности отказа при нормальном и близком к нормальному распределениям нагрузки и сопротивления	Метод двух моментов (нормальное и логнормальное распределение нагрузки и сопротивления). Связь характеристики безопасности с коэффициентом запаса. Метод приближенного приведения произвольных законов распределения к нормальному. Метод разложения функции предельного состояния в ряд Грама-Шарлье и Эджворта.
P4	Структурные методы оценки надежности строительных конструкций	Простые и сложные структурные схемы надежности. Формула полной вероятности. Таблицы истинности. Булевы методы. Основы логико-вероятностного метода. Функциональные схемы сооружений.
P5	Методы оценки вероятности отказа при произвольных законах распределения нагрузки и сопротивления	Метод статистической линеаризации с поправками на нелинейность функции предельного состояния (ФПС). Метод статистических испытаний. Метод Монте-Карло. Модифицированный метод Монте-Карло (стратифицированные выборки). Метод оценки надежности первого порядка (First Order Reliability Method). Метод оценки надежности второго порядка (Second Order Reliability Method).
P6	Показатели надежности строительных конструкций	Показатели надежности невосстанавливаемых объектов. Понятие о потоке отказов и восстановлений. Показатели надежности восстанавливаемых объектов. Показатели ремонтпригодности. Комплексные показатели надежности объектов.
P7	Основные понятия теории случайных функций	Определение случайной функции и случайного процесса. Числовые характеристики случайных функций: математическое ожидание, дисперсия, корреляционная функция, спектральная плотность. Стационарные и нестационарные случайные функции, эргодические и неэргодические случайные функции. Определение характеристик случайных функций по опытным данным. Надежность как выбросы случайной функции за заданный уровень.
P8	Нагрузки и воздействия на здания и сооружения	Факторы, действующие на здания и сооружения. Описание нагрузок и воздействий с помощью распределений максимумов случайных величин. Предельные распределения Гумбеля и Вейбулла. Проверка гипотезы о законе распределения. Снеговая нагрузка: снежный покров, нормативная и расчетная нагрузки. Потоки и скорость ветра. Средняя и пульсационная составляющая ветровой нагрузки. Спектральная плотность и энергетический спектр скорости ветра. Расчетные схемы зданий и сооружений при колебаниях. Собственные частоты и формы колебаний зданий и сооружений.

## **12. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ**

### **3.4. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины**

*[таблицы формируются отдельно для каждой формы и технологии обучения, в полном соответствии с технологической картой БРС]*



Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)		Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																											
				Подготовка к аудиторным занятиям (час.)		Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)											Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)		Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)									
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностранном языке*	Перевод иностранной литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю	
																															P1
P2	Статистическое описание прочности материалов	5,0	4	2	2	1,0	1,0	0,5	0,5																						
P3	Методы оценки вероятности отказа при нормальном и близком к нормальному распределениям нагрузки и сопротивления	29,5	10	4	6	19,5	3,5	1,5	2,0			16,0							1												
P4	Структурные методы оценки надежности строительных конструкций	5,0	4	2	2	1,0	1,0	0,5	0,5																						
P5	Методы оценки вероятности отказа при произвольных законах распределения нагрузки и сопротивления.	40,0	16	8	8	24,0	6,0	3,0	3,0			18,0							1												
P6	Показатели надежности строительных конструкций.	11,0	8	4	4	3,0	3,0	1,5	1,5																						
P7	Основные понятия теории случайных функций.	11,0	8	4	4	3,0	3,0	1,5	1,5																						
P8	Нагрузки и воздействия на здания и сооружения.	22,0	16	8	8	6,0	6,0	3,0	3,0																						
	<b>Всего (час.)</b> , без учета промежуточной аттестации:	<b>126</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>58,0</b>	<b>24,0</b>	<b>12,0</b>	<b>12,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>34,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	<b>144</b>																													
В т.ч. промежуточная аттестация																															
																										<b>0</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

\*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.)» без учета промежуточной аттестации

### 13. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 6.8. Лабораторные работы

Не предусмотрено

#### 6.9. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Оценка статистических параметров сопротивления материалов конструкций, их расчетных значений и их обеспеченности.	2
P3	2-3	Решения задач оценки характеристики безопасности и коэффициента запаса. Приведение произвольных законов распределения нагрузки и сопротивления к нормальному по их гистограммам.	4
P3	4	Оценка вероятности отказа стержня и балки с помощью ряда Эджворта.	2
P4	5	Применение структурных методов оценки надежности к строительным конструкциям с параллельным, последовательным и смешанным соединением элементов, а также с функциональными связями.	2
P5	6	Оценка вероятностных характеристик (среднего и среднеквадратического отклонения) напряжения, действующего в стержне. Оценка среднего значения радиуса круглого стержня, отвечающего заданной надежности. Оценка надежности балки методом статистических испытаний.	2
P5	7	Оценка надежности внецентренно сжатой стойки обычным и модифицированным методом Монте-Карло.	2
P5	8-9	Оценка надежности строительных конструкций методами первого и второго порядка.	4
P6	10-11	Решение задач оценки показателей надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов.	4
P7	12	Определение характеристик случайных функций по опытным данным.	2
P7	13	Надежность как непереход случайной функции резерва прочности через ноль. Превышение нагрузкой заданного	2

		уровня.	
P8	14	Оценка снеговой и ветровой нагрузки, по статистическим данным, как возможной один раз в $n$ лет.	2
P8	15	Построение упрощенной расчетной схемы для получения динамических характеристик многоэтажного здания.	2
P8	16-17	Оценка собственных частот и форм собственных колебаний зданий.	4

**Всего:** 34

## 8.

### 6.10. Примерная тематика самостоятельной работы

#### 4.3.22. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено.

#### 4.3.23. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

#### 4.3.24. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

#### 4.3.25. 4.3.4 Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

#### 4.3.26. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

#### 4.3.27. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

- Надежность балки на основе разложения в ряд Эджворта.
- Надежность внецентренно сжатой стойки с поперечным сечением в виде сварного стального двутавра на основе модифицированного метода Монте-Карло.
- Надежность неразрезной балки при смещении опоры.
- Оценка надежности внецентренно сжатой стойки методом первого порядка.
- Собственные частоты и формы собственных колебаний трехэтажного здания с массами, сосредоточенными в перекрытиях этажей.

#### 4.3.28. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

#### 4.3.29. Примерная тематика контрольных работ

Не предусмотрено.

