



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ФГАОУ ВО ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА ДВФУ

«СОГЛАСОВАНО»
ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА
Руководитель ОП

Мальков Н.М.

«24» мая

2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА
Заведующий кафедрой гидротехники,
теории зданий и сооружений

Цимбельман Н.Я.

«25» мая

2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Вероятностные методы расчета сооружений и теория надежности»

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

программа «Теория и проектирование зданий и сооружений»

Форма подготовки: очно-заочная

Инженерная школа
Кафедра гидротехники, теории зданий и сооружений
Курс 2, семестр 4
Лекции – 9 час.
Практические занятия: – 36 час.
Самостоятельная работа – 63 час.
Контроль освоения – 36 час.
Всего часов – 144 час.
Курсовая работа / курсовой проект – не предусмотрены
Зачет – не предусмотрен
Экзамен – 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, утвержденного приказом ректора от 17.07.2015 № 12-13-1282

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры гидротехники, теории зданий и сооружений, протокол № 9 от « 25 » мая 2017 г

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент Н.Я. Цимбельман

Составитель: канд. техн. наук А.В. Баенхаев

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая учебная программа рассмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «___» _____ 201_ г., № ____

Заведующий кафедрой _____ Н. Я. Цимбельман
(подпись) (и.о. фамилия)

II. Рабочая учебная программа рассмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «___» _____ 201_ г., № ____

Заведующий кафедрой _____ Н. Я. Цимбельман
(подпись) (и.о. фамилия)

Аннотация к рабочей программе дисциплины

«Вероятностные методы расчета сооружений и теория надежности»

Дисциплина разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, по программе магистров «Теория и проектирование зданий и сооружений» в соответствии с требованиями ОС ВО ДВФУ и входит в Блок 1 Дисциплины (модули) учебного плана, в его вариативную часть и является обязательной дисциплиной (Б1.В.ОД.4).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часа (4 зачётные единицы). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (9 часов), практические занятия (36 часов) и самостоятельная работа студента (99 часов, в том числе 36 часов на экзамен). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3 семестре.

Дисциплина «Вероятностные методы расчета сооружений и теория надежности» опирается на уже изученные дисциплины направлений подготовки 08.03.01 или 08.05.01 Строительство, такие как «Высшая математика», «Физика», «Строительная механика», «Строительные конструкции», «Строительные материалы», а также дисциплины магистерского цикла «Проблемы воздействий внешних сил на сооружения», «Построение расчетных схем сооружений», «Информационные технологии в строительстве». В свою очередь она способствует изучению других профессиональных дисциплин, таких как «Динамика и устойчивость сооружений», «Предельное равновесие сплошных и сыпучих сред».

Дисциплина «Вероятностные методы расчета сооружений и теория надежности» изучает работу и расчет конструкций и их отдельных элементов, выполненных из различных материалов, на надежность и долговечность при различных воздействиях с использованием современных вычислительных методов; процедуру моделирования реальных сооружений для решения задач по оценке прочности, жесткости, устойчивости и долговечности сооружений.

Цель дисциплины – формирование навыков анализа работы и расчета сооружений с помощью вероятностных методов расчета и с использованием теории надежности.

Для этого в курсе «Вероятностные методы расчета сооружений и теория надежности» решаются следующие **задачи**:

– дать магистрантам системное представление о современном состоянии теории и практических методах вероятностных расчётов зданий и сооружений и оценки их надёжности на случайные воздействия;

– подготовить к применению в практической инженерной деятельности теоретических знаний и сформировать навыки выполнения вероятностных расчётов конструкций на случайные воздействия и оценки их надёжности и долговечности;

– создать основу для дальнейшего профессионального развития специалиста в области теории надёжности сооружений и вероятностных расчётов строительных конструкций

Для успешного изучения дисциплины «Вероятностные методы расчета сооружений и теория надежности» у магистрантов должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- способностью демонстрировать знания фундаментальных и прикладных дисциплин программы магистратуры (ОПК-4);
- обладанием знаниями методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчетного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования (ПК-3);

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции (элементы компетенций):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>(ОК-4) способностью творчески адаптировать достижения зарубежной науки, техники и образования к отечественной практике, высокая степень профессиональной мобильности</p>	знает	применение вероятностных методов строительной механики и теории надёжности в зарубежной практике
	умеет	адаптировать вероятностные методы строительной механики и теории надёжности, применяемые в за рубежом к отечественной практике расчетов
	владеет	навыками использования практических приемов и методов расчета реальных строительных конструкций на надежность
<p>(ОПК-5) способностью использовать углубленные теоретические и практические знания, часть которых находится на передовом рубеже данной науки</p>	знает	основные методы и практические приемы расчета реальных строительных конструкций на надежность, вероятностные методы расчета сооружений и их элементов, выполненных из различных строительных материалов
	умеет	применять вероятностные методы строительной механики и теории надёжности к расчету реальных конструкций
	владеет	основными вероятностными методами строительной механики и теории надёжности
<p>(ОПК-10) способностью и готовностью ориентироваться в постановке задачи, применять знания о современных методах исследования, анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию</p>	знает	как грамотно составлять расчётную схему сооружения в прикладных программах компьютерного моделирования и расчета сооружений
	умеет	работать с компьютерными программами по расчёту строительных конструкций и анализировать полученные результаты расчёта
	владеет	основными методами и практическими приёмами расчёта конструкций и их элементов на различные виды нагрузки, используя компьютерные программы
<p>(ПК-3) обладанием знаниями методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчетного обоснования, в том числе с использованием</p>	знает	приёмы обеспечения прочности, жёсткости, устойчивости и долговечности сооружений на основе вероятностных методов строительной механики и теории надёжности с использованием универ-

универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования		сальных и специализированных программно-вычислительных комплексов
	умеет	выбрать способ обеспечения необходимых прочностных и деформативных свойств конструкций на основе расчета с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов
	владеет	навыками поиска конструктивного решения зданий и сооружений на основе расчета с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов с целью оптимального расходования материалов и средств.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Вероятностные методы расчета сооружений и теория надежности» применяются следующие методы активного обучения: проблемная лекция, лекция-визуализация, групповые консультации, дискуссия на семинаре.

