

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан строительного факультета
Д.В. Панфилов
_____ 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

***Вероятностные методы строительной механики и
теории надежности строительных конструкций***

Специальность **08.05.01** Строительство уникальных зданий и сооружений

Специализация №1 «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»

Квалификация (степень) выпускника инженер-строитель

Год начала подготовки 2016 г.

Нормативный срок обучения: 6 лет

Форма обучения: очная

Автор программы: д.т.н., проф. Сафронов В.С. Сафронов

Программа обсуждена на заседании кафедры строительной механики

Протокол 1 от «31» 08 2017 года

Зав. кафедрой Ефремов С.В. Ефремов

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Дисциплина «Вероятностные методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций» имеет своей **целью** ознакомить будущего специалиста с основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности, используемыми при проектировании и прочностных расчетах конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений.

1.2. Задачи освоения дисциплины

– научить студента владеть и применять вероятностные методы строительной механики и теории надежности при проектировании и прочностных расчетах конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений.

– ознакомиться с особенностями динамического расчета высотных зданий и большепролетных сооружений на действие ветровых и сейсмических нагрузок в вероятностной постановке с использованием современных вычислительных комплексов.

Приобретенные в процессе обучения навыки способствуют формированию инженерного мышления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Вероятностные методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций» относится к **базовой** части **Блока 1** учебного плана.

Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, необходимым для изучения данной дисциплины. Изучение дисциплины «Вероятностные методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций» требует основных знаний, умений и компетенций студента по курсам: строительные материалы, теоретическая механика, сопротивление материалов, теория упругости с основами теории пластичности и ползучести, строительная механика, металлические конструкции, железобетонные и каменные конструкции, деревянные конструкции.

После изучения предшествующих дисциплин студент должен **знать**:

- виды материалов строительных конструкций;
- основные типы конструктивных схем зданий и сооружений;
- виды несущих и ограждающих строительных конструкций;
- критерии несоответствия параметров конструкции предельным состояниям, характеризующим потерю несущей способности и непригодность к нормальной эксплуатации;
- классификацию нагрузок и воздействий на строительные конструкции;

уметь:

- выполнять чертежи планов, разрезов, фасадов и т.д. зданий и сооружений;
- составлять расчетные схемы конструкций и отдельных ее элементов с учетом фактического характера узлов сопряжения;
- рассчитывать в детерминированной постановке и конструировать основные несущие и ограждающие строительные конструкции.

Дисциплина является предшествующей для выпускной квалификационной работы.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс изучения дисциплины «Вероятностные методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций» направлен на формирование следующих компетенций:

- владением методами математического (компьютерного) моделирования на базе универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам (ПК-11);

- владением методами и технологиями мониторинга, оценки технического состояния, остаточного ресурса и повышения ресурса строительных объектов (ПК-15);

- владением 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 изучения дисциплины студент должен:

Знать:

Основные вероятностные методы прочностного расчета несущих конструкций зданий и сооружений и их элементов по предельным расчетным состояниям на различные воздействия.

Уметь:

Вести прочностные расчеты строительных конструкций на надежность с учетом разброса прочностных характеристик материалов и действующих нагрузок с использованием современных конечно-элементных программ и статистических вычислительных комплексов.

Владеть:

Навыками использования практических приемов и методов расчета на надежность реальных строительных конструкций с использованием современных конечно-элементных программ, а также приемами стохастической оптимизации параметров несущих конструкций зданий и сооружений.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Вероятностные методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций» составляет **6** зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		8	9
Аудиторные занятия (всего)	104	50	54
В том числе:			
Лекции	34	16	18
Практические занятия (ПЗ)	70	34	36
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа (всего)	76	40	36
В том числе:			
Курсовая работа	КР	-	КР
Расчетные работы	40	40	-
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	36	зачет	Экзамен (36 часов)
Общая трудоемкость час зач. ед.	216	90	126
	6	2,5	3,5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Основные понятия и теоремы теории вероятности	Случайные события: классификация. Теоремы сложения и умножения случайных величин, следствия. Формула поной вероятности. Теорема гипотез (Байеса). Основные понятия теории вероятностей: функция и плотность распределения, статистический ряд, гистограмма. Закон распределения случайных величин: равномерной плотности, нормальный, Вейбулла, Гумбеля, Пуассона.
2	Основные понятия и методы математической статистики:	Числовые характеристики статистических рядов, математическое ожидание, дисперсия, стандарт, коэффициент асимметрии, эксцесс, мода, медиана, коэффициент вариации, выравнивание статистических рядов. Критерии согласия: хи-квадрат, омега-квадрат, Колмогорова
3	Ознакомление с вероятностным вычислительным комплексом STADIA.	Изучение приёмов работы по определению числовых характеристик распределений. Выравнивание статистических рядов с помощью трёх критериев согласия: хи-квадрат,

		омега–квадрат и Колмогорова. Расчёт статистических характеристик прочности и нагрузок с заданной обеспеченностью.
4.	Обработка экспериментальных данных. Регрессионный анализ.	Сглаживание экспериментальных данных по методу наименьших квадратов. Простая и множественная регрессии. Определение параметров регрессионных зависимостей для линейных и нелинейных зависимостей. Сравнение линейных регрессий. Пошаговая регрессия.
5	Основные понятия теории надёжности строительных конструкций	Отказ конструкции как появление признаков предельного состояния. Классификация отказов. Качества конструкций: надёжность, безопасность, ремонтпригодность. Количественные характеристики надёжности: наработка на отказ, технический ресурс, вероятность безотказного функционирования строительной конструкции, вероятность отказа, частота отказов, средняя частота отказов, интенсивность отказов, среднее время безотказной работы. Характеристики надёжности мостовых конструкций: резерв прочности, вероятность отказа, вероятность безотказной эксплуатации, характеристика безопасности, логарифмический показатель надёжности, коэффициент запаса прочности. Соотношения между количественными характеристиками.
6	Статистическое описание прочности материалов.	Изменчивость прочностных свойств бетона, строительных сталей, арматуры, грунтов. Статистическая интерпретация нормативного сопротивления, его обеспеченность.
7	Статистическое описание постоянных и временных нагрузок на строительные конструкции	Флуктуации нагрузок на строительные конструкции: постоянной, снеговой, ветровой. Сочетание нагрузок. Модуль суммы нагрузок. Продолжительность одновременной действия нескольких нагрузок. Определение расчётной нагрузки с заданной обеспеченностью.
8	Надёжность строительных конструкций	Надёжность строительных конструкций как системы последовательно, параллельно или произвольно соединённых элементов. Примеры. Примеры строительных конструкций, где используются различные модели: ферма, неразрезная балка, тонкостенный стержень, плитно-балочная система, стержневая рамная система
9	Стохастическая оптимизация строительных конструкций	Постановка задачи стохастической оптимизации. Обратная и прямая задачи оптимизации. Формирование целевой функции. Алгоритмы решения прямой и обратной задач оптимизации надёжности. Современные модели износа строительных конструкций. Оценка срока службы конструкций
10	Основные понятия теории случайных функций	Определение случайной функции. Числовые характеристики случайных функций: математическое ожидание, дисперсия, корреляционная функция, спектральная плотность. Стационарные и нестационарные случайные функции, эргодические и неэргодические случайные функции. Восстановление реализаций случайных функций по заданным статистическим характеристикам. Определение числа превышений случайной функцией заданного уровня.
11	Основы теории долговечности строительных кон-	Остаточный срок службы эксплуатируемой строительной конструкции. Изменение прочностных характеристик матери-