#### 4.3.30. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

## 9. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ [отметить звездочкой или другим символом применяемые технологии обучения по разделам и темам дисциплины]

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения	Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение
------------------------------	--------------------------	---

	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1	+			+	+							
P2	+			+	+							
P3	+			+	+							
P4	+			+	+							
P5	+			+	+							
P6	+			+	+							
P7	+			+	+							
P8	+			+	+							

## 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

## 7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1.Рекомендуемая литература

#### 9.1.1.Основная литература

1. Райзер В.Д. Методы теории надежности в задачах нормирования расчетных параметров строительных конструкций. – М.: Стройиздат, 1986.-192с.
2. Райзер В.Д. Расчет и нормирование надежности строительных конструкций. М.: Стройиздат, 1995.-348с.
3. Лычев А.С. Надежность строительных конструкций. – М.: АСВ, 2008.
4. СП.20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. Дата актуализации: 12.02.2016 –М.: ОАО ЦПП, 2011, - 81 с.
5. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
6. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Учеб. пособие для вузов. Изд. 7-е, стер. – М.: Высш. шк., 1999.-479с.
7. Гордеев В.Н., Лантух-Лященко А.И. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения – М.: АСВ, 2007.
8. Кроткова Л.В., Филипович А.И., Архипов В.Г., Луцык Е.В. «Сборник задач по строительной механике». Учебное пособие. – М.: Изд-во АСВ, 2009.

9. Тимашев С.А. Надежность больших механических систем. – М.:Наука, 1982. – 184 с.
- 10.Тимашев С.А. Инфраструктуры. Часть 1. Надежность и долговечность. Екатеринбург. – 2016. – 534 с.

### 9.1.2.Дополнительная литература

1. Аугусти Г., Баратта А., Кашиати Ф. Вероятностные модели в строительном проектировании. М.: Стройиздат, 1988.- 584с.
2. Болотин В. В. Методы теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. - 2-е изд., перераб. и доп. -М.: Стройиздат, 1981.
3. Болотин В.В. Применение методов теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. – М.: Стройиздат, 1971.
4. Болотин В.В. Статистические методы в строительной механике. – М.: Стройиздат, 1965.
5. Ломакин В.А. Статистические задачи механики твердых деформируемых тел. М., «Наука», 1970.
6. Лужин О.В. Вероятностные методы расчета сооружений. – М.: МИСИ им. Куйбышева, 1983.
7. Болотин В. В. Методы теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. - 2-е изд., перераб. и доп. -М.: Стройиздат, 1981.
8. Волков С.Д. Статистическая теория прочности. – М.: Машгиз, 1960.-176с.
9. Вопросы безопасности и прочности строительных конструкций/Сб. ст. под ред. А.Р. Ржаницына. – М.: Стройиздат, 1952.-178с.
10. Тимашев С.А., Бушинская А.В., Малюкова М.Г., Полуян Л.В. Целостность и безопасность трубопроводных систем. Екатеринбург: УрО РАН, 2013. – 590 с.

### 9.2.Методические разработки

Не применяются.

### 9.3.Программное обеспечение

- Программные комплексы «ЛИРА САПР», «MathCAD», Табличный процессор «Excel».

### 9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Зональная научная библиотека УрФУ со свободным доступом по студенческому билету для студентов УрФУ <http://lib.urfu.ru/> .

[www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.mail.ru](http://www.mail.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru), [google.ru](http://google.ru).

ELIBRARY – электронная библиотека;

SCIENCEDIRECT – электронная библиотека;

ЦСБДВИНИТИ – централизованная система баз данных по науке и технике

<http://www.complexdoc.ru> – База нормативной документации;

<http://nordoc.ru/doc/45-45194> – База нормативной документации.

### 9.5.Электронные образовательные ресурсы

Зональная научная библиотека <http://library.urfu.ru/>

Каталоги библиотеки <http://library.urfu.ru/about/department/catalog/rescatalog/>

Электронный каталог <http://library.urfu.ru/resources/ec/>

Ресурсы <http://library.urfu.ru/resources>

Поиск <http://library.urfu.ru/search>.

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным

**оборудованием**

5. Лекционный и практический материал должен изучаться в специализированной аудитории, оснащенной современным компьютером с подключенным к нему проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран.
6. Компьютерный класс для выполнения расчетно-графических работ и проведения всех видов контрольных мероприятий с помощью компьютерного тестирования.

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины –1,0** [утверждается ученым советом института], в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены –

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине** [в случае реализации дисциплины в течение нескольких семестров текущая и промежуточная аттестация проектируются для каждого семестра]

**8 семестр**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b> [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лекциями]	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещение занятий</i>	8 семестр	9
<i>Расчетно-графическая работа № 1</i>	8 семестр	45
<i>Расчетно-графическая работа № 2</i>	8 семестр	46
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b> [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с практическими/семинарскими занятиями]	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Работа на практических занятиях</i>	8 семестр	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0,0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b> [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лабораторными занятиями]	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 0,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрена</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0,0</b>		

### 6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Не предусмотрено		
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта -0,0</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 0,0</b>		

### 6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 8	1,0

\*В случае проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамена, зачета) методом тестирования используются официально утвержденные ресурсы: АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ, имеющие статус ЭОР УрФУ; ФЭПО ([www.fepo.rf](http://www.fepo.rf)); Интернет-тренажеры ([www.i-exam.ru](http://www.i-exam.ru)).



## **7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

## **8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС**

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

<b>Компоненты компетенций</b>	<b>Признаки уровня освоения компонентов компетенций</b>		
	<b>пороговый</b>	<b>повышенный</b>	<b>высокий</b>
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## **8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

## **8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

*[Выбрать из списка, либо дополнить наименования оценочных средств]*

### **8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий**

*не предусмотрено*

### **8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий**

*не предусмотрено*

### **8.3.3. Примерные контрольные кейсы**

*не предусмотрено*

### **8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

*не предусмотрено*

### **8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

1. Краткая история создания основ теории и методов расчета конструкционной надежности.
2. Понятие предельного состояния конструкции и коэффициентов надежности.
3. Основы расчета надежности по схеме «нагрузка - сопротивление».
4. Классификация предельных состояний строительных конструкций.
5. Статистический характер прочности материалов конструкций в строительных нормах.
6. Метод двух моментов.
7. Связь характеристики безопасности с коэффициентом запаса.
8. Метод приближенного приведения произвольных законов распределения к нормальному.
9. Метод разложения функции предельного состояния в ряд Грама-Шарлье и Эджворта.
10. Простые структурные схемы надежности.
11. Использование формулы полной вероятности.
12. Таблицы истинности.
13. Булевы методы.
14. Основы логико-вероятностного метода.
15. Функциональные схемы сооружений.
16. Метод статистической линеаризации с поправками на нелинейность функции предельного состояния.
17. Метод статистических испытаний.
18. Метод Монте-Карло.
19. Модифицированный метод Моте-Карло (стратифицированные выборки).
20. Метод оценки надежности первого порядка.
21. Метод оценки надежности второго порядка.
22. Показатели надежности строительных конструкций.
23. Показатели надежности невосстанавливаемых объектов.