I. Структура и содержание теоретической части курса

№ темы	Название темы	Содержание темы	Кол-во часов
Лекции			9
Семестр 3			9
Раздел I. Основные методы оценки надёжности строительных конструкций			9
1	Введение. Основные теоремы теории вероятностей	Здания и сооружения как стохастические системы. Надёжность как показатель качества системы. Вероятностная концепция оценки надёжности. Случайные события: классификация. Теоремы сложения и умножения случайных величин, следствия. Основные правила вычисления вероятностей сложных событий. Формула полной вероятности.	1
2	Основные понятия теории вероятностей	Случайные величины. Статистический ряд распределения. Плотность распределения. Интегральная функция распределения. Числовые (статистические) характеристики случайных величин. Нормальный закон распределения. Интеграл вероятностей. Правило трех стандартов. Статистический характер прочности. Статистическое обоснование нормативных значений прочности материала Законы распределения случайных величин. Равномерный закон распределения. Экспоненциальный закон распределения (закон Пуассона). Распределение экстремальных значений. Распределение Гумбеля (двойное экспоненциальное распределение). Системы случайных величин. Правила линейных преобразований математических ожиданий и дисперсий. Методы вероятностных расчетов строительных конструкций. Метод статистической линеаризации для нелинейных функций. Метод статистического моделирования (Монте-Карло).	2
3	Модели нагрузок в виде последовательности независимых случайных величин.	Плотность распределения. Функция распределения. Математическое ожидание периода повторяемости экстремальных значений нагрузок. Применение закона Гумбеля для исследования снеговых нагрузок. Нормативные снеговые нагрузки по СП 20.13320.2011 «Нагрузки и воздействия». Статистические данные годовых максимумов запаса воды в снеге, на примере данных метеостанции 27625 Коломна. Плотность распределения случайной величины ежегодных максимумов веса снежного покрова. Вычисление значения нормативной снеговой нагрузки S_g по статистическим данным при среднем периоде ее повторяемости 25 лет. Вероятность превышения значения S_g за заданный период.	2

№ темы	Название темы	Содержание темы	Кол-во часов
4	Надежность конструкций и оснований. Нормы проектирования.	Основные понятия теории надежности: безотказность, работоспособность, наработка, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость. Отказ: понятие, классификация. Надежность конструкций и нормы проектирования. Метод расчета по допускаемым напряжениям. Метод расчета железобетонных и каменных конструкций по разрушающим нагрузкам. Метод предельных состояний. Группа ПС. Положения МПС по расчету конструкций на силовые воздействия. Предельные неравенства. Основные характеристики МПС: нормативные значения прочности и нагрузок; коэффициенты надежности. Классификация сооружений по уровню ответственности. Нормативные и расчетные сопротивления бетона. Нормативные и расчетные сопротивления арматуры. Нормативные и расчетные сопротивления металлических конструкций. Основания сооружений. Основные выводы по нормативному методу предельных состояний.	2
5	Расчёт сооружения на безопасность	Условие неразрушимости. Резерв прочности. Характеристика безопасности (индекс надежности). Статистические характеристики величины резерва прочности. Асимптотическая формула для определения вероятности разрушения по характеристике безопасности. Интегральный коэффициент запаса. Проектирование конструкций с заданным уровнем риска. Целесообразный уровень надежности (риска) конструкций. Общая структурная схема для определения надежности строительных конструкций. Еврокод EN 1990 (Основы проектирования сооружений). Основы проектирования с применением парциальных коэффициентов и анализа надежности. Целевые значения индекса надежности. Определение классов последствий разрушения. Рекомендуемые минимальные значения индекса надежности для предельных состояний по несущей способности.	2

II. Структура и содержание практической части курса

№ темы	Название темы	Содержание темы	Кол-во часов
Практические занятия			36

№ темы	Название темы	Содержание темы	Кол-во часов
Семестр 3			36
Раздел II. Практическое применение теории надёжности при решении основных задач обеспечения механической безопасности			16
1	Операции над событиями, вычисление вероятностей	Практические задачи: операции над событиями, вычисление значений вероятностей сложных событий.	2
2	Определение класса бетона	Определение класса батона на основе статистических данных завода-изготовителя. Построение разрядов, гистограмм плотности распределения и функции распределения. Вычисление статистических характеристик. Определение кубиковой прочности партии бетона.	2
3	Исследование снеговой нагрузки	Практическое применение закона Гумбеля при определении статистических параметров снеговой нагрузки. Расчёт нагрузки согласно СП 20.13330.2016. Расчёт обеспеченности снеговой нагрузки в течении 50 лет. Вычисление нормативного значения снеговой нагрузки. Сравнение результатов расчёта, интерпретация.	4
4	Оценка несущей способности железобетонной балки	Оценка несущей способности железобетонной балки по двум методам: методом предельных состояний (СП 63.13330.2012) и методом статистической линейной интерпретации. Вычисление предельно допустимых внутренних усилий. Сравнение результатов и их интерпретация.	4
5	Вероятностный расчёт железобетонной балки	Оценка несущей способности железобетонной балки методами теории надёжности. Вычисление коэффициента безопасности. Оптимизация принятых проектных решений.	4
Раздел III. Теоретическое и практическое применение вероятностных методов расчёта и теории надёжности в задачах сейсмостойкости зданий, сооружений и их конструкций			16
6	Характеристики случайных функций	Стационарные случайные функции. Спектральное разложение стационарной случайной функции на конечном участке времени. Спектр дисперсий. Примеры корреляционных функций и спектральных плотностей стационарных случайных процессов. Линейные преобразования случайных функций. Понятие оператора. Преобразование случайной функции линейным оператором.	4
7	Канонические разложения случайных функций	Элементарные случайные функции. Статистические характеристики элементарной случайной функции. Идея метода канонических разложений. Коэффициенты канонического разложения, координатные функции. Линейные преобразования случайных функций, заданных каноническими разложениями. Пример применения канонических разложений к решению задачи колебания одномассовой системы под действием случайной нагрузки.	4

