

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное
 учреждение высшего образования
 «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР

Г.П. Старинов

05 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Вероятностные методы строительной механики и теория надежности
строительных конструкций

Специальность	08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений
Специализация	Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений
Квалификация выпускника	инженер-строитель
Год начала подготовки (по учебному плану)	2019
Форма обучения	очная
Технология обучения	традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	8	3

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	Кафедра СИА

Комсомольск-на-Амуре 2019

Разработчик рабочей программы
доцент, к.т.н.



« 30 » 04 2019 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки



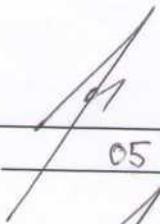
« 30 » 04 2019 г.

Руководитель образовательной про-
граммы «Строительство уникальных
зданий и сооружений»



« 06 » 05 2019 г.

Заведующий выпускающей кафед-
рой «Строительство и архитектура»



« 06 » 05 2019 г.

Декан факультета кадастра и
строительства



« 06 » 05 2019 г.

Начальник учебно-методического
управления



« 06 » 05 2019 г.

1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №483 31.05.2017, и основной профессиональной образовательной программы "Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений" по специальности 08.05.01 "Строительство уникальных зданий и сооружений".

Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none">– дать студентам системное представление о современном состоянии теории и практических методах вероятностных расчётов зданий и сооружений и оценки их надёжности;– подготовить студентов к применению в практической инженерной деятельности теоретических знаний и сформировать навыки выполнения вероятностных расчётов конструкций и оценки их надёжности и долговечности;– создать основу для дальнейшего профессионального развития специалиста в области теории надёжности сооружений и вероятностных расчётов строительных конструкций.
Основные разделы / темы дисциплины	<ol style="list-style-type: none">1. Введение в теорию надёжности сооружений и строительных конструкций2. Расчётные параметры строительных систем как случайные величины3. Статистическая строительная механика как аппарат решения задач теории надёжности4. Аналитические и прикладные методы решения задач вероятностных расчётов строительных конструкций5. Прямые и обратные задачи вероятностных расчётов напряжённо-деформированного состояния строительных конструкций.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-1 Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук	<p>ОПК-1.1. Знает теорию и основные законы в области естественнонаучных и общеинженерных дисциплин</p> <p>ОПК-1.2. Умеет выявлять и классифицировать физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности, решать инженерные задачи с помощью математического аппарата</p> <p>ОПК-1.3. Владеет навыками решения типовых ин-</p>	<ul style="list-style-type: none">- знать принципы, лежащие в основе расчета надежности конструктивных систем зданий и их частей;- уметь выполнять расчеты конструкций на надежность;- владеть основными современными методами постановки, исследования и решения задач на надежность.

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
	женерных задач на основе теоретических исследований, обработки расчетных и экспериментальных данных вероятностно-статистическими методами	
Профессиональные		
<p>ПК-2 Способен осуществлять и контролировать выполнение расчётного обоснования проектных решений высотных и большепролетных зданий и сооружений, а также организовывать работы в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности</p>	<p>ПК-2.1 Знает систему нормирования внешних воздействий в градостроительной деятельности, методы, приемы и средства численного анализа, методы математической обработки данных, а также методы и практические приемы выполнения экспериментальных и теоретических исследований в сфере градостроительной деятельности</p> <p>ПК-2.2 Умеет находить, анализировать и исследовать информацию, необходимую для моделирования и расчетного анализа для инженерно-технического проектирования высотных и большепролетных зданий и сооружений, а также организовывать и координировать работы по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками расчетного анализа и оценки технических решений строящихся, реконструируемых, эксплуатируемых, сносимых объектов капитального строительства, на соответствие установленным требованиям качества и характеристикам безопасности для производства работ по инженерно-техническому проектированию высотных и большепролетных зданий и сооружений, а также координировать деятельность исполнителей работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности</p>	<ul style="list-style-type: none"> - знать принципы нормирования надежности и вероятностные основы расчета конструктивных систем зданий и их частей; - методы оценки надёжности элементов и систем, реализация методов оценки надежности на ЭВМ в современных компьютерных пакетах и вычислительных комплексах; - уметь использовать вероятностные методы строительной механики и методы теории надежности для практических целей при анализе, проектировании и расчете высотных и большепролетных зданий и сооружений; - владеть способами реализации и, в том числе, на ЭВМ, методов оценки надёжности элементов строительных конструкций, а также безопасности высотных и большепролетных зданий и сооружений.

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций» изучается на 4 курсе в 8 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин: «Соппротивление материалов», «Строительная механика».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Спецкурс

по проектированию строительных конструкций», «Динамика и устойчивость сооружений»).

Входной контроль проводится в виде тестирования. Задания тестов представлены в приложении 1 РПД.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 з.е., 108 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	50
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	34
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	16
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	22
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен	36

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Раздел 1 Введение в теорию надёжности сооружений и строительных конструкций				

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<p>Сведения из истории развития детерминистического и вероятностного методов расчёта сооружений и конструкций, их взаимосвязь. Вклад отечественных учёных в развитие теории надёжности технических систем. Особенности применения общих принципов и методов теории надёжности инженерных систем к сооружениям и строительным конструкциям. Нормативные документы по вопросам надёжности и безопасности строительных систем.</p> <p>Основные понятия и определения теории надёжности (надёжность, долговечность, отказ, безотказность, риск), качественный смысл и количественное измерение надёжности и долговечности. Изменение надёжности во времени. Принципиальная связь между надёжностью и долговечностью. Основные задачи теории надёжности (прямая, обратная, синтез стохастической системы с требуемой надёжностью и долговечностью) и принципиальные пути их решения. Возможные пути управления надёжностью и долговечностью сооружений и конструкций. Значение контрольно-мониторинговых мероприятий, для обеспечения требуемой надёжности и долговечности строительных систем.</p>	6			4
Раздел 2 Расчётные параметры строительных систем как случайные величины				
<p>Стохастическая природа расчётных параметров сооружений и строительных конструкций (воздействия, физико-механические характеристики материалов, структурные и геометрические параметры), их основные виды и классификация как случайных факторов, влияющих на их надёжность и долговечность. Использование аппарата теории вероятностей и математической статистики для описания случайных величин, используемых в расчётах сооружений и конструкций (обработка ограниченных выборок и гистограмм натуральных наблюдений и экспериментальных данных, использование программных продуктов и пакетов статистической обработки данных). Типичные статистические сведения об основных видах различных расчётных параметров, сравнительный анализ их вероятностных свойств и возможных математических моделей распределений. Функциональные и численные характеристики расчётных параметров.</p>	6			4
Лабораторная работа «Определение числовых вероятностных характеристик параметров расчётной схемы конструкции как случайных величин, по заданным функциям распределения»			2	
Лабораторная работа «Статистическое моделирование распределений расчётных параметров конструкции (нагрузок, прочностных характеристик материала) по исходным статистическим			2	

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
данным в виде выборок»				
Раздел 3 Статистическая строительная механика как аппарат решения задач теории надёжности				
Основные задачи статистической строительной механики (прямая, обратная, синтез стохастической системы, оптимизационная). Особенности формирования вероятностной расчётной модели сооружения (конструкции). Анализ входной статистической информации, учёт зависимости или независимости вероятностных свойств входных расчётных параметров. Лабораторная работа «Статистический контроль качества бетона»	6			4
Лабораторная работа «Определение числовых вероятностных характеристик параметров расчётной схемы конструкции как случайных величин, по заданным функциям распределения»				
Раздел 4 Аналитические и прикладные методы решения задач вероятностных расчётов строительных конструкций				
Основные сведения теории многомерных случайных величин (случайных векторов) в приложении к вероятностным расчётам напряжённо-деформированного состояния строительных конструкций и их элементов. Определение функциональных и численных характеристик выходных параметров в вероятностных расчётах конструкций. Аналитическое решение (модельные задачи). Основные прикладные методы вероятностных расчётов – метод статистической линеаризации (МСЛ) и метод статистического моделирования (МСМ), их сравнительный анализ, возможности применения.	8			4
Лабораторная работа «Начальная надёжность железобетонной балки»			2	
Лабораторная работа «Нормирование ветровой нагрузки, как случайного процесса»			2	
Раздел 5 Прямые и обратные задачи вероятностных расчётов напряжённо-деформированного состояния строительных конструкций				
Прямые модельные задачи определения вероятностных характеристик основных типов расчётных параметров строительных конструкций (сочетаний нагрузок, геометрических характеристик сечений, напряжений при разных видах деформаций) – точное решение, использование методов статистической линеаризации и статистических испытаний (статистического моделирования) с применением компьютерных программ. Прямые и обратные задачи вероятностных расчётов параметров напряжённо-деформированного состояния элементов конструкций и простых балочных и рамных систем при растяжении-сжатии, изгибе, внецентренном сжатии, продольно-поперечном изгибе от разных видов воз-действий (силовых, кинематических).	8			4

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Лабораторная работа «Сейсмические нагрузки. Статистические характеристики сейсмических нагрузок»			4	
Лабораторная работа «Расчет высотного каркасного здания на ветровую пульсационную нагрузку»			4	
ИТОГО по дисциплине	34		16	22
Промежуточная аттестация по дисциплине Экзамен				

6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	6
Подготовка к занятиям семинарского типа	8
Подготовка и оформление РГР	8
	22

7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
1. Введение в теорию надёжности сооружений и строительных конструкций	ОПК-1	Собеседование	Демонстрирует теоретические знания основных принципов и методов оценки и расчёта надёжности и долговечности строительных конструкций
2. Расчётные параметры строительных систем как случайные величины	ОПК-1	Выполнение и защита лабораторных работ	Демонстрирует теоретические знания аппарата теории вероятностей и математической статистики для описания случайных величин, используемых в расчётах сооружений и конструкций, умения и навыки определения числовых вероятностных характеристик параметров расчётной

			схемы конструкции, как случайных величин, по заданным функциям распределения
3. Статистическая строительная механика как аппарат решения задач теории надёжности	ПК-2	Выполнение и защита лабораторных работ	Демонстрирует теоретические знания основных задач статистической строительной механики, умения и навыки выполнять анализ входной статистической информации - вероятностных свойств входных параметров расчетных схем строительных конструкций
4. Аналитические и прикладные методы решения задач вероятностных расчётов строительных конструкций	ОПК-1	Выполнение и защита лабораторных работ	Демонстрирует знание теории многомерных случайных величин в приложении к вероятностным расчётам напряжённо-деформированного состояния строительных конструкций и их элементов, умения и навыки применять прикладные методы вероятностных расчётов – метод статистической линеаризации и метод статистического моделирования
5. Прямые и обратные задачи вероятностных расчётов напряжённо-деформированного состояния строительных конструкций	ОПК-1	Выполнение и защита лабораторных работ	Демонстрирует теоретические знания прямых и обратных задач вероятностных расчётов параметров напряжённо-деформированного состояния элементов конструкций и простых балочных и рамных систем при растяжении-сжатии, изгибе, внецентренном сжатии, продольно-поперечном изгибе от разных видов воздействий; навыки и умения выполнения вероятностных строительных конструкций с применением компьютерных программ
	ПК-2	РГР «Начальная надёжность железобетонной балки»	Демонстрирует умения и навыки выполнения практического расчёта начальной надёжности строительных конструкций и вычисления вероятности безотказной работы железобетонной балки
Промежуточная аттестация	ОПК-1 ПК-2	Теоретические вопросы, Практические задания	Демонстрирует теоретические знания методов оценки и расчёта надёжности и долговечности строительных конструкций, умения и навыки выполнения вероятностных расчётов строительных конструкций, позволяющие принимать обоснованные инженерные решения в практической профессиональной деятельности по проектированию, возведению и эксплуатации зданий и сооружений с обеспеченной надёжностью и долговечностью

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
8 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме Экзамен</i>				
1	Собеседование	3 неделя	10 баллов	10 баллов – студент показал отличные знания и кругозор при ответах на вопросы, показал отличное умение логически строить ответ, отлично владел монологической речью. 8 балла – студент показал хорошие знания и кругозор при ответах на вопросы, показал хорошее умение логически строить ответ, хорошо владел монологической речью. 6 балла – студент показал удовлетворительные знания и кругозор при ответах на вопросы, удовлетворительно показал умение логически строить ответ, удовлетворительно владел монологической речью. 4 балла - студент показал неудовлетворительные знания и кругозор при ответах на вопросы, неудовлетворительно логически строил ответ, неудовлетворительно владел монологической речью. 0 баллов – студент не отвечал на поставленные вопросы, не мог логически строить ответ.
2	Выполнение и защита лабораторных работ	6 неделя	10 баллов	10 баллов - 91-100% правильных ответов – высокий уровень знаний, умений и навыков; 6 баллов - 71-90% % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний, умений и навыков; 4 баллов - 61-70% правильных ответов – средний уровень знаний, умений и навыков; 2 балла - 51-60% правильных ответов – низкий уровень знаний, умений и навыков; 0 баллов - 0-50% правильных ответов – очень низкий уровень знаний, умений и навыков;
3	Выполнение и защита лабораторных работ	9 неделя	10 баллов	10 баллов - 91-100% правильных ответов – высокий уровень знаний, умений и навыков; 6 баллов - 71-90% % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний, умений и навыков; 4 баллов - 61-70% правильных ответов – средний уровень знаний, умений и навыков; 2 балла - 51-60% правильных ответов – низкий уровень знаний, умений и навыков; 0 баллов - 0-50% правильных ответов – очень низкий уровень знаний, умений и навыков;
4	Выполнение и защита лабораторных работ	12 неделя	10 баллов	10 баллов - 91-100% правильных ответов – высокий уровень знаний, умений и навыков; 6 баллов - 71-90% % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний, умений и навыков; 4 баллов - 61-70% правильных ответов – средний уровень знаний, умений и навыков; 2 балла - 51-60% правильных ответов – низкий уровень знаний, умений и навыков;

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				0 баллов - 0-50% правильных ответов – очень низкий уровень знаний, умений и навыков;
5	Выполнение и защита лабораторных работ	15 недель	10 баллов	<p>10 баллов - 91-100% правильных ответов – высокий уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>6 баллов - 71-90% % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>4 баллов - 61-70% правильных ответов – средний уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>2 балла - 51-60% правильных ответов – низкий уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>0 баллов - 0-50% правильных ответов – очень низкий уровень знаний, умений и навыков;</p>
6	Расчетно-графическая работа	В течение семестра	20 баллов	<p>20 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>10 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, допущены одна или две неточности, есть недостатки в оформлении.</p> <p>5 баллов - Студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления имеет недостаточный уровень.</p> <p>0 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также неспособен пояснить полученный результат.</p>
7	Экзамен: Теоретические вопросы и практическая задача		2 вопроса по 10 баллов, 1 задача по 10 баллов	<p>Один вопрос:</p> <p>10 баллов – студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> <p>7 баллов – студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>4 балла – студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>0 баллов – при ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>Одна задача:</p> <p>10 баллов – студент правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> <p>7 баллов – студент выполнил практическое задание</p>

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. 3 балла – студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей. 0 баллов – при выполнении практического задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.
	Текущий контроль:	-	70 баллов	-
	Экзамен:	-	30 баллов	-
	ИТОГО:	-	100 баллов	-
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)				

Задания для текущего контроля

Собеседование

Раздел 1. Введение в теорию надёжности сооружений и строительных конструкций

1. История развития детерминистического и вероятностного методов расчёта сооружений и конструкций.
2. Особенности применения общих принципов и методов теории надёжности инженерных систем к сооружениям и строительным конструкциям.
3. Нормативные документы по вопросам надёжности и безопасности строительных систем.
4. Основные понятия и определения теории надёжности. Надёжность, долговечность, отказ, безотказность, риск.
5. Качественный смысл и количественное измерение надёжности и долговечности.
6. Изменение надёжности во времени.
7. Принципиальная связь между надёжностью и долговечностью.
8. Основные задачи теории надёжности.
9. Возможные пути управления надёжностью и долговечностью сооружений и конструкций.
10. Значение контрольно-мониторинговых и ремонтных мероприятий, модернизации и реконструкции для обеспечения требуемой надёжности и долговечности строительных систем.

Раздел 2. Расчётные параметры строительных систем как случайные величины

Практические задания

1. Определить числовые вероятностные характеристики параметров расчётной схемы конструкции как случайных величин, по заданным функциям распределения.
2. Выполнить статистический контроль качества бетона

Раздел 3. Статистическая строительная механика как аппарат решения задач теории надёжности

Практические задания

1. Определить площадь сечения растянутого стального стержня при нормальном распределении случайной нагрузки, при котором обеспечивается заданная вероятность разрушения.
2. Определить обеспеченность расчетного сопротивления изгибу деревянной балки при заданном коэффициенте вариации и прочностных характеристиках.

Раздел 4. Аналитические и прикладные методы решения задач вероятностных расчётов строительных конструкций

Практические задания

1. Выполнить расчет начальной надёжности железобетонной балки
2. Рассчитать начальную надёжность металлического разрезного прогона

Раздел 5. Прямые и обратные задачи вероятностных расчётов напряжённо-деформированного состояния строительных конструкций

Практические задания

1. Определить статистические характеристики ветровых нагрузок, действующих на каркасное здание
2. Выполнить расчет каркасного здания на ветровую пульсационную нагрузку

РГР «Начальная надёжность железобетонной балки»

Для железобетонной балки, расчетная схема которой приведена на рисунке 1, выполнить расчет начальной надёжности. На рисунке 2 показаны внутренние усилия, действующие в поперечном сечении балки. По результатам выполненных расчетов сделать выводы о вероятности безотказной работы балки и возможных способах повышения надёжности конструкции.

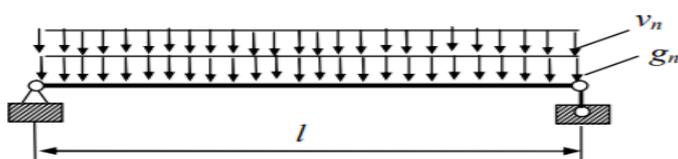


Рисунок 1. Расчетная схема балки

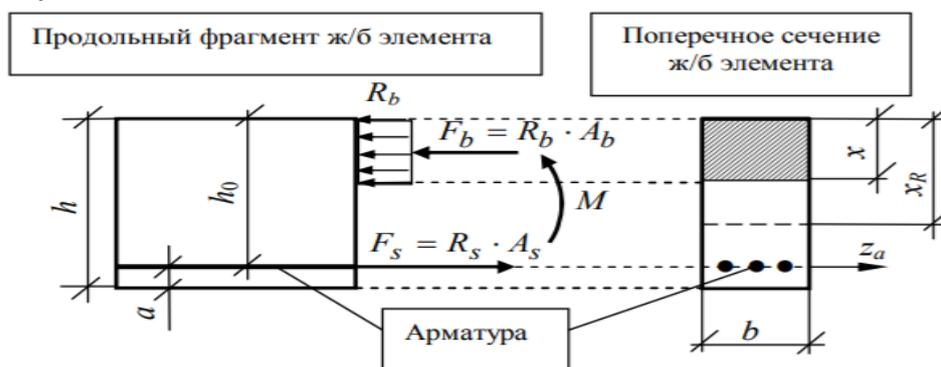


Рисунок 2. Внутренние усилия, действующие в поперечном сечении балки
Состав и порядок оформления РГР.

1. Определить площадь поперечного сечения растянутой продольной арматуры.
2. Вычислить среднее значение, дисперсию и среднеквадратическое отклонение резерва несущей способности поперечного сечения по нормальным сечениям.
3. Определить вероятность безотказной работы поперечного сечения по нормальным сечениям.
4. Проверить условие прочности наклонного сечения на действие поперечных сил.
5. Вычислить среднее значение, дисперсию и среднеквадратическое отклонение резерва несущей способности поперечного сечения по наклонным сечениям.
6. Определить вероятность безотказной работы поперечного сечения по наклонным сечениям.
7. Определить вероятность безотказной работы всей балки с одновременным учетом вероятности безотказной работы поперечного сечения по нормальным и наклонным сечениям.
8. По результатам выполненных расчетов сделать выводы о вероятности безотказной работы балки и возможных способах повышения надёжности конструкции.
9. Графическую часть РГР оформить в программе NanoCAD СПДС.
10. Полный ход выполнения теоретической части работы оформить в программе MathCAD и перевести его в формат *.pdf.
11. Объединить файлы *.pdf хода выполнения работы и графической части РГР.

Контрольные вопросы к экзамену

1. Понятия надёжности и долговечности, отказа, безотказности. Взаимосвязь надёжности и долговечности. Изменение надёжности во времени.
2. Возможные пути управления надёжностью и долговечностью сооружений и конструкций.
3. Основные задачи теории надёжности и принципиальные пути их решения.
4. Основные виды и классификация случайных величин, влияющих на надёжность и долговечность строительных конструкций.
5. Стохастическая природа основных видов случайных расчётных параметров строительных конструкций. Общая характеристика их вероятностных свойств.
6. Функциональные и числовые статистические характеристики расчётных параметров.
7. Статистическая строительная механика как аппарат решения задач теории надёжности строительных конструкций; её сущность и основные задачи.
8. Особенности формирования вероятностной расчётной модели сооружения. 9. Расчётные параметры конструкции как компоненты случайного вектора. Характеристики многомерной случайной величины.
10. Определение функциональных и численных характеристик случайного вектора выходных параметров в вероятностных расчётах конструкций через стохастические характеристики вектора входных.
11. Основные прикладные методы вероятностных расчётов – метод статистической линеаризации и метод статистических испытаний, их сравнительный анализ, области рационального применения.
12. Формула метода статистической линеаризации для определения дисперсии случайной величины, являющейся функцией случайного вектора.
13. Решение прямой задачи вероятностного расчёта усилий, напряжений и перемещений конструкций методом статистической линеаризации. Формы представления результатов расчёта.
14. Формулировка обратной задачи вероятностного расчёта. Особенности представления результатов решения обратной задачи.

15. Изменение во времени стохастических расчётных параметров системы. Учёт коррозионного износа, временных изменений физико-механических свойств материалов, воздействий, геометрических характеристик.
16. Оценки вероятностных характеристик нагрузок при многократных загрузках системы на основе распределения экстремумов и учёта повторяемости случайных величин.
17. Общий подход к оценке надёжности с использованием понятий обобщённой нагрузки и обобщённой прочности.
18. Возможные критерии отказа строительных конструкций. Многокритериальные условия безотказности.
19. Основное обобщённое расчётное условие безотказности системы. Резерв работоспособности и его использование для расчёта надёжности.
20. Обобщённые прочность и нагрузка как функции случайных векторов входных параметров, определение их свойств через вероятностные характеристики многомерных случайных величин.

Практические задания на экзамен.

1. Выполнить статистический контроль качества бетона
2. Определить площадь сечения растянутого стального стержня при нормальном распределении случайной нагрузки, при котором обеспечивается заданная вероятность неразрушения
3. Выполнить расчет начальной надёжности железобетонной балки
4. Выполнить расчет начальной надёжности стальной балки
5. Рассчитать начальную надёжность металлического разрезного прогона
6. Определить статистические характеристики ветровых нагрузок, действующих на каркасное здание

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1 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. Башмакова И.Б. Теория вероятностей [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Б. Башмакова, И.И. Кораблёва, С.С. Прасников. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 108 с. — 978-5-9227-0665-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66841.html>
3. Саргсян, А.Е. Строительная механика. Механика инженерных конструкций: Учебник для вузов / А. Е. Саргсян. - М.: Высшая школа, 2008; 2004.

8.2 Дополнительная литература

1. Перельмутер, А.В. Расчётные модели сооружений и возможность их анализа / А. В. Перельмутер. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во СКАД СОФТ: Изд-во АСВ: ДМК Пресс, 2011. - 709с.

2. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / В. Н. Гордеев, А. И. Лантух-Лященко, В. А. Пашинский и др. - М.: Изд-во СКАД СОФТ: Изд-во АСВ: ДМК Пресс, 2011. - 514с.: ил.

3. Райзер В.Д. "Вероятностные методы в анализе надежности и живучести сооружений" Научное издание. - М.: Издательство АСВ, 2018. - 396 с.

8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1. Вероятностные методы расчета строительных конструкций: Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Вероятностные методы расчета строительных конструкций" для студентов направления 270100 «Строительство» всех форм обучения/ сост. Ю. Н. Чудинов. – Комсомольск-на-Амуре : ГОУВПО «КнАГТУ», 2013. – 18 с.

8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM. Договор ЕП 44 № 003/10 эбс ИКЗ 191272700076927030100100120016311000 от 17 апреля 2019 г.

2 Электронно-библиотечная система IPRbooks. Лицензионный договор № ЕП44 № 001/9 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 191272700076927030100100090016311000 от 27 марта 2019г.

3 Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU. Договор № ЕП 44 № 004/13 на оказание услуг доступа к электронным изданиям ИКЗ 191272700076927030100100150016311000 от 15 апреля 2019 г.

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

1. «Кодекс»: Сайт компании профессиональных справочных систем. Система Нормативно-Технической Информации «Кодекстехэксперт». Режим доступа (<http://www.cntd.ru>), свободный

2. КонсультантПлюс : Справочно-правовая система /Сайт компании справочной правовой системы «КонсультантПлюс». Режим доступа свободный.

3. «Лира-Сапр»: Сайт компании разработчика САПР для строительства ООО «Лира-САПР». База знаний. Режим доступа свободный. <https://help.liraland.ru/>

4. Материалы вебинара «Проектирование строительных конструкций с применением программ семейства ЛИРА-САПР 2015», 29 мая 2015 г. Организаторы – КнАГТУ (Комсомольск-на-Амуре) и ООО «Лира-САПР» (Киев), часть 1: <https://www.youtube.com/watch?v=7qj1K0RA-No>

8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 7 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://www.openoffice.org/license.html

Программный комплекс ЛИ-РА-САПР, МОНОМАХ-САПР, ЭСПРИ, САПФИР (Студенческий комплект программ-4)	Сублицензионный договор № 1295/А от 10.01.2012 Сублицензионный договор ЕП44/65 от 01.11.2016, лицензионные ключи
NanoCAD (САПР системы)	Соглашение о сотрудничестве без № от 12.04.2013
Mathcad Education	Договор № 106-АЭ120 от 27.11.2012

9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Перед выполнением обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель может проводить инструктаж по выполнению задания. В инструктаж включается:

- цель и содержание задания;
- сроки выполнения;
- ориентировочный объем работы;
- основные требования к результатам работы и критерии оценки;
- возможные типичные ошибки при выполнении.

Инструктаж проводится преподавателем за счет объема времени, отведенного на изучение дисциплины.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.

4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 8 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
202/5	Лаборатория кафедры САПР	13 Персональных ЭВМ (intel Core i3 2100, 4ГБ ОЗУ, 1ГБ Видео), лицензионное программное обеспечение (MathCAD, NanoCAD СПДС, NanoCAD Металлоконструкции, Лира-САПР, САПФИР, Мономах, ЭСПРИ, STARK ES, Гранд-Смета); 2 Персональных ЭВМ преподавателя; 2 Мультимедийных проектора;

10.2 Технические и электронные средства обучения

При проведении занятий используется аудитория, оборудованная проектором (стационарным или переносным) для отображения презентаций. Кроме того, при проведении лекций и практических занятий необходим компьютер с установленным на нем браузером и программным обеспечением для демонстрации презентаций.

11 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказа-

ния помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Приложение 1

Тестовые вопросы для «входного» контроля знаний обучающихся по дисциплине «Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций»

1. Основные элементы конструкций и сооружений: стержни, пластинки, оболочки.
2. Опоры плоских систем, их реакции. Виды нагрузок.
3. Поперечный изгиб балок. Построение эпюр внутренних усилий.
4. Расчёт статически определимых плоских ферм.
5. Трёхшарнирные системы. Арки. Трёхшарнирная арка. Основные понятия. Основное отличие работы трёхшарнирной арки от простой балки.
6. Определение перемещений в балках.
7. Принцип виртуальных работ. Понятие о возможных перемещениях. Теорема о взаимности работ.
8. Потенциальная энергия деформации плоских систем, выраженная через работу внешних и внутренних силовых факторов.
9. Основные понятия теории упругости.
10. Напряжение: касательное и нормальное.
11. Тензор напряжения. Свойства тензора напряжения.
12. Главные значения напряжения.
13. Главные направления или главные оси напряжения.
14. Плоская деформация.

15. Плоское напряженное состояние.
16. Основные современные численные методы расчета конструкций.
17. Основная идея метода конечных элементов.
18. Дискретизация расчетной области конструкции при расчете МКЭ.
19. Аппроксимация перемещений по области конечного элемента.
20. Конечные элементы, их типы.
21. Степени свободы конечного элемента.
22. Матрица жесткости конечного элемента. Ее структура.
23. Связь между перемещениями узлов элемента и усилиями, действующими на них.
24. Методы решения систем линейных уравнений.
25. Общий алгоритм статического расчета по МКЭ.