24. Понятие о потоке отказов и восстановлений.
25. Основные показатели надежности восстанавливаемых объектов.
26. Показатели ремонтпригодности.
27. Комплексные показатели надежности.
28. Определение случайной функции и случайного процесса.
29. Числовые характеристики случайных функций.
30. Стационарные и нестационарные случайные функции.
31. Эргодические и неэргодические случайные функции.
32. Определение характеристик случайных функций по опытными данным.
33. Влияние износа и изменения прочности во времени.
34. Выбросы случайной функции за заданный уровень.
35. Нагрузки и воздействия на здания.
36. Распределение максимумов случайных величин. Предельное распределение Гумбеля и Вейбулла.
37. Определение вероятностных свойств выборки. Проверка гипотезы о законе распределения.
38. Снеговая нагрузка.
39. Ветровая нагрузка (число Рейнольдса и Струхалия, ламинарный поток).
40. Скорость ветра.
41. Средняя составляющая ветровой нагрузки.
42. Распределения для расчета ветровых нагрузок.
43. Пульсационная составляющая ветровой нагрузки.
44. Спектральная плотность и энергетический спектр скорости ветра.
45. Расчетные схемы сооружений при колебаниях.
46. Собственные частоты и формы колебаний зданий и сооружений.

#### **8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

*не используются*

#### **8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

*не используются*

#### **8.3.8. Интернет-тренажеры**

*не используются*

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н.Ельцина»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
НЕЛИНЕЙНЫЕ ЗАДАЧИ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> <i>Строительная механика зданий и сооружений</i>	<b>Код модуля</b> 1134409 <b>Учебный план №</b> 6506
<b>Образовательная программа</b> <i>Строительство уникальных зданий и сооружений</i>	<b>Код ОП</b> 08.05.01/01.01
<b>Направление подготовки</b> <i>Строительство уникальных зданий и сооружений</i>	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 08.05.01
<b>Уровень подготовки</b> <i>Специалист</i>	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 11.08.2016 №1030

Екатеринбург, 2017

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Антипин Алексей Александрович	к.т.н.	Доцент	Системы автоматизированного проектирования объектов строительства	
1	Городилов Сергей Николаевич		Старший преподаватель	Системы автоматизированного проектирования объектов строительства	

**Руководитель модуля**

*А.А. Антипин*

**Рекомендовано учебно-методическим советом Строительного института**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол №   1   от  30.01.2017  г.

*З.В. Беляева*

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

*Р.Х. Токарева*

## 5. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ [ Нелинейные задачи строительной механики]

### 1.5. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Нелинейные задачи строительной механики» является для студентов строительных специальностей одной из основных базовых дисциплин, имеет своей целью: дать современному специалисту необходимые представления, а также приобрести навыки в области анализа работы и расчета конструкций и их отдельных элементов с учётом физической, геометрической нелинейностей, выполненных из различных материалов, на прочность, жесткость и устойчивость при различных воздействиях с использованием современного вычислительного аппарата. Задачи освоения дисциплины: вооружить будущего специалиста необходимыми знаниями для анализа работы и расчета строительных конструкций и их отдельных элементов в нелинейной постановке.

Изучение дисциплины «Нелинейные задачи строительной механики» требует основных знаний, умений и компетенций студента по следующим курсам: "Высшая математика" (Естественнонаучный и общетехнический цикл); анализ функции одного и нескольких переменных; дифференциальное и интегральное исчисление; исследование функции; приближенное решение уравнений; дифференциальные уравнения; векторы и матрицы; решение линейных алгебраических уравнений; "Физика", (Естественнонаучный и общетехнический цикл): Инерция; масса; импульс (количество движения); сила; законы сохранения; силы упругости и трения; силы тяготения; основные законы механики; колебания.

Дисциплина «Нелинейные задачи строительной механики» относится к базовым дисциплинам математического и естественнонаучного цикла учебного плана. Изучение дисциплины требует основных знаний, умений и компетенций студента по курсам: математика, сопротивление материалов, строительная механика, теория упругости.

### 1.2. Язык реализации программы – русский.

### 1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения, формируемые при освоении дисциплины:

РО-11 В рамках проектно-конструкторской и проектно-расчетной деятельности определять напряженно-деформируемое состояние конструкций и сооружений от внешних воздействий.

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

#### **общефессиональные компетенции (ОПК) в соответствии с ФГОС ВО:**

- использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-6);
- способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-7);
- владение основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений и конструкций, составления конструкторской документации и деталей (ОПК-8);

#### **профессиональные компетенции (ПК) в соответствии с ФГОС ВО:**

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

- владение методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием лицензионных универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования и графических пакетов программ (ПК-2);
- способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов техническому заданию (ПК-3).

**профессионально-специализированными компетенции (ПСК) в соответствии с ФГОС ВО, соответствующие специализации:**

- владение основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимыми для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПСК-1.4).

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- знать основные методы и практические приемы расчета реальных конструкций по всем предельным расчетным состояниям на различные воздействия;
- методы решения и расчетные модели конструкций для решения геометрически и физически нелинейных задач.

**Уметь:**

- уметь грамотно составить расчетную схему сооружения, выбрать наиболее рациональный метод расчета и найти истинное распределение напряжений, обеспечив при этом необходимую прочность и жесткость его элементов с учетом реальных свойств строительных материалов и используя современную вычислительную технику;
- уметь использовать приближенные методы решения задач для проверки результатов расчетов.

**Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):**

- методами расчета строительных конструкций;
- навыками построения расчетных моделей для анализа напряженно-деформированного состояния строительных конструкций.