	струкций	алов во времени. Изменение сечений арматуры во времени при ее коррозии. Статистическое описание. Гипотеза линейного суммирования повреждений конструкций из железобетона и ее использование для определения остаточного срока службы. Гипотеза Пальгрема – Винера и ее использование для оценки выносливости железобетонного элемента.
12	Динамический расчет каркасного здания на действие пульсационной составляющей ветровой нагрузки	Общие принципы нормирования пульсационной составляющей ветровой нагрузки. Статистическое описание ветровой нагрузки: спектральная плотность, энергетический спектр скорости Коэффициенты корреляции скорости ветра и пульсаций давления. Общее решение вероятностной задачи о колебаниях сооружения при случайных ветровых нагрузках. Определение статистических характеристик реакции сооружения: среднего и дисперсии перемещений и усилий. Применение современных вычислительных комплексов «MicroFE», «LIRA» или «SCAD» для динамического расчета зданий и сооружений на пульсационную составляющую ветровой нагрузки
13	Динамический расчет зданий и сооружений на сейсмические воздействия	Землетрясения. Классификация. Районирование сейсмоопасных зон. Балльность района и строительной площадки. Методы динамического расчета зданий и сооружений по нормативной методике и типовым акселерограммам землетрясений. Применение современных вычислительных комплексов «Pro-fetSTARK», «ЛИРА» или «MIDAS» для динамического расчета зданий и сооружений на сейсмические воздействия

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	Железобетонные и каменные конструкции	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Динамика и устойчивость сооружений	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Сейсмостойкость сооружений	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	Разработка дипломной работы или проекта	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего час.
1	Основные понятия и теоремы теории вероятности	2	4	—	4	10
2	Основные понятия и методы математической статистики:	3	6	-	6	15

3	Ознакомление с вероятностным вычислительным комплексом STADIA.	2	4	–	4	10
4	Обработка экспериментальных данных. Регрессионный анализ.	2	4	-	4	10
5	Основные понятия теории надёжности строительных конструкций	2	4	–	4	10
6	Статистическое описание прочности материалов.	2	4	-	4	10
7	Статистическое описание постоянных и временных нагрузок на строительные конструкции	2	4	–	4	10
8	Надёжность строительных конструкций	5	10	-	10	25
9	Стохастическая оптимизация строительных конструкций	2	4	–	4	10
10	Основные понятия теории случайных функций	2	4	-	4	10
11	Основы теории долговечности строительных конструкций	2	4		4	10
12	Динамический расчет каркасного здания на действие пульсационной составляющей ветровой нагрузки	4	8		8	20
13	Динамический расчет зданий и сооружений на сейсмические воздействия	4	10		16	30
Всего		34	70	-/-	76	216/216

5.4. Лабораторный практикум

Не предусматривается

5.5. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час)
1	1	Основные понятия и методы математической статистики.	4
2	2	Ознакомление с вероятностным вычислительным комплексом STADIA.	6
3	3	Обработка экспериментальных данных. Регрессионный анализ.	4
4	4	Основные понятия теории надёжности строительных конструкций	4
5	5	Статистическое описание прочности материалов.	4
6	6	Статистическое описание постоянных и временных нагрузок на строительные конструкции	4
7	7	Надёжность строительных конструкций	10

8	8	Стохастическая оптимизация строительных конструкций	4
9	9	Основные понятия теории случайных функций	4
10	10	Основы теории долговечности строительных конструкций	4
11	11	Динамический расчет каркасного здания на действие пульсационной составляющей ветровой нагрузки	8
12	12	Динамический расчет зданий и сооружений на сейсмические воздействия	10
13	13	Основные понятия и методы математической статистики:	10

6. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ

В 9 семестре обучения специалиста планируется выполнение курсовой работы по теме: «Определение вероятности возникновения предельного состояния в несущих элементах многоэтажного здания при сейсмических воздействиях», которая включает 4 следующих раздела:

1. Модальный анализ несущей системы многоэтажного здания.
2. Сейсмический расчет многоэтажного здания по нормативной методике.
3. Сейсмический расчет многоэтажного здания по заданной акселерограмме.
4. Оценка вероятности возникновения предельного состояния в наиболее напряженных несущих элементах многоэтажного здания от совместного действия постоянных, временных нагрузок и сейсмических воздействий

В предлагаемых для расчетов многоэтажных зданий варьируются конструктивные схемы, число этажей, пролетов в продольном и поперечном направлении, шаг колонн, материал несущих