№ темы	Название темы	Содержание темы	Кол-во часов
8	Надежность строительных систем при случайных перегрузках	Задачи прочности конструкций при случайных перегрузках: расчет конструкций на действие кратковременных нестационарных нагрузок с высоким уровнем интенсивности; накопление макроскопических деформаций в конструкциях, за-груженных стационарными или квазистационарными нагрузками; накопление усталостных разрушений в конструкциях, загруженных стационарными или квазистационарными случайными силами.	4
9	Оценка надёжности и способы снижения риска обрушения строительных конструкций от сейсмических воздействий.	Общие сведения о сейсмических воздействиях. Характеристика силы землетрясения. Фазы движения грунта во время землетрясения. Характерные группы землетрясений. Способы описания землетрясения: шкала магнитуд Рихтера, шкалы интенсивности землетрясения, эмпирические зависимости, карты сейсмического районирования, микросейсмо-районирование. Количественные характеристики сейсмических движений грунта. Спектры отклика. Расчетные спектры отклика. Расчетные законы колебаний грунта. Динамические модели зданий. Связь между расчетными моделями сооружений. Сейсмический расчет строительных конструкций. Сейсмическая опасность (риск). Карты ОСР. Собственные частоты. Количество учитываемых частот Условности спектрального метода с точки зрения вероятностной теории надежности строительных конструкций. Прямой метод вероятностного решения задачи сейсмостойкости. Вероятностная модель здания. Оценка сейсмического риска. Целесообразный уровень надежности (риска) конструкций. Особенности строительства сейсмостойчивых зданий. Динамические характеристики зданий по данным натурных измерений. Учет влияния основания в сейсмических расчетах сооружений. Метод эквивалентных динамических характеристик. Вероятностно-оптимизационный метод оценки расчетных параметров сейсмостойких конструкций. Управление риском.	4
Раздел IV. Оценка ресурса и долговечности несущих конструкций зданий и сооружений			4
10	Оценка остаточного ресурса несущих конструкций на примере покрытия эксплуатируемого промышлен-	Краткая характеристика объекта. Этапы обследования. Классификация повреждений. Построение функций снижения резерва прочности и индекса надежности для стропильных и подстропильных ферм во	4

№ темы	Название темы	Содержание темы	Кол-во часов
	ного здания	времени. Оценка долговечности . Гамма-ресурс. Полный технический ресурс. Значения гамма-ресурса при заданном индексе надежности. Исследование надежности несущих конструкций покрытия пром.здания как сложной системы. Полная вероятность отказа ферм покрытия как сложной системы за время эксплуатации.	

III. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Вероятностные методы строительной механики и теории надежности строительных конструкций» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. Контроль достижения целей курса

Формы текущего и промежуточного контроля по дисциплине «Вероятностные методы строительной механики и теории надёжности строительных конструкций»

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация

1.	Раздел I. Основные методы оценки надёжности строительных конструкций	ОК-4	основные физико-математические предметы, методы теоретического и экспериментального исследования	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			самостоятельно применять методы математики и механики, компьютерного моделирования при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			навыками выбора и применения информационных технологий в области строительства	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
		ОПК-5	основные законы физики, явления и принцип работы объектов профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			использовать физико-математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			методами физико-математического анализа при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
		ОПК-10	основные модели расчёта зданий, сооружений и их конструкций, а также область их применения	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			вести разработку проектных решений зданий, сооружений и их конструкций	Устный опрос (УО-1)	Зачёт

		ПК-3	применять математический аппарат для решения задач методами численного (компьютерного) моделирования, включая современные формулировки метода конечных элементов	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			основные методы вероятностного расчёта и теорию надёжности строительных конструкций, необходимые при обеспечении механической безопасности высотных и большепролётных зданий и сооружений	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			использовать методы теории вероятностей при оценке статистических свойств материала несущих конструкций, нагрузок и воздействий, а также интерпретировать результаты вероятностного расчёта	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			навыками расчёта строительных конструкций вероятностными методами теории надёжности, необходимые при обеспечении механической безопасности высотных и большепролётных зданий и сооружений	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
2.	Раздел II. Практическое применение теории надёжности при решении основных задач обеспечения механической безопасности	ОК-4	основные физико-математические предметы, методы теоретического и экспериментального исследования	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			самостоятельно применять методы математики и механики, компьютерного моделирования при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Зачёт

			навыками выбора и применения информационных технологий в области строительства	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
		ОПК-5	основные законы физики, явления и принцип работы объектов профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			использовать физико-математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			методами физико-математического анализа при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			основные модели расчёта зданий, сооружений и их конструкций, а также область их применения	Тест (ПР-1)	Зачёт
		ОПК-10	вести разработку проектных решений зданий, сооружений и их конструкций	Тест (ПР-1)	Зачёт
			применять математический аппарат для решения задач методами численного (компьютерного) моделирования, включая современные формулировки метода конечных элементов	Тест (ПР-1)	Зачёт

		ПК-3	основные методы вероятностного расчёта и теорию надёжности строительных конструкций, необходимые при обеспечении механической безопасности высотных и большепролётных зданий и сооружений	Тест (ПР-1)	Зачёт
			использовать методы теории вероятностей при оценке статистических свойств материала несущих конструкций, нагрузок и воздействий, а также интерпретировать результаты вероятностного расчёта	Тест (ПР-1)	Зачёт
			навыками расчёта строительных конструкций вероятностными методами теории надёжности, необходимые при обеспечении механической безопасности высотных и большепролётных зданий и сооружений	Тест (ПР-1)	Зачёт
3.	Раздел III. Теоретическое и практическое применение вероятностных методов расчёта и теории надёжности в задачах сейсмостойкости зданий, сооружений и их конструкций	ОК-4	основные физико-математические предметы, методы теоретического и экспериментального исследования	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 35-60
			самостоятельно применять методы математики и механики, компьютерного моделирования при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 35-60
			навыками выбора и применения информационных технологий в области строительства	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 35-60

		ОПК-5	основные законы физики, явления и принцип работы объектов профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 35-60
			использовать физико-математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 35-60
			методами физико-математического анализа при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 35-60
		ОПК-10	основные модели расчёта зданий, сооружений и их конструкций, а также область их применения	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 35-60
			вести разработку проектных решений зданий, сооружений и их конструкций	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 35-60
			применять математический аппарат для решения задач методами численного (компьютерного) моделирования, включая современные формулировки метода конечных элементов	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 35-60
		ПК-3	основные методы вероятностного расчёта и теорию надёжности строительных конструкций, необходимые при обеспечении механической безопасности высотных и большепролётных зданий и сооружений	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 35-60

			использовать методы теории вероятностей при оценке статистических свойств материала несущих конструкций, нагрузок и воздействий, а также интерпретировать результаты вероятностного расчёта	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 35-60
			навыками расчёта строительных конструкций вероятностными методами теории надёжности, необходимые при обеспечении механической безопасности высотных и большепролётных зданий и сооружений	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 35-60
4.	Раздел IV. Оценка ресурса и долговечности несущих конструкций зданий и сооружений	ОК-4	основные физико-математические предметы, методы теоретического и экспериментального исследования	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 1-34
			самостоятельно применять методы математики и механики, компьютерного моделирования при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 1-34
			навыками выбора и применения информационных технологий в области строительства	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 1-34
		ОПК-5	основные законы физики, явления и принцип работы объектов профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 1-34