### 13.4. Объем дисциплины

по очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	9	10
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
2.	Лекции	51	51	34	17
3.	Практические занятия	51	51	17	34
4.	Лабораторные работы	-	-	-	
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>92</b>	<b>15,3</b>	<b>53</b>	<b>39</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>22</b>	<b>2,58</b>	<b>Зачет</b>	<b>Экзамен</b>



7.	Общий объем по учебному плану, час.	216	119,88	108	108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	6		3	3

#### 14. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Основные понятия нелинейной строительной механики	Задачи нелинейной строительной механики. Основные понятия и определения. Понятие физической и геометрической нелинейности в строительной механике. Виды физической нелинейности. Понятие о конструктивной нелинейности. Типичные экспериментальные диаграммы растяжения для различных материалов. Понятие активной и пассивной деформации. Понятие простого и сложного нагружения. Петля гистерезиса. Упрочнение материала. Площадка текучести. Пределы текучести и прочности.
P2	Модель нелинейно-упругого материала	Основные уравнения и гипотезы для нелинейно упругих и упругопластических тел. Теорема А.А. Ильюшина о простом нагружении. Теорема Генки о разгрузке. Эффект Баушингера. Нелинейно-упругий материал. Зависимость между напряжениями и деформациями. Зависимости Ф. И. Герстнера, Сен-Венана. Способы аппроксимации экспериментальных кривых. Диаграмма разгрузки и активного нагружения.
P3	Нелинейно упругие балки. Расчет стержневых систем по методу предельного равновесия	Основные методы решения нелинейных задач: метод упругих решений и метод переменных параметров упругости. Метод пошагового нагружения. Нелинейно упругие балки. Расчет стержневых систем по методу предельного равновесия.
P4	Теоремы предельного равновесия.	Понятие о предельном состоянии. Разрушающие нагрузки. Гипотезы теории предельного равновесия. Основные теоремы о разрушающих нагрузках: статическая, кинематическая и о единственности решения. Понятие пластического шарнира. Пластический момент сопротивления.
P5	Расчёт конструкций с учетом пластических деформаций	Простые механизмы разрушения. Частичное и полное разрушение. Механизмы разрушения: балочный, бокового смещения, поворота узла. Комбинация простых механизмов разрушения. Расчет статически неопределимых рам способом комбинированных механизмов разрушения. Расчет статически неопределимых рам с использованием математического программирования. Расчёт плит. Механизм разрушения плиты. Расчёт статически определимых и неопределимых ферм с учетом пластических свойств материала.

Р6	Геометрически нелинейные задачи. Большие перемещения и неустойчивость конструкций.	Особенности расчета по деформированному состоянию. Точный расчёт по деформированному состоянию. Расчёт по деформированному состоянию способом последовательных приближений. Расчёт рам по деформированному состоянию последовательными приближениями. Продольно-поперечный изгиб.
Р7	Основы метода конечных элементов (МКЭ) для решения нелинейных задач.	<p>Типы конечных элементов для учета физической и геометрической нелинейностей. Программные расчетные комплексы Лира, SCAD, ANSYS, для решения нелинейных задач конструкций на ПЭВМ. Создание конечно-элементных моделей конструкций. Управление нелинейным расчетом с использованием шаговых и шагово-итерационных решателей, последовательность выполнения расчетов в ПК SCAD, Лира, ANSYS. Учет геометрической, физической и генетической нелинейности при расчете стержневых систем методом конечных элементов.</p> <p>Расчет геометрически нелинейных большепролетных конструкций - вантовых и висячих систем.</p> <p>Метод конечных элементов для анализа устойчивости геометрически нелинейных систем.</p>
Р8	Расчет конструкций по несущей способности. Метод предельного равновесия.	<p>Основы расчета конструкций по предельному состоянию. Статический и кинематический методы решения задач предельного равновесия.</p> <p>Растяжение и сжатие. Кручение прямого бруса круглого поперечного сечения. Предельное равновесие многопролетных неразрезных балок. Особенности расчета изгибаемых конструкций методом предельного равновесия. Применения статической и кинематической теорем. Расчет рам и арок. Расчет ферм. Влияние упругости и смещений опор на величину предельной нагрузки. Предельное равновесие изгибаемых пластин.</p> <p>Применение методов математического программирования для задач предельного равновесия.</p> <p>Понятие о приспособляемости конструкций.</p>

## 15. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

### 3.5. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

*[таблицы формируются отдельно для каждой формы и технологии обучения, в полном соответствии с технологической картой БРС]*





## 16. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.11. Лабораторные работы

Не предусмотрено

### 6.12. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1-2	Расчет конструкций с учетом пластических деформаций (балки, пластины, оболочки).	4
P3	3-4	Расчёт нелинейно упругих балок.	4
P4	5-6	Расчет стержневых систем (балок, рам) по методу предельного равновесия	4
P5	7-8	Расчет конструкций методом предельного равновесия	3
P5	9	Решения задач с учётом нелинейности деформирования материалов.	2
P6	10-15	Геометрически нелинейные задачи. Большие перемещения и неустойчивость конструкций. Стержневые и пластинчатые системы	12
P7	16-21	Основы метода конечных элементов (МКЭ) для решения нелинейных задач.	12
P8	22-26	Расчет конструкций по несущей способности. Метод предельного равновесия.	10

**Всего:** 51

## 9.

### 6.13. Примерная тематика самостоятельной работы

#### 4.3.31. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено.

#### 4.3.32. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

#### 4.3.33. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

#### 4.3.34. 4.3.4 Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

#### 4.3.35. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

#### 4.3.36. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

- Расчет многопролетных статически определимых балочных систем на неподвижную и подвижную нагрузку.
- Расчет статически определимых распорных систем на неподвижную нагрузку.
- Расчет статически неопределимых систем методом сил.
- Расчет статически неопределимых систем методом перемещений.

**4.3.37. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)**

Не предусмотрено.

**4.3.38. Примерная тематика контрольных работ**

Не предусмотрено.

**4.3.39. Примерная тематика коллоквиумов**

Не предусмотрено.

**10. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ** [отметить звездочкой или другим символом применяемые технологии обучения по разделам и темам дисциплины]

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1	+			+	+							
P2	+			+	+							
P3	+			+	+							
P4	+			+	+							
P5	+			+	+							
P6	+			+	+							
P7	+			+	+							
P8	+			+	+							

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ**  
(Приложение 1)**7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ** (Приложение 2)**8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ** (Приложение 3)**9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ****9.1.Рекомендуемая литература****9.1.1.Основная литература**

- О.Л.Рудых, Г.П.Соколов, В.Л.Пахомов. М., Введение в нелинейную строительную механику. М.: Изд-во АСВ, 2010.