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Компетенция (профессиональная – ПК; специальная профессиональная- ПСК)	Форма контроля	семестр
1	ПК-11. владением методами математического (компьютерного) моделирования на базе универсальных и специализированных программно вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам	Расчетная работа Курсовая работа Зачет Экзамен	8 9 8 9
2	ПК-15. владением методами и техноло-		

	гиями мониторинга, оценки технического состояния, остаточного ресурса и повышения ресурса строительных объектов	Расчетная работа Курсовая работа Зачет Экзамен	8 9 8 9
3	ПСК-1.4. владением основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимыми для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений	Расчетная работа Курсовая работа Зачет Экзамен	8 9 8 9

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Форма контроля					
		РГР	КЛ	КП	Т	Зачет	Экзамен
Знает	современные вероятностные модели и методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)	+	—	+	-	+	+
Умеет	выполнять расчет уникальных зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования в вероятностной постановке (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)	+	—	+	-	+	+
Владеет	основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)	+	—	+	-	+	+

7.2.1. Этап текущего контроля знаний

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по пятибалльной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «не аттестован».

Де-скрип-тор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	современные вероятностные модели и методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)	отлично	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Показал знания лекционного материала и литературных источников. Выполнение РГР на оценку «отлично»
Умеет	выполнять расчет уникальных зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования в вероятностной постановке (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Владеет	основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Знает	современные вероятностные модели и методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)	хорошо	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Показал знания лекционного материала. Выполнение РГР на оценку «отлично»
Умеет	выполнять расчет уникальных зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования в вероятностной постановке (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Владеет	основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Знает	современные вероятностные модели и методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)	удовлетворительно	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Показал частичные знания лекционного материала. Выполнение РГР на оценку «удовлетворительно»
Умеет	выполнять расчет уникальных зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования в вероятностной постановке (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Владеет	основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Знает	современные вероятностные модели и методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооруже-	неудовлетворитель-	Частичное посещение лекционных и практи-

Де-скрип-тор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	ний (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)	но	ческих занятий. Не показал знаний из лекционного материала. Неудовлетворительно выполненные РГР.
Умеет	выполнять расчет уникальных зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования в вероятностной постановке (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)	не аттестован	Непосещение лекционных и практических занятий. Невыполненные РГР.
Владеет	основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Знает	современные вероятностные модели и методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Умеет	выполнять расчет уникальных зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования в вероятностной постановке (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)	не аттестован	Непосещение лекционных и практических занятий. Невыполненные РГР.
Владеет	основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		

7.2.2. Этап промежуточного контроля знаний

В восьмом семестре результаты промежуточного контроля знаний (зачет) оцениваются по четырехбалльной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «не удовлетворительно».

Де-скрип-тор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	современные вероятностные модели и методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11,	отлично	Студент демонстрирует полное понимание зада-

Де-скрип-тор компетенции	Показатель оценивания	Оцен-ка	Критерий оценивания
	ПК-15, ПСК-1.4)		
Умеет	выполнять расчет уникальных зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования в вероятностной постановке (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		ний. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
Владеет	основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Знает	современные вероятностные модели и методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Умеет	выполнять расчет уникальных зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования в вероятностной постановке (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)	хорошо	Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
Владеет	основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Знает	современные вероятностные модели и методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Умеет	выполнять расчет уникальных зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования в вероятностной постановке (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)	удовлетворительно	Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.
Владеет	основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений ((ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Знает	современные вероятностные модели и методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Умеет	выполнять расчет уникальных зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования в вероятностной постановке (ПК-11, ПК-	неудовлетворительно	1. Студент демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены.

Де-скрип-тор компетенции	Показатель оценивания	Оцен-ка	Критерий оценивания
	15, ПСК-1.4)		
Владеет	основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		2. Студент демонстрирует непонимание заданий. 3. У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задание.

В восьмом семестре результаты промежуточного контроля знаний (зачет с оценкой) оцениваются по пятибалльной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «не аттестован».