			использовать физико-математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 1-34
			методами физико-математического анализа при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 1-34
		ОПК-10	основные модели расчёта зданий, сооружений и их конструкций, а также область их применения	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 1-34
			вести разработку проектных решений зданий, сооружений и их конструкций	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 1-34
			применять математический аппарат для решения задач методами численного (компьютерного) моделирования, включая современные формулировки метода конечных элементов	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 1-34
		ПК-3	основные методы вероятностного расчёта и теорию надёжности строительных конструкций, необходимые при обеспечении механической безопасности высотных и большепролётных зданий и сооружений	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 1-34

		использовать методы теории вероятностей при оценке статистических свойств материала несущих конструкций, нагрузок и воздействий, а также интерпретировать результаты вероятностного расчёта	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 1-34
		навыками расчёта строительных конструкций вероятностными методами теории надёжности, необходимые при обеспечении механической безопасности высотных и большепролётных зданий и сооружений	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 1-34

V. Список учебной литературы и информационно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Лукашенко, В. И. Курс лекций по дисциплине «Вероятностные методы строительной механики и теория надёжности строительных конструкций» [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Лукашенко. — Электрон. текстовые данные. — Казань : Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 220 с. — 978-5-7829-0541-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73303.html>
2. Дормидонтова, Т. В. Комплексное применение методов оценки надёжности и мониторинга строительных конструкций и сооружений [Электронный ресурс] : монография / Т. В. Дормидонтова, С. В. Евдокимов. — Электрон. текстовые данные. — Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 128 с. — 978-5-9585-0506-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20470.html>
3. Ротштейн, Д. М. Вероятностные методы в расчетах надёжности строительных конструкций [Электронный ресурс] : монография / Д. М. Ротштейн. — Электрон. текстовые данные. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 86 с. — 978-5-9961-1467-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/83684.html>
4. Чирков, В.П. Прикладные методы теории надёжности в расчетах строительных конструкций [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П.

Чирков. — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2006. — 620 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/35840>. — Загл. с экрана.

5. Нетес, В. А. Основы теории надежности [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Нетес. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский технический университет связи и информатики, 2014. — 73 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61518.html>

Дополнительная литература

1. Строительство, реконструкция, капитальный ремонт объектов капитального строительства. Основные положения надежности строительных сооружений [Электронный ресурс] : сборник нормативных актов и документов / сост. Ю. В. Хлистун. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2015. — 700 с. — 978-5-905916-21-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30229.html>

2. Землянушнова, Н. Ю. Основы теории надежности [Электронный ресурс] : практикум / Н. Ю. Землянушнова, А. А. Порохня. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 152 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66112.html>

3. Сапожников, В.В. Основы теории надежности и технической диагностики [Электронный ресурс] : учебник / В.В. Сапожников, В.В. Сапожников, Д.В. Ефанов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 588 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/115495>. — Загл. с экрана.

4. Волхонов, В. И. Основы теории надежности и диагностики [Электронный ресурс] : методические рекомендации по выполнению практических работ / В. И. Волхонов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московская государственная академия водного транспорта, 2015. — 49 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47945.html>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система IPR BOOKS:
<http://www.iprbookshop.ru>
2. Электронно-библиотечная система Издательства "Лань":
<http://e.lanbook.com/>
3. Журнал «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений»:
www.seismic-safety.ru

4. Минстрой России: <http://www.minstroyrf.ru/>
5. База данных записей землетрясений: <http://esm.mi.ingv.it>
6. Каталог электронных ресурсов: <https://www.dvfu.ru/library/electronic-resources/russian-database.php>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. Программный комплекс компьютерной алгебры Mathcad или его аналог (MATLAB, Mathematica).

VI. Методические указания по освоению дисциплины

1. Для быстрого и эффективного освоения дисциплины необходимо использовать учебную литературу из основного списка;

VII. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине, необходимо следующее оборудование:

1. Проектор, с минимальным разрешением вывода изображения 1366x768 пикселей;

2. Системные блоки, минимум 15 шт. при условии разделения группы студентов на две подгруппы. Операционная система: Windows 7 или новее. Минимальные, основные требования к системному блоку:

- Архитектура процессора x86-64 (рекомендуется поколение процессоров Intel 64 начиная с Intel Core i3);

- Объем оперативной памяти (RAM): 4 Гб;

- Устройство хранения информации: накопитель на жёстких магнитных дисках (HDD): 200 Гб, скорость вращения 5400 об/мин.

3. Жидкокристаллические компьютерные мониторы, минимум 15 шт. Минимальное разрешение вывода изображения 1366x768 пикселей;

Допускается использование компьютеров-моноблоков с аналогичными характеристиками.

Все системные блоки должны быть связаны локальной сетью и иметь доступ в Интернет.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ФГАОУ ВО ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА ДВФУ

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
ОБУЧАЮЩИХСЯ**
по дисциплине
«Вероятностные методы расчета сооружений и теория надежности»
Направление подготовки **08.04.01 Строительство**
программа «Теория и проектирование зданий и сооружений»
Форма подготовки: очная

**Владивосток
2017**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	В течение 3 семестра	Работа с теоретическим материалом	36 час.	УО-1, ПР-1, ПР-12
2.	Декабрь	Подготовка к экзамену	27 час.	экзамен

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению.

Студенты в течение одного семестра проходят два раза тестирование (ПР-1). Тестирование заключается в проведении студентом анализа и оценки уровня надёжности несущей конструкции.

На 3 семестре Тест проводится в виде анализа уже решённой задачи, а также интерпретации хода решения и результатов. На одно тестирование выделяется 30 минут. Студенту так же предлагается вычислить надёжность несущей конструкции по предложенным исходным данным. По результату решения требуется интерпретация полученных результатов.

Также предусмотрен устный опрос (УО-1) один раз в семестр, в течение 5 минут индивидуально на одного студента.

Критерии оценки тестирования

Балл (оценка)	1-60 баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
	Полное отсутствие знаний необходимых для анализа или решения задачи	Был произведён анализ задачи, отсутствует интерпретация хода решения и результатов	Задача проанализирована, ход решения подробно интерпретирован, результаты не раскрыты	Проведён полный анализ задачи, её решения и результатов. Произведена оценка уровня надёжности



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ФГАОУ ВО ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА ДВФУ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине
«Вероятностные методы расчета сооружений и теория надежности»
Направление подготовки **08.04.01 Строительство**
программа «Теория и проектирование зданий и сооружений»
Форма подготовки: очная