### 9.1.2.Дополнительная литература

- Безухов Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести. М., Высшая школа, 1961.
- Лукаш П.А. Основы нелинейной строительной механики. М., Стройиздат, 1978.
- Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. М., 1975.
- Портаев Л.П., Петраков А.А. Расчет стержневых систем по методу предельного равновесия. М., 1989.
- Ржаницын А.Р. Строительная механика. М., Высшая школа, 1991.
- Петраков А.А. Основы теории пластичности и ползучести. Учебное пособие. М.: МГСУ, 2007.

### 9.2.Методические разработки

Не применяются.

### 9.3.Программное обеспечение

- Microsoft Office, ANSYS, SCAD, Лира САПР.

### 9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Зональная научная библиотека УрФУ со свободным доступом по студенческому билету для студентов УрФУ <http://lib.urfu.ru/> .

[www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.mail.ru](http://www.mail.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru), [google.ru](http://google.ru).

ELIBRARY – электронная библиотека;

SCIENCEDIRECT – электронная библиотека;

ЦСБДВИНИТИ – централизованная система баз данных по науке и технике

<http://www.complexdoc.ru> – База нормативной документации;

<http://nordoc.ru/doc/45-45194> – База нормативной документации.

### 9.5.Электронные образовательные ресурсы

Зональная научная библиотека <http://library.urfu.ru/>

Каталоги библиотеки <http://library.urfu.ru/about/department/catalog/rescatalog/>

Электронный каталог <http://library.urfu.ru/resources/ec/>

Ресурсы <http://library.urfu.ru/resources>

Поиск <http://library.urfu.ru/search>.

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

7. Лекционный и практический материал должен изучаться в специализированной аудитории, оснащенной современным компьютером с подключенным к нему проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран.
8. Компьютерный класс для выполнения расчетно-графических работ и проведения всех видов контрольных мероприятий с помощью компьютерного тестирования.

## 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины –1,6** [утверждается ученым советом института], в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены – 0,0

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине** [в случае реализации дисциплины в течение нескольких семестров текущая и промежуточная аттестация проектируются для каждого семестра]

**9 семестр**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6</b>		
Текущая аттестация на лекциях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лекциями]	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение занятий	9 семестр	9
Расчетно-графическая работа № 1	9 семестр	91
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет, экзамен.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с практическими/семинарскими занятиями]	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Работа на практических занятиях	9 семестр	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0,0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лабораторными занятиями]	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Не предусмотрено		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 0,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрена</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0,0</b>		

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта**



Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Не предусмотрено		
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта -0,0</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – 0,0</b>		

### 10 семестр

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6</b>		
Текущая аттестация на лекциях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лекциями]	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение занятий	10 семестр	9
Расчетно-графическая работа № 2	10 семестр	91
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет, экзамен.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с практическими/семинарскими занятиями]	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Работа на практических занятиях	10 семестр	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0,0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лабораторными занятиями]	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Не предусмотрено		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -0,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрена</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0,0</b>		

### 6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр,	Максимальная оценка в
---	------------------	-----------------------

	<b>учебная неделя</b>	<b>баллах</b>
Не предусмотрено		
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта -0,0</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 0,0</b>		

#### **6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 9	0,5
Семестр 10	0,5

\*В случае проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамена, зачета) методом тестирования используются официально утвержденные ресурсы: АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ, имеющие статус ЭОР УрФУ; ФЭПО ([www.фэпо.рф](http://www.фэпо.рф)); Интернет-тренажеры ([www.i-exam.ru](http://www.i-exam.ru)).

## **7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

## **8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС**

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

<b>Компоненты компетенций</b>	<b>Признаки уровня освоения компонентов компетенций</b>		
	<b>пороговый</b>	<b>повышенный</b>	<b>высокий</b>
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## **8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

## **8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

*[Выбрать из списка, либо дополнить наименования оценочных средств]*

### **8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий**

*не предусмотрено*

### **8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий**

*не предусмотрено*

### **8.3.3. Примерные контрольные кейсы**

*не предусмотрено*

### **8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

23. Задачи нелинейной строительной механики.
24. Понятие физической и геометрической нелинейности в строительной механике.
25. Виды физической нелинейности.
26. Понятие о конструктивной нелинейности.
27. Типичные экспериментальные диаграммы растяжения для различных материалов.
28. Понятие активной и пассивной деформации.
29. Понятие простого и сложного нагружения.
30. Петля гистерезиса.
31. Упрочнение материала.
32. Площадка текучести. Пределы текучести и прочности.
33. Основные уравнения и гипотезы для нелинейно упругих и упругопластических тел.
34. Теорема А.А. Ильюшина о простом нагружении.
35. Теорема Генки о разгрузке.
36. Эффект Баушингера.
37. Нелинейно-упругий материал. Зависимость между напряжениями и деформациями.
38. Зависимости Ф. И. Герстнера, Сен-Венана.
39. Способы аппроксимации экспериментальных кривых.
40. Диаграмма разгрузки и активного нагружения

### **8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

1. Основные методы решения нелинейных задач: метод упругих решений и метод переменных параметров упругости.
2. Метод пошагового нагружения.
3. Нелинейно упругие балки.
4. Расчет стержневых систем по методу предельного равновесия.
5. Понятие о предельном состоянии.

6. Разрушающие нагрузки.
7. Гипотезы теории предельного равновесия.
8. Основные теоремы о разрушающих нагрузках: статическая, кинематическая и о единственности решения.
9. Понятие пластического шарнира. Пластический момент сопротивления.
10. Простые механизмы разрушения.
11. Частичное и полное разрушение.
12. Механизмы разрушения: балочный, бокового смещения, поворота узла.
13. Комбинация простых механизмов разрушения.
14. Расчет статически неопределимых рам способом комбинированных механизмов разрушения.
15. Расчет статически неопределимых рам с использованием математического программирования.
16. Расчет плит. Механизм разрушения плиты.
17. Расчет статически определимых и неопределимых ферм с учетом пластических свойств материала.
18. Геометрически нелинейные системы. Уравнение гибкой пространственной нити, системы нитей.
19. Применение МКЭ для решения нелинейных задач.
20. Расчет конструкций по несущей способности.