Де-скриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	современные вероятностные модели и методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)	отлично	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Показал знания лекционного материала и литературных источников. Выполнение РГР на оценку «отлично»
Умеет	выполнять расчет уникальных зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования в вероятностной постановке (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Владеет	основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Знает	современные вероятностные модели и методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)	хорошо	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Показал знания лекционного материала. Выполнение РГР на оценку «отлично»
Умеет	выполнять расчет уникальных зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования в вероятностной постановке (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		

Де-скриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Владеет	основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Знает	современные вероятностные модели и методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)	удовлетворительно	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Показал частичные знания лекционного материала. Выполнение РГР на оценку «удовлетворительно»
Умеет	выполнять расчет уникальных зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования в вероятностной постановке (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Владеет	основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Знает	современные вероятностные модели и методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)	неудовлетворительно	Частичное посещение лекционных и практических занятий. Не показал знаний из лекционного материала. Неудовлетворительно выполненные РГР.
Умеет	выполнять расчет уникальных зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования в вероятностной постановке (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Владеет	основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Знает	современные вероятностные модели и методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)	не аттестован	Непосещение лекционных и практических занятий. Невыполненные РГР.
Умеет	выполнять расчет уникальных зданий и сооружений с использованием лицензионных средств автоматизированного проектирования в вероятностной постановке (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		
Владеет	основными вероятностными методами строительной механики и теории надежности строительных конструкций, необходимые для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений (ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4)		

7.3. Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.3.1. Задания для тестирования

Не предусмотрены

7.3.2. Вопросы для зачета

1. Понятия случайной функции, случайной величины, случайного события, вероятности, частоты. Классификация случайных событий. Сумма и произведение событий.
2. Теоремы сложения случайных событий.
3. Теоремы умножения случайных событий. Упрощение в случае нескольких зависимых событий.
4. Способы представления распределений случайных величин: неупорядоченная и упорядоченная последовательности, числовая ось, гистограмма, статистический ряд. Плотность и функция распределения.
5. Числовые характеристики случайных величин: среднее, дисперсия, стандарт, коэффициент вариации, коэффициент асимметрии, эксцесс, медиана, мода, коэффициент корреляции.
6. Законы распределения случайных величин: равномерной плотности, Пуассона, нормальный, Вейбулла, Гумбеля.
7. Порядок выравнивания распределений случайных величин, критерии согласия. Их сущность.
8. Основные понятия теории надежности: отказ, дефекты, надежность как комплексное качество. Количественные характеристики надежности: наработка на отказ, технический ресурс, интенсивность отказов, надежность.
9. Определение вероятностных характеристик прочности материалов и нагрузок по нормативным параметрам.
10. Количественные характеристики надежности: резерв прочности, вероятность отказа, надежность, характеристика безопасности, логарифмический показатель надежности, коэффициент запаса прочности.
11. Расчет надежности конструкций, состоящих из совокупности последовательно соединенных элементов
12. Расчет надежности конструкций, состоящих из совокупности параллельно соединенных элементов
13. Расчет надежности конструкций из совокупности параллельно и последовательно соединенных элементов
14. Статистические особенности изменчивости прочности бетона, арматуры и грунтов основания.
15. Расчет статистических характеристик нагрузок при их сочетаниях по продолжительности и по модулю