Владивосток
201_

**Паспорт
фонда оценочных средств
по дисциплине «Вероятностные методы строительной механики и теории надёжности строительных конструкций»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p style="text-align: center;">ОК-4</p> <p>способностью творчески адаптировать достижения зарубежной науки, техники и образования к отечественной практике, высокая степень профессиональной мобильности</p>	Знает	основные физико-математические предметы, методы теоретического и экспериментального исследования
	Умеет	самостоятельно применять методы математики и механики, компьютерного моделирования при решении задач профессиональной деятельности
	Владеет	навыками выбора и применения информационных технологий в области строительства
<p style="text-align: center;">ОПК-5</p> <p>способностью использовать углубленные теоретические и практические знания, часть которых находится на передовом рубеже данной науки</p>	Знает	основные законы физики, явления и принцип работы объектов профессиональной деятельности
	Умеет	использовать физико-математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности
	Владеет	методами физико-математического анализа при решении задач профессиональной деятельности
<p style="text-align: center;">ОПК-10</p> <p>способностью и готовностью ориентироваться в постановке задачи, применять знания о современных методах исследования, анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию</p>	Знает	основные модели расчёта зданий, сооружений и их конструкций, а также область их применения
	Умеет	использовать системы компьютерной алгебры для оценки статистических прочностных и деформационных характеристик материала несущих конструкций, а также стохастической природы внешнего воздействия
	Владеет	навыками оценки надёжности и остаточного ресурса зданий, сооружений и их конструкций с помощью специализированных систем компьютерной алгебры
<p style="text-align: center;">ПК-3</p> <p>обладанием знаниями ме-</p>	Знает	основные методы вероятностного расчёта и теорию надёжности строительных конструк-

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>тодов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчетного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования</p>		ций, необходимые при обеспечении механической безопасности зданий и сооружений
	Умеет	использовать методы теории вероятностей при оценке статистических свойств материала несущих конструкций, нагрузок и воздействий, а также интерпретировать результаты вероятностного расчёта
	Владеет	навыками расчёта строительных конструкций вероятностными методами теории надёжности, необходимые при обеспечении механической безопасности зданий и сооружений

Формы текущего и промежуточного контроля по дисциплине
«Вероятностные методы строительной механики и теории надёжности
строительных конструкций»

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежу- точная аттестаци- я
5.	Раздел I. Основные методы оценки надёжности строи- тельных конструк- ций	ОК-4	основные физико- математические предме- ты, методы теоретическо- го и экспериментального исследования	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			самостоятельно приме- нять методы математики и механики, компьютер- ного моделирования при решении задач професси- ональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			навыками выбора и при- менения информацион- ных технологий в области строительства	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
		ОПК-5	основные законы физики, явления и принцип рабо- ты объектов професси- ональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			использовать физико- математический аппарат при решении задач про- фессиональной деятель- ности	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			методами физико- математического анализа при решении задач про- фессиональной деятель- ности	Устный опрос (УО-1)	Зачёт

		ОПК-10	основные модели расчёта зданий, сооружений и их конструкций, а также область их применения	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			вести разработку проектных решений зданий, сооружений и их конструкций	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			применять математический аппарат для решения задач методами численного (компьютерного) моделирования, включая современные формулировки метода конечных элементов	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
		ПК-3	основные методы вероятностного расчёта и теорию надёжности строительных конструкций, необходимые при обеспечении механической безопасности высотных и большепролётных зданий и сооружений	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			использовать методы теории вероятностей при оценке статистических свойств материала несущих конструкций, нагрузок и воздействий, а также интерпретировать результаты вероятностного расчёта	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			навыками расчёта строительных конструкций вероятностными методами теории надёжности, необходимые при обеспечении механической безопасности высотных и большепролётных зданий и сооружений	Устный опрос (УО-1)	Зачёт

6.	Раздел II. Практическое применение теории надёжности при решении основных задач обеспечения механической безопасности	ОК-4	основные физико-математические предметы, методы теоретического и экспериментального исследования	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			самостоятельно применять методы математики и механики, компьютерного моделирования при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			навыками выбора и применения информационных технологий в области строительства	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
		ОПК-5	основные законы физики, явления и принцип работы объектов профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			использовать физико-математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			методами физико-математического анализа при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
		ОПК-10	основные модели расчёта зданий, сооружений и их конструкций, а также область их применения	Тест (ПР-1)	Зачёт

			вести разработку проектных решений зданий, сооружений и их конструкций	Тест (ПР-1)	Зачёт		
			применять математический аппарат для решения задач методами численного (компьютерного) моделирования, включая современные формулировки метода конечных элементов	Тест (ПР-1)	Зачёт		
		ПК-3	основные методы вероятностного расчёта и теорию надёжности строительных конструкций, необходимые при обеспечении механической безопасности высотных и большепролётных зданий и сооружений	Тест (ПР-1)	Зачёт		
			использовать методы теории вероятностей при оценке статистических свойств материала несущих конструкций, нагрузок и воздействий, а также интерпретировать результаты вероятностного расчёта	Тест (ПР-1)	Зачёт		
			навыками расчёта строительных конструкций вероятностными методами теории надёжности, необходимые при обеспечении механической безопасности высотных и большепролётных зданий и сооружений	Тест (ПР-1)	Зачёт		
		7.	Раздел III. Теоретическое и практическое применение вероятностных методов расчёта и теории надёжности в задачах сейсмо-	ОК-4	основные физико-математические предметы, методы теоретического и экспериментального исследования	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 35-60

стойкости зданий, сооружений и их конструкций		самостоятельно применять методы математики и механики, компьютерного моделирования при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 35-60
		навыками выбора и применения информационных технологий в области строительства	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 35-60
	ОПК-5	основные законы физики, явления и принцип работы объектов профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 35-60
		использовать физико-математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 35-60
		методами физико-математического анализа при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 35-60
		основные модели расчёта зданий, сооружений и их конструкций, а также область их применения	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 35-60
	ОПК-10	вести разработку проектных решений зданий, сооружений и их конструкций	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 35-60

		ПК-3	применять математический аппарат для решения задач методами численного (компьютерного) моделирования, включая современные формулировки метода конечных элементов	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 35-60
			основные методы вероятностного расчёта и теорию надёжности строительных конструкций, необходимые при обеспечении механической безопасности высотных и большепролётных зданий и сооружений	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 35-60
			использовать методы теории вероятностей при оценке статистических свойств материала несущих конструкций, нагрузок и воздействий, а также интерпретировать результаты вероятностного расчёта	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 35-60
			навыками расчёта строительных конструкций вероятностными методами теории надёжности, необходимые при обеспечении механической безопасности высотных и большепролётных зданий и сооружений	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 35-60
8.	Раздел IV. Оценка ресурса и долговечности несущих конструкций зданий и сооружений	ОК-4	основные физико-математические предметы, методы теоретического и экспериментального исследования	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 1-34
			самостоятельно применять методы математики и механики, компьютерного моделирования при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 1-34