**8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

*не используются*

**8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

*не используются*

**8.3.8. Интернет-тренажеры**

*не используются*

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н.Ельцина»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ДИНАМИКА И УСТОЙЧИВОСТЬ СООРУЖЕНИЙ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> <i>Строительная механика зданий и сооружений</i>	<b>Код модуля</b> 1134409 <b>Учебный план №</b> 6506
<b>Образовательная программа</b> <i>Строительство уникальных зданий и сооружений</i>	<b>Код ОП</b> 08.05.01/01.01
<b>Направление подготовки</b> <i>Строительство уникальных зданий и сооружений</i>	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 08.05.01
<b>Уровень подготовки</b> <i>Специалист</i>	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 11.08.2016 №1030

Екатеринбург, 2017

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Антипин Алексей Александрович	к.т.н.	Доцент	Системы автоматизированного проектирования объектов строительства	
1	Городилов Сергей Николаевич		Старший преподаватель	Системы автоматизированного проектирования объектов строительства	

**Руководитель модуля**

*А.А. Антипин*

**Рекомендовано учебно-методическим советом Строительного института**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол №   1   от  30.01.2017  г.

*З.В. Беляева*

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

*Р.Х. Токарева*



## **6. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ [ Динамика и устойчивость сооружений]**

### **1.6.Аннотация содержания дисциплины**

Дисциплина является третьей частью модуля М.13 «Строительная механика» и посвящена методам решения задач динамики и устойчивости сооружений. В ней изучаются уравнения движения деформируемых систем, методы их решения. Изучаются методы решения задач определения частот и форм собственных колебаний и критических нагрузок. Рассмотрены вопросы расчета плоских и пространственных систем на устойчивость. Рассмотрены вопросы расчета систем на сейсмические воздействия

«Динамика и устойчивость сооружений» - комплексная общетехническая дисциплина, включающая в себя основы расчета конструкций на динамические воздействия и устойчивость.

Цель изучения дисциплины – формирование у студентов базовых знаний в области расчета сооружений и конструкций на динамические воздействия, подготовка выпускников к решению профессиональных задач, связанных с устойчивостью строительных конструкций, формирование у студентов современного научного мировоззрения, развитие творческого естественнонаучного мышления, ознакомление с методологией научных исследований.

Основными задачами дисциплины являются: изучение методов динамического расчета конструкций зданий и сооружений; овладение методами расчета стержневых и тонкостенных конструкций, рам и арок.

Дисциплина «Динамика и устойчивость сооружений» входит в состав базовой части дисциплин профессионального цикла подготовки специалистов по направлению «Строительство уникальных зданий и сооружений».

### **1.2. Язык реализации программы – русский.**

### **1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

Планируемые результаты обучения, формируемые при освоении дисциплины:

РО-11 В рамках проектно-конструкторской и проектно-расчетной деятельности определять напряженно-деформируемое состояние конструкций и сооружений от внешних воздействий.

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

#### **общефессиональные компетенции (ОПК) в соответствии с ФГОС ВО:**

- использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-6);
- способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-7);
- владение основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений и конструкций, составления конструкторской документации и деталей (ОПК-8);

#### **профессиональные компетенции (ПК) в соответствии с ФГОС ВО:**

- знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест (ПК-1);
- владение методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием лицензионных универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования и графических пакетов программ (ПК-2);
- способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов техническому заданию (ПК-3).

**профессионально-специализированными компетенции (ПСК) в соответствии с ФГОС ВО, соответствующие специализации:**

- владение основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимыми для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПСК-1.4).

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- знать основные методы и практические приемы расчета реальных конструкций по всем предельным расчетным состояниям на различные воздействия;
- методы решения и расчетные модели конструкций для решения геометрически и физически нелинейных задач.

**Уметь:**

- уметь грамотно составить расчетную схему сооружения, выбрать наиболее рациональный метод расчета и найти истинное распределение напряжений, обеспечив при этом необходимую прочность и жесткость его элементов с учетом реальных свойств строительных материалов и используя современную вычислительную технику;
- уметь использовать приближенные методы решения задач для проверки результатов расчетов.

**Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):**

- методами расчета строительных конструкций;
- навыками построения расчетных моделей для анализа напряженно-деформированного состояния строительных конструкций.

**16.4. Объем дисциплины**

по очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	9	10
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>68</b>	<b>34</b>
2.	Лекции	68	68	51	17
3.	Практические занятия	34	34	17	17
4.	Лабораторные работы				
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей</b>	<b>92</b>	<b>15,3</b>	<b>72</b>	<b>20</b>

	аттестации				
6.	Промежуточная аттестация	22	2.58	Зачёт	Экзаме н
7.	Общий объем по учебному плану, час.	216	119,88	144	72
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	6		4	2

## 17. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Основные понятия и определения динамики сооружений	Введение в динамику сооружений, уравнения движения. Понятия массы и момента инерции. Динамические расчетные схемы. Классификация сил, действующих на систему при колебаниях. Классификация возмущений. Три вида сил неупругого сопротивления колебаниям: вязкое, постоянное, по гипотезе Е.С. Сорокина. Понятия и расчет коэффициентов жесткости, податливости, демпфирования.
P2	Методы динамического расчета конструкций зданий и сооружений	Свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы при силовых и кинематических воздействиях. Прямая и обратная форма уравнений движения. Динамические параметры системы: частота круговая и техническая, период, амплитуда. Логарифмический декремент, коэффициент затухания. Влияние сил трения на амплитуду и частоту колебаний. Понятие об амплитудно-частотной характеристике системы (АЧХ). Резонанс. Теория вибрографа. Виброизоляция колеблющихся конструкций. Коэффициент виброизоляции. Вынужденные колебания балки под действием произвольного возмущения. Интеграл Дюамеля. Примеры на свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы и расчет виброизоляции. Расчет на заданные начальные условия Демонстрация лабораторной работы – измерение с помощью прогибографа динамических параметров: частот и логарифмического декремента нагруженной деревянной балки. Свободные и вынужденные колебания систем конечным числом степеней свободы при силовых и кинематических воздействиях. Способы определения частот и форм собственных колебаний. Спектр. Условия ортогональности собственных форм. Расчет на заданные начальные условия. Алгоритмы расчет вынужденных колебаний на силовые и кинематические воздействия, включая метод разложения решения в ряд по собственным формам. Понятие о парциальных подсистемах и частотах.