7.3.3. Вопросы для экзамена

1. Основные понятия теории надежности: отказ, дефекты, надежность как комплексное качество. Количественные характеристики надежности: наработка на отказ, технический ресурс, интенсивность отказов, надежность.
2. Статистическое описание прочности материалов и нагрузок на здания и сооружения. Понятие расчетной нагрузки и нормативного сопротивления. Обеспеченность.
3. Количественные характеристики надежности: резерв прочности, вероятность отказа, надежность, характеристика безопасности, логарифмический показатель надежности, коэффициент запаса прочности.
4. Расчет надежности конструкций, состоящих из совокупности элементов
5. Два способа описания случайной функции. Числовые характеристики случайной функции: математическое ожидание, дисперсия, средне-квадратическое отклонение.
6. Два способа описания случайной функции. Числовые характеристики случайной функции общего вида: корреляционная функция.
7. Классификация случайных функций. Числовые характеристики стационарной случайной функции: среднее, стандарт, корреляционная функция и спектральная плотность.
8. Вероятностный расчет надежности конструкции по величине коэффициента запаса прочности.
9. Определение вероятности отказа конструкции на основе теории выбросов случайных функций.
10. Основные понятия теории риска. Классификация рисков в строительстве. Два способа расчета вероятности возникновения катастрофического состояния. Варианты постановок задач, решаемых методами теории риска
11. Динамическая расчетная схема. Дифференциальные уравнения свободных колебаний. Расчет собственных частот и форм. Ортогональность, нормирование.
12. Анализ собственных частот и форм для оценки динамических свойств сооружения. Определение факторов участия для заданных направлений воздействия.
13. Сейсмический расчет сооружения по нормативной методике.
14. Сейсмический расчет сооружения по заданной акселерограмме.
15. Статистическое описание ветровой нагрузки: спектральная плотность, энергетический спектр скорости. Коэффициенты корреляции скорости ветра и пульсаций давления
16. Общее решение вероятностной задачи о колебаниях сооружения при случайных ветровых нагрузках.
17. Определение статистических характеристик реакции сооружения на пульсационную составляющую ветровой нагрузки: среднего и дисперсии перемещений и усилий.
18. Применение современных вычислительных комплексов «MicroFE», «LIRA» или «SCAD» для динамического расчета зданий и сооружений на пульсационную составляющую ветровой нагрузки
19. Основы теории долговечности строительных конструкций. Остаточный срок службы. Методы его определения.

20. Гипотеза линейного суммирования повреждений конструкций из железобетона и ее использование для определения остаточного срока службы.

21. Гипотеза Пальмгрена – Винера и ее использование для оценки выносливости строительных конструкций .

16. Регрессионный анализ. Классификация алгоритмов регрессионного анализа. Сущность метода наименьших квадратов.

17. Подбор аналитической зависимости при регрессионном анализе. Виды зависимостей.

18. Простая линейная регрессия. Анализ погрешностей сглаживания экспериментальных данных. Сравнение линейных регрессий.

19. Простая параболическая регрессия. Прогнозирование зависимости за границы заданного интервала

20. Применение метода наименьших квадратов для зависимостей с нелинейными параметрами

21. Множественная линейная регрессия. Анализ значимости параметров с помощью пошаговой регрессии.

22. Множественная нелинейная регрессия. Методы численного определения параметров

7.3.4. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия и теоремы теории вероятности	ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4	Расчетная работа (РГР) Зачет
2	Основные понятия и методы математической статистики:	ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4	Расчетная работа (РГР) Зачет
3	Ознакомление с вероятностным вычислительным комплексом STADIA.	ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4	Расчетная работа (РГР) Зачет
4	Обработка экспериментальных данных. Регрессионный анализ.	ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4	Расчетная работа (РГР) Зачет
5	Основные понятия теории надёжности строительных конструкций	ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4	Расчетная работа (РГР) Зачет Экзамен
6	Статистическое описание прочности материалов.	ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4	Расчетная работа (РГР) Зачет Экзамен
7	Статистическое описание	ПК-11, ПК-15,	Расчетная работа (РГР)

	постоянных и временных нагрузок на строительные конструкции	ПСК-1.4	Зачет Экзамен
8	Надёжность строительных конструкций	ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4	Расчетная работа (РГР) Зачет Экзамен
9	Стохастическая оптимизация строительных конструкций	ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4	Расчетная работа (РГР) Экзамен
10	Основные понятия теории случайных функций	ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4	Курсовая работа (РГР) Экзамен
11	Основы теории долговечности строительных конструкций	ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4	Курсовая работа (РГР) Экзамен
12	Динамический расчет здания на действие пульсационной составляющей ветровой нагрузки	ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4	Курсовая работа (РГР) Экзамен
13	Динамический расчет зданий и сооружений на сейсмические воздействия	ПК-11, ПК-15, ПСК-1.4	Курсовая работа (РГР) Экзамен

7.4. Порядок процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности на этапе промежуточного контроля знаний

При проведении устного зачета и письменного экзамена обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном зачете или письменном экзамене не должен превышать двух астрономических часов. С зачета снимается материал расчетных работ, которые обучающийся выполнил в течение семестра на оценку «хорошо» или «отлично».