			навыками выбора и применения информационных технологий в области строительства	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 1-34
	ОПК-5		основные законы физики, явления и принцип работы объектов профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 1-34
			использовать физико-математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 1-34
			методами физико-математического анализа при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 1-34
			основные модели расчёта зданий, сооружений и их конструкций, а также область их применения	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 1-34
	ОПК-10		вести разработку проектных решений зданий, сооружений и их конструкций	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 1-34
			применять математический аппарат для решения задач методами численного (компьютерного) моделирования, включая современные формулировки метода конечных элементов	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 1-34

		ПК-3	основные методы вероятностного расчёта и теорию надёжности строительных конструкций, необходимые при обеспечении механической безопасности высотных и большепролётных зданий и сооружений	Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 1-34
	использовать методы теории вероятностей при оценке статистических свойств материала несущих конструкций, нагрузок и воздействий, а также интерпретировать результаты вероятностного расчёта		Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 1-34	
	навыками расчёта строительных конструкций вероятностными методами теории надёжности, необходимые при обеспечении механической безопасности высотных и большепролётных зданий и сооружений		Тест (ПР-1) Расчётно-графическая работа (ПР-12)	Экзамен Вопросы 1-34	

Шкала оценивания уровня сформированности компетенции

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели	Баллы
ОК-4 способностью творчески адаптировать достижения зарубежной науки, техники и образования к отечественной практике, высокая степень профессиональной мобильности	Знает (пороговый уровень)	основные физико-математические предметы, методы теоретического и экспериментального исследования	знание основных естественнонаучных дисциплин и методов исследования инженерных систем	способность рассказать об естественно-научных дисциплинах и принципах теоретического и экспериментального исследования	61-75 баллов
	Умеет (базовый уровень)	самостоятельно применять методы математики и механики, компьютерного моделирования при решении задач профессиональной деятельности	умение применять методы и профессиональные приёмы математического анализа на практике	способность применять математический анализ в профессиональной деятельности	76-85 баллов
	Владеет (продвинутый уровень)	навыками выбора и применения информационных технологий в области строительства	интегральное знание о методах математического анализа и реализующих их программных комплексах компьютерной алгебры	способность эффективно использовать в синтезе комплексное программное обеспечение компьютерной алгебры и математического анализа	86-100 баллов

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели	Баллы
ОПК-5 способностью использовать углубленные теоретические и практические знания, часть которых находится на передовом рубеже данной науки	Знает (пороговый уровень)	основные законы физики, явления и принцип работы объектов профессиональной деятельности	знание законов физики и явлений характерные при эксплуатации объектов строительства	способность рассказать о законах физики и явлений характерные при эксплуатации объектов строительства	61-75 баллов
	Умеет (базовый уровень)	использовать физико-математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности	умение использовать аналитические методы решения поставленных задач	способность выполнить предварительную оценку и анализ получаемых результатов с помощью аналитических решений	76-85 баллов
	Владеет (продвинутый уровень)	методами физико-математического анализа при решении задач профессиональной деятельности	умение использовать физико-математический аппарат и аналитические методы решения, в том числе компьютерной алгебры	способность эффективно выполнять оценку и анализ получаемых результатов с помощью аналитических решений, в том числе полученных с использованием программного обеспечения компьютерной алгебры	86-100 баллов

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели	Баллы
ОПК-10 способностью и готовностью ориентироваться в постановке задачи, применять знания о современных методах исследования, анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию	Знает (пороговый уровень)	основные модели расчёта зданий, сооружений и их конструкций, а также область их применения	знание классических расчётных схем конструкций и принципы их работы	способность рассказать об базовых расчётных схемах и принципах их работы под внешними нагрузками и воздействиями	61-75 баллов
	Умеет (базовый уровень)	применять математический аппарат для решения задач методами численного (компьютерного) моделирования, включая современные формулировки метода конечных элементов	умение использовать современные формулировки метода конечных элементов при разработке численных моделей в программных комплексах	способность моделировать классические расчётные схемы и их работу под внешними нагрузками и воздействиями с помощью методов численного моделирования реализованных в программных комплексах	76-85 баллов
	Владеет (продвинутый уровень)	навыками анализа и интерпретации результатов численного (компьютерного) моделирования поставленных задач	умение обосновывать выбор набора необходимых функций при численном моделировании и интерпретировать получаемые результаты	способность правильно оценивать корректность решения и интуитивное представление ожидаемого результата на основе знаний о сформулированной задаче	86-100 баллов

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели	Баллы
<p>ПК-3 обладанием знаниями методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчетного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования</p>	<p>Знает (пороговый уровень)</p>	<p>основные методы вероятностного расчёта и теорию надёжности строительных конструкций, необходимые при обеспечении механической безопасности высотных и большепролётных зданий и сооружений</p>	<p>знание методов вероятностного расчёта, статистической обработки экспериментальных данных и базовые положения теории надёжности зданий, сооружений и их конструкций</p>	<p>способность рассказать о методах вероятностного расчёта, статистической обработки экспериментальных данных и базовых положениях теории надёжности зданий, сооружений и их конструкций</p>	<p>61-75 баллов</p>
	<p>Умеет (базовый уровень)</p>	<p>использовать методы теории вероятностей при оценке статистических свойств материала несущих конструкций, нагрузок и воздействий, а также интерпретировать результаты вероятностного расчёта</p>	<p>умение использовать математический аппарат теории вероятностей при решении практических задач</p>	<p>способность использовать математический аппарат теории вероятностей при решении практических задач и вычислении статистических характеристик несущих конструкций, внешних нагрузок и воздействий</p>	<p>76-85 баллов</p>
	<p>Владеет (продвинутый уровень)</p>	<p>навыками расчёта строительных конструкций вероятностными методами теории надёжности, необходимые при обеспечении механической безопасности высотных и большепролётных зданий и сооружений</p>	<p>умение использовать математический аппарат теории надёжности при оценке безопасности зданий, сооружений и их конструкций</p>	<p>способность использовать математический аппарат теории надёжности при оценке безопасности зданий, сооружений и их конструкций, в том числе с применением программных комплексов</p>	<p>86-100 баллов</p>

Шкала измерения уровня сформированности компетенций

Итоговый балл	1-60	61-75	76-85	86-100
Оценка (пятибалльная шкала)	2 неудовлетворительно	3 удовлетворительно	4 хорошо	5 отлично
Уровень сформированности компетенций	отсутствует	пороговый (базовый)	продвинутый	высокий (креативный)

Содержание методических рекомендаций, определяющих процедуры оценивания результатов освоения дисциплины «Вероятностные методы строительной механики и теории надёжности строительных конструкций»

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Вероятностные методы строительной механики и теории надёжности строительных конструкций» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Вероятностные методы расчета сооружений и теория надежности» проводится в форме контрольных мероприятий (*устного опроса (собеседования УО-1), тестирования (ПР-1)*) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Оценка освоения учебной дисциплины «Вероятностные методы строительной механики и теории надёжности строительных конструкций» является комплексным мероприятием, которое в обязательном порядке учитывается и фиксируется ведущим преподавателем.

