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

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Факультет кадастра и строительства
_____ Сысоев О.Е.
«23» 06 2021 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	Специалист
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	Кафедра «Строительство и архитектура»

Комсомольск-на-Амуре
2021

Разработчик рабочей программы:

Доцент кафедры «Системы автоматизированного проектирования», кандидат технических наук, доцент		Ю.Н.Чудинов
(должность, степень, ученое звание)	(подпись)	(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы «Строительство уникальных зданий и сооружений»		Ю.Н.Чудинов
	(подпись)	(ФИО)
Заведующий выпускающей кафедрой «Строительство и архитектура»		О.Е. Сысоев
	(подпись)	(ФИО)

1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации ФГОС ВО, утвержденный приказом Минобрнауки России от 31.05.2017 № 483, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений» по специальности «08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 10.003 «СПЕЦИАЛИСТ В ОБЛАСТИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ».

Обобщенная трудовая функция: В Разработка проектной продукции по результатам инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности.

ТД-3 Определение параметров имитационного информационного моделирования, численного анализа для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности, ТД-4 Моделирование свойств элементов объекта и его взаимодействия с окружающей средой с соблюдением установленных требований для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности, НЗ-4 Методы, приемы и средства численного анализа, НЗ-6 Методы математической обработки данных.

Задачи дисциплины	– приобретение навыков определения параметров имитационного информационного моделирования, численного анализа для производства работ по инженерно-