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1	Оптимизация надежности железобетонного ригеля одноэтажного промыш-	Методические указания и задания к выполнению рас-	В.С. Сафронов	2007	Библиотека – 40 экз., электронная копия на сайте Воронежского ГАСУ

	ленного здания	четной работы По курсу			
--	----------------	---------------------------	--	--	--

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕ- НИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Курсовая работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам.
Подготовка к экзамену (зачету)	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля):

10.1 Основная литература:

1. А.Р. Ржаницын. Теория расчёта строительных конструкций на надёжность. М.: Стройиздат, 1973.
2. Райзер В.Д. Теория надежности в строительном проектировании:– М.: Изд-во АСВ, 1998.-304 с.
3. В.С. Сафронов, Н.А.Барченкова. Оптимизация надежности железобетонного ригеля одноэтажного промздания. Метод указания № 491 по вып. расчетной работы. 2007. ВГАСУ.

10.2 Дополнительная литература:

1. Синицын А.П. Расчет конструкций по теории риска. / А.П. Синицын.-М.: Стройиздат, 1985.-304с.
2. Сафронов В.С. Вероятностная оценка риска возникновения предельных состояний в нормальных сечениях железобетонных балок. / Сафронов В.С., Нгуен Динь Хоа. //Материалы междунар. конгресса «Наука и инновации в строительстве (SIB-2008)/ В 3 томах.Т.3-Воронеж, 2008. -с.296-301

10.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем: программный комплекс «ЛИРА-САПР 2014».

10.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):

1. www.edu.vgasu.ru – учебный портал ВГТУ;
2. elibrary.ru;
3. <https://картанауки.рф/>;
4. dwg.ru.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА:

Персональный компьютер с процессором не ниже 1,2 ГГц, проектор NEC NP420, принтер лазерный или струйный HP, EPSON. Картриджи для заправки принтера, бумага. Учебная аудитория 1206.

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)

Занятия проводятся в виде лекций в поточной аудитории. По желанию лектора занятия могут сопровождаться демонстрационно-визуальными материалами. Посредством разборов примеров решения задач следует добиваться понимания обучающимися сути и прикладной значимости решаемых задач.

Зачет проводится в форме тестирования, экзамен – письменной форме. Студент получает оценку в зависимости от процента правильных ответов при тестировании или от полноты ответа на вопросы зачета и экзамена.

СОГЛАСОВАНИЕ С ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРОЙ

Наименование выпускающей кафедры	Должность, фамилия, и.о. согласовавшего	Подпись и дата согласования
Кафедра строительных конструкций оснований и фундаментов	Зав. каф. доц. Панфилов Д. В.	

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений (уровень специалиста) (Утвержден приказом Мин. Образования и науки РФ от 11.08.2016 г. № 1030)

Руководитель ОПОП ВО
доцент, канд. техн. наук, доцент



Ю.Ф. Рогатнев

Руководитель ОПОП ВО
профессор, канд. техн. наук, доцент



С.В. Иконин

Руководитель ОПОП ВО
доцент, канд. техн. наук, доцент



А.В. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией строительного факультета

« 1 » сентября 2017 г., протокол № 1

Председатель
профессор, канд. экон. наук, доцент



В.Б. Власов

Рабочая программа одобрена методической комиссией дорожно-транспортного факультета

« 1 » сентября 2017 г., протокол № 1

Председатель
профессор, д-р техн. наук, профессор



Ю.И. Калгин

(занимаемая должность, ученая степень, звание)

(подпись)

(инициалы, фамилия)