Степень усвоения теоретических и практических знаний оценивается такими контрольными мероприятиями как устный опрос (УО-1), тест (ПР-1).

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Вероятностные методы расчета сооружений и теория надежности» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

В соответствии с рабочим учебным планом по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, программа «Теория и проектирование зданий и сооружений» видами промежуточной аттестации студентов в процессе изучения дисциплины «Вероятностные методы расчета сооружений и теория надежности» является экзамен (3 семестр).

Экзамен проводится в виде устного опроса в форме ответов на вопросы

экзаменационных билетов.

**Перечень оценочных средств (ОС) по дисциплине
«Вероятностные методы строительной механики и теории надёжности
строительных конструкций»**

№ п/п	Код ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	УО-1	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам
2	ПР-1	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

Образец заданий для выполнения практических работ по дисциплине «Вероятностные методы расчета сооружений и теория надежности»

Задание №1 «Статистическая прочность бетона»

По результатам испытаний прочности бетона на сжатие построить:

1. Статистический ряд распределения по интервалам;
2. Гистограмму плотности распределения;
3. Гистограмму функции распределения;
4. Математическое ожидание (марочную прочность), дисперсию, стандарт, коэффициент вариации для данной выборки;
5. Класс бетона (нормативную кубиковую прочность).

Пример: таблица данных стат.испытаний бетонных образцов

24.053	24.815	32.286	32.296	28.157	24.44	28.767	29.058	30.346	29.986
26.186	30.46	22.163	28.942	28.748	30.688	31.821	21.585	29.056	25.616
29.986	24.745	29.383	29.018	30.172	27.522	27.802	24.983	25.609	29.553
29.746	25.11	27.963	25.202	25.9	32.074	27.676	28.456	28.698	27.509
27.414	33.85	30.136	25.893	27.566	26.942	26.313	25.051	29.555	28.092
27.197	29.175	31.274	28.455	28.892	31.56	25.618	27.775	32.124	28.936
29.121	31.589	28.184	27.915	27.963	30.409	30.717	28.048	29.391	26.305
22.908	29.41	31.39	31.24	29.748	31.132	29.412	26.836	27.552	28.334
29.295	30.739	24.447	24.333	24.969	28.295	30.422	24.868	29.222	28.077
26.715	27.439	33.939	30.344	31.341	31.449	29.459	29.872	30.685	30.136

Задание №2 «Применение закона Гумбеля для исследования снеговых нагрузок»

По данным одной из метеостанций Росгидромета многолетних маршрутных снегосъемок о запасах воды в снеговом покрове определить нормативное значение снеговой нагрузки:

1. Построить таблицу годовых максимумов запаса воды в снеге.
2. Вычислить статистические характеристики годовых максимумов: математическое ожидание, дисперсию, стандарт, коэффициент вариации.
3. Определить параметры закона Гумбеля.
4. Построить графики плотности распределения и функция распределения случайной величины ежегодных максимумов веса снежного покрова.
5. Найти обеспеченность снеговой нагрузки при среднем периоде ее повторяемости 50 лет ($S_{g,50}$)

6. По картам СП определить номер снегового района заданной метеостанции и соответствующую ему нормативную снеговую нагрузку S_{gn} .

7. Вычислить фактическую нормативную снеговую нагрузку для заданной метеостанции $S_{g,50}$ и S_g .

8. Найти обеспеченность значений нормативной снеговой нагрузки S_g и S_{gn} .

9. Найти вероятность того, что наибольшая снеговая нагрузка на поверхности земли в рассматриваемом районе за период 50 лет превысит значение, равное S_g .

*Задание №3 «Расчет прямоугольного железобетонного сечения на без-
опасность»*

Требуется рассчитать несущую способность прямоугольного железобетонного сечения с одиночной арматурой тремя методами:

- предельных состояний (по нормам);
- статистической линеаризации (прямой вероятностный расчет);
- статистических испытаний (Монте-Карло).

Сравнить полученные результаты.

2. определить характеристику безопасности (индекс надежности) β , вероятность безотказной работы $P(S>0)$, вероятность разрушения $V=P(S<0)$, интегральный коэффициент запаса $\bar{\xi}$.

3. Определить расчетные характеристики нагрузочного фактора и несущей способности сечения при заданном уровне безопасности $\beta=3,0$.

Пример: варианты и исходные данные для выполнения задания

Вариант, №	Сечение (В и Ш), мм	Класс бетона	Класс арматуры	Кол-во стержней, диаметр	$f_{b,s}$	М, кНм	Условия эксплуатации
1	400x200	Из первого задания	A600	3Ø14	Бет. 0.135 Ст. 0.05	20	1
2	500x250		A500C	3Ø10			2
3	600x200		A400	2Ø25			3
4	800x400		A240	4Ø16	Бет. 0.06 Ст. 0.04		1
5	300x150		A1000	2Ø32			2
6	400x300		A500	3Ø12			3

Условия эксплуатации:

- 1 – при нормальной влажности;
- 2 – при повышенной влажности;
- 3 – на открытом воздухе.

Расположение арматуры:

только в растянутой зоне
(нижняя часть сечения)

Задание №4 «Расчет надежности водонапорной башни на действие сейсмических нагрузок»

Цель работы:

Провести расчет сейсмической надежности водонапорной металлической башни, высотой $H=20,5$ м, которая строится в районе с сейсмичностью s баллов (*по заданию*). Вес бака с водой и вес утепляющей конструкции равны 14,6 т. Спецификация металлоконструкций башни и её схема принимается *по заданию*. Категория грунта основания *по заданию*.

Задание:

1. Вычислить динамические характеристики системы;
2. Провести расчет по нормативной методике (СП 14.13330.2014):
 - a. Определить коэффициента динамичности;
 - b. Вычислить инерционную расчетную сейсмическую нагрузку.
3. Провести вероятностный расчет системы:
 - a. Определить статистические характеристики (дисперсию, спектральную плотность) случайной функции сейсмического ускорения грунтового основания. Построить график спектральной плотности;
 - b. Найти статистические характеристики перемещения массы системы (спектральную плотность, дисперсию, стандарт, коэффициент динамичности);
 - c. Вычислить математическое ожидание, дисперсию и стандарт инерционной нагрузки.
4. Вычислить вероятность разрушения и ожидаемый срок службы сооружения:
 - a. Вычислить эффективный период и эффективную частоту изменения функции перемещения;
 - b. Определить среднее число выбросов функции прогиба за заданный уровень;
 - c. Вычислить условную вероятность отказа (степень уязвимости сооружения);
 - d. С учетом сейсмической опасности территории вычислить полный сейсмический риск (сейсмическую надежность) сооружения за период его эксплуатации 50 лет;
 - e. Построить график полной функции надежности;
 - f. Найти целесообразный уровень надежности.

Вопросы к экзамену

Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену:

1. Основные положения метода расчета строительных конструкций и оснований по предельным состояниям.
2. Расчет строительных конструкций и оснований по I группе ПС.
3. Расчет строительных конструкций и оснований по деформациям (II группа ПС).
4. Нормативные и расчетные сопротивления стали
5. Нормативные и расчетные сопротивления арматуры.
6. Нормативные и расчетные значения нагрузок и воздействий.
7. Статистические характеристики прочности бетона и арматуры. Закон распределения прочности. Правило трех стандартов. Нормативная прочность.
8. Применение нормального закона распределения для статистического описания прочности материалов и грунтов.
9. Расчетные сопротивления бетона для предельных состояний первой и второй групп.
10. Уровни ответственности зданий и сооружений и соответствующие им коэффициенты надежности по назначению.
11. Коэффициенты надежности по материалу, по нагрузкам, коэффициент точности, коэффициент условий работы.
12. Предельные состояния I и II групп для оснований. Перечислить, в каких случаях производится расчет оснований по несущей способности.
13. Пути дальнейшего совершенствования метода предельных состояний.
14. Модели постоянной, полезной ветровой, снеговой, сейсмической нагрузок на здания и сооружения.
15. Распределение экстремальных значений. Основные понятия.
16. Случайные величины: дискретные и непрерывные. Генеральная совокупность, выборка, выборочные значения.
17. Последовательность независимых случайных величин.
18. Функция и плотность распределения случайной величины.
19. Применение закона Гумбеля для определения нормативной снеговой нагрузки.
20. Статистический ряд распределения случайной величины. Гистограмма, закон распределения. Нормальный закон распределения.
21. Применение закона Пуассона в теории надежности для оценки вероятности появления редких событий.

22. Нормальный закон распределения.
23. Экспоненциальный закон распределения
24. Закон распределения Гумбеля.
25. Числовые характеристики статистических рядов: математическое ожидание, дисперсия, стандарт, коэффициент вариации.
26. Системы случайных величин. Числовые характеристики системы случайных величин.
27. Правила линейных преобразований случайных величин.
28. Функции случайных величин. Метод статистической линеаризации. Общие принципы вероятностного расчета строительных конструкций.
29. Метод статистического моделирования.
30. Правила преобразования математических ожиданий и дисперсий для линейных функций.
31. Основные понятия теории надежности: надежность, безотказность, работоспособность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость.
32. Расчет сооружений на безопасность. Резерв прочности. Обобщенная прочность и обобщенная нагрузка. Характеристика безопасности.
33. Проектирование конструкций с заданным уровнем надежности (риска). Целесообразный уровень надежности.
34. Характеристики случайных функций: математическое ожидание, дисперсия, корреляционная функция, спектральная плотность.
35. Корреляционная функция случайного процесса как характеристика взаимосвязи между его сечениями.
36. Метод канонических разложений.
37. Динамические модели зданий и сооружений
38. Наиболее известные шкалы землетрясений.
39. Способы генерирования акселерограмм.
40. Фоновая сейсмичность 7 баллов, грунт глинистый II категории по сейсмическим свойствам, уровень грунтовых вод 3 м. Какова расчетная сейсмичность площадки?
41. Правила учета числа собственных форм колебаний для динамических моделей консольно-маятникового типа и МКЭ.
42. Роль коэффициента K_1 в формуле для инерционной нагрузки. Используется ли этот коэффициент при расчете сооружения на МРЗ?
43. Линейная модель основания при расчете сооружений на сейсмостойкость. Характеристики жесткости основания.
44. Фоновая сейсмичность района 8 баллов, категория грунта строительной площадки по сейсмическим свойствам – I, объект строительства – жилое

16-этажное здание. Какова величина риска превышения расчетной сейсмической нагрузки за 50-летний период эксплуатации здания?

45. Фоновая сейсмичность района 7 баллов, категория грунта строительной площадки по сейсмическим свойствам – II, объект строительства – 4-этажное здание школы. Какова величина риска превышения расчетной сейсмической нагрузки за 50-летний период эксплуатации здания?

46. Фоновая сейсмичность района 7 баллов, категория грунта строительной площадки по сейсмическим свойствам – III, объект строительства – одноэтажное промышленное здание по производству железобетонных конструкций. Какова величина риска превышения расчетной сейсмической нагрузки за 50-летний период эксплуатации здания?

47. Что включает в себя понятие полного сейсмического риска? Как находятся составляющие его компоненты?

48. Преимущества вероятностного описания сейсмической нагрузки по сравнению с использованием реальной или синтетической акселерограммы.

49. Моделирование сейсмической нагрузки методом канонических разложений.

50. Способы описания землетрясения.

51. Моделирование сейсмического ускорения грунта в виде стационарного случайного процесса. Статистические характеристики процесса.

52. Описание линейно-спектрального метода, его преимущества и недостатки.

53. Что такое спектр отклика. Нормативный спектр отклика.

54. Статистические характеристики сейсмического ускорения грунтового основания как стационарного процесса.

55. Спектральная плотность случайного процесса, ее связь с корреляционной функцией.

56. Отличительная особенность процессов с узкополосной и широкополосной спектральными плотностями.

57. Как определяется сейсмичность площадки строительства при отсутствии карт сейсмического микрорайонирования?

58. Карты сейсмического районирования ОСР-97. Карты А, В и С, их отличия, в каких случаях применяется каждая карта?

59. Конструктивные особенности сейсмоустойчивых зданий: предпочтительные формы, характер распределения масс в плане и по высоте, мероприятия для снижения нагрузки на сложные в плане здания.

60. Что такое динамические характеристики здания и как они определяются натурными экспериментами?

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене
по дисциплине «Вероятностные методы расчета сооружений и теория
надежности»:**

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка за- чета	Требования к сформированным компетенциям
100-86	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
85-76	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Критерии оценки (устный ответ) при собеседовании

100-86 баллов - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

85-76 - баллов - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

75-61 - балл – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

60-50 баллов – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.