		<p>Теория виброгашения.</p> <p>Динамический расчет колебаний системы с двумя степенями свободы с использованием прямой и обратной форм записи дифференциальных уравнений движения. Пример расчета фундамента под молот.</p> <p>Свободные и вынужденные колебания простой шарнирно опертой балки как системы с бесконечным числом степеней свободы. Расчет частот и собственных форм. Динамический расчет на произвольное силовое и кинематическое возмущение с использованием разложения по собственным формам и интеграла Дюамеля.</p>
P3	Специальные вопросы динамики сооружений	<p>Распространение волн в упругой среде.</p> <p>Дифференциальные уравнения колебаний упругих сред. Построение волновых решений. Волны растяжения-сжатия, сдвига и поверхностные волны. Расчет скоростей распространения.</p> <p>Физиологическое влияние вибрации на людей.</p> <p>Классификация параметров, оказывающих физиологическое воздействие вибрации: частота, амплитуда и продолжительность. Санитарные нормы.</p> <p>Оценка влияния вибрации по перемещениям, скоростям и ускорениям. Расчет влияния вибрации по санитарным нормам для перемещений, скоростей и ускорений.</p>
P4	Расчет стержневых систем на устойчивость	<p>Понятие о потере устойчивости I и II рода.</p> <p>Допущения при составлении разрешающих уравнений. Использование метода перемещений при составлении уравнений устойчивости. Определение критической нагрузки</p>
P5	Методы исследования устойчивости упругих систем	<p>Виды равновесия. Потеря устойчивости системы «в малом» и «в большом». Понятие критической нагрузки. Различные виды потери устойчивости деформируемых систем. Основные критерии и методы исследования устойчивости упругих систем: динамический, статический и энергетический.</p> <p>Устойчивость систем с одной и несколькими степенями свободы.</p>
P6	Устойчивость прямых сжатых стержней	<p>Устойчивость сжатого стержня постоянного сечения. Использование точного и приближенного выражения для кривизны стержня. Использование точного и приближенного выражения для кривизны стержня.</p> <p>Дифференциальные уравнения второго и четвертого порядков и их интегрирование при различных граничных условиях, решение задачи о сжато-изогнутом стержне методом начальных параметров.</p>
P7	Более сложные случаи исследования устойчивости сжатых стержней	<p>Устойчивость стержней переменного сечения и стержней, нагруженных различной нагрузкой по длине стержня. Понятие о точном решении.</p> <p>Использование приближенных методов.</p> <p>Устойчивость стержня на упругом основании.</p> <p>Влияние деформации сдвига на величину критической силы сжатого стержня. Устойчивость составных стержней. Устойчивость центрально и</p>

		внецентренно сжатых стержней с учетом упругопластической стадии работы материала.
P8	Устойчивость рам и арок	Основные допущения. Метод сил в исследовании устойчивости рамных систем. Метод перемещений. Вычисление реакций сжатых стержней. Использование симметрии. Устойчивость неразрезных сжатых стержней на жестких и упругих опорах. Расчет упругих рамных систем по деформированному состоянию. Понятие о расчете на устойчивость арки и круглого кольца.

## 18. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

### 3.6. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

*[таблицы формируются отдельно для каждой формы и технологии обучения, в полном соответствии с технологической картой БРС]*

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)		Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																										
				Подготовка к аудиторным занятиям (час.)											Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)							Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)		Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)			
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)			Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностранном языке*	Перевод иностранной литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы																									
P1	Основные понятия и определения динамики сооружений	15,0	1	8	2	5,0	5,0	4	1														0,0							
P2	Методы динамического расчета конструкций зданий и сооружений	76,0	2	1	6	51,0	15,0	12	3		36,0						2						0,0							
P3	Специальные вопросы динамики сооружений	31,0	2	1	5	10,0	10,0	8	2														0,0							
P4	Расчет стержневых систем на устойчивость	18,0	1	8	4	6,0	6,0	4	2																					
	<b>Всего (час), без учета промежуточной аттестации:</b>	<b>140</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>72,0</b>	<b>36,0</b>	<b>28,0</b>	<b>8,0</b>	<b>0</b>	<b>36,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>						
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	<b>144</b>																												
																								В т.ч. промежуточная аттестация			<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

\*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)			Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																									
					Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)										Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)		Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)		Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)						
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностранном языке*	Перевод иностранной литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю
P6	Устойчивость прямых сжатых стержней	16,0	10	5	5	6,0	6,0	3	3				0											0,0						
P7	Более сложные случаи исследования устойчивости сжатых стержней	14,0	8	4	4	6,0	6,0	3	3				0											0,0						
P8	Устойчивость рам и арок	12,0	8	4	4	4,0	4,0	2	2				0											0,0						
	<b>Всего (час), без учета промежуточной аттестации:</b>	<b>54,0</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>20,0</b>	<b>20,0</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>					
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	<b>72</b>																												
В т.ч. промежуточная аттестация																														
																										<b>0</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

\*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

## 19. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.14. Лабораторные работы

Не предусмотрено

### 6.15. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Расчет круговой и технической частоты, периода для статически определимой рамы через коэффициент податливости. Расчет движения системы при заданном начальном возмущении. Динамический расчет рамы на силовое гармоническое возмущение с проверкой прочности. Расчет виброизоляции.	2
P2	2-4	Расчет собственных частот и форм свободных колебаний статически неопределимой рамы. Динамический расчет рамы на силовое гармоническое возмущение. Расчет виброгасителя.	6
P3	5-7	Расчет двухэтажного каркасного здания на сейсмические нагрузки	5
P4	8-9	Расчет устойчивости стержней при различных условиях закрепления	4
P5	10-11	Расчет устойчивости стрелы переменного сечения	4
P6	12-13	Расчет устойчивости рамы методом перемещений	5
P7	14-15	Расчет арок на устойчивость	4
P8	16-17	Понятие о расчете устойчивости пластин и оболочек	4

**Всего:** 34

## 10.

### 6.16. Примерная тематика самостоятельной работы

#### 4.3.40. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено.

#### 4.3.41. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

#### 4.3.42. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

#### 4.3.43. 4.3.4 Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.



#### 4.3.44. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

#### 4.3.45. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

- Свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы. Расчет круговой и технической частоты, периода для статически определимой рамы через коэффициент податливости. Расчет движения системы при заданном начальном возмущении. Динамический расчет рамы на силовое гармоническое возмущение с проверкой прочности. Расчет виброизоляции.
- Свободные и вынужденные колебания системы с двумя степенями свободы. Расчет собственных частот и форм свободных колебаний статически неопределимой рамы. Динамический расчет рамы на силовое гармоническое возмущение. Расчет виброгасителя.
- Расчет устойчивости рамы методом перемещений.

#### 4.3.46. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

#### 4.3.47. Примерная тематика контрольных работ

Не предусмотрено.

#### 4.3.48. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

### 11. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ [отметить звездочкой или другим символом применяемые технологии обучения по разделам и темам дисциплины]

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1	+			+	+							
P2	+			+	+							
P3	+			+	+							
P4	+			+	+							
P5	+			+	+							
P6	+			+	+							
P7	+			+	+							
P8	+			+	+							

### 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

### 7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ

## **НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)**

## **8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)**

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1.Рекомендуемая литература**

#### **9.1.1.Основная литература**

1. Ананьин А.И., Баранов В.А., Барченков А.Г. Динамика сооружений. Воронеж, Изд-во ВГУ, 1987 г. – 192 с.
2. Дарков А. В., Шапошников Н. Н.. «Строительная механика» - изд. 9-е, испр. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2004 (Ульяновск: Ульяновский Дом печати, 2004). - 655 с.
3. В.Глухов, С.Д.Иванов, Н.В.Лукашина, И.Н.Преображенский. «Динамика, прочность и надежность элементов инженерных сооружений» / Учебное пособие. - М. : АСВ, 2003. - 303 с.

#### **9.1.2.Дополнительная литература**

8. Гаскин В.В., Снитко А.Н., Соболев В.И. Динамика и сейсмостойкость зданий и сооружений. Монография в трех томах. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та. 1992.
9. Гаскин В.В., Соболев В.И. Имитационное моделирование сейсмических процессов в протяженных сооружениях // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. – 2004. № 2. – с. 25 – 33.
10. Завриев К.С. и др. Основы теории сейсмостойкости зданий и сооружений.- М.: Стройиздат, 1970.- 224 с.

### **9.2.Методические разработки**

Не применяются.

### **9.3.Программное обеспечение**

– Лира САПР, Microsoft Office, ANSYS, SCAD.

### **9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Зональная научная библиотека УрФУ со свободным доступом по студенческому билету для студентов УрФУ <http://lib.urfu.ru/> .

[www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.mail.ru](http://www.mail.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru), [google.ru](http://google.ru).

ELIBRARY – электронная библиотека;

SCIENCE DIRECT – электронная библиотека;

ЦСБДВИНИТИ – централизованная система баз данных по науке и технике

<http://www.complexdoc.ru> – База нормативной документации;

<http://nordoc.ru/doc/45-45194> – База нормативной документации.

### **9.5.Электронные образовательные ресурсы**

Зональная научная библиотека <http://library.urfu.ru/>

Каталоги библиотеки <http://library.urfu.ru/about/department/catalog/rescatalog/>

Электронный каталог <http://library.urfu.ru/resources/ec/>

Ресурсы <http://library.urfu.ru/resources>

Поиск <http://library.urfu.ru/search>.

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

9. Лекционный и практический материал должен изучаться в специализированной аудитории, оснащенной современным компьютером с подключенным к нему проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран.
10. Компьютерный класс для выполнения расчетно-графических работ и проведения всех видов контрольных мероприятий с помощью компьютерного тестирования.

## 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины –1,7** [утверждается ученым советом института], в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены –

**6.2.Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине** [в случае реализации дисциплины в течение нескольких семестров текущая и промежуточная аттестация проектируются для каждого семестра]

### 9 семестр

<b>1.Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6</b>		
Текущая аттестация на лекциях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лекциями]	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение занятий	9 семестр	9
Расчетно-графическая работа № 1	9 семестр	45
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет, экзамен. Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с практическими/семинарскими занятиями]	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Работа на практических занятиях	9 семестр	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1,0</b>		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0,0		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лабораторными занятиями]	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -0,0</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– не предусмотрена Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям– 0,0		

### 6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Не предусмотрено		
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта -0,0</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 0,0</b>		

#### 10 семестр

<b>1.Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6</b>		
Текущая аттестация на лекциях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лекциями]	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Расчетно-графическая работа № 2</i>	9 семестр	46
<i>Посещение занятий</i>	10 семестр	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет, экзамен.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с практическими/семинарскими занятиями]	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Работа на практических занятиях</i>	10 семестр	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0,0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях [перечислить контрольно-оценочные мероприятия, связанные с лабораторными занятиями]	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -0,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– не предусмотрена</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям– 0,0</b>		

### 6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Не предусмотрено		
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта -0,0</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 0,0</b>		

### 6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 9	0,7
Семестр 10	0,3

\*В случае проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамена, зачета) методом тестирования используются официально утвержденные ресурсы: АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ, имеющие статус ЭОР УрФУ; ФЭПО ([www.fepo.pf](http://www.fepo.pf)); Интернет-тренажеры ([www.i-exam.ru](http://www.i-exam.ru)).

## **7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность,



## 8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

## 8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

[Выбрать из списка, либо дополнить наименования оценочных средств]

**8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий**  
*не предусмотрено*

**8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий**  
*не предусмотрено*

**8.3.3. Примерные контрольные кейсы**  
*не предусмотрено*

**8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

1. Собственные колебания систем с конечным числом степеней свободы в форме метода сил. Вывод частотного уравнения. Спектр собственных частот. Порядок расчета рам. Проверки определения частот собственных колебаний.
2. Вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы в форме метода сил. Порядок расчета рам. Статическая и деформационная проверки.
3. Собственные колебания систем с конечным числом степеней свободы в форме метода перемещений. Вывод частотного уравнения. Спектр собственных частот. Порядок расчета рам. Проверки определения частот собственных колебаний.
4. Вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы в форме метода перемещений. Порядок расчета рам. Статическая и деформационная проверки.
5. Условие ортогональности форм собственных колебаний. Определение свободных колебаний системы по начальным условиям. Обобщенные массы форм собственных колебаний.
6. Действие сил, произвольно изменяющихся во времени. Метод главных координат. Учет демпфирования. Коэффициент поглощения энергии колебаний.
7. Учет демпфирования. Получение амплитуд прогибов при резонансных частотах. Явление антирезонанса.

**8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

1. Понятие устойчивости сооружений. Опасность явления потери устойчивости. Местная и общая потери устойчивости. Методы определения критических нагрузок.
2. Обобщение теорем строительной механики на сжато-изогнутые системы. Интеграл Мора при продольно-поперечном изгибе стержней.

3. Расчет стержневых систем на устойчивость методом перемещений. Допущения. Основная система метода перемещений и канонические уравнения при расчете на устойчивость. Тривиальное и не тривиальное решения. Совершенная основная система.
4. Устойчивость систем с линейно неподвижными узлами в форме метода перемещений. Опасная форма потери устойчивости. Порядок расчета. Элементарные системы. Учет симметрии.
5. Устойчивость систем с линейно подвижными узлами в форме метода перемещений. Опасная форма потери устойчивости. Порядок расчета. Элементарные системы. Учет симметрии

**8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

*не используются*

**8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

*не используются*

**8.3.8. Интернет-тренажеры**

*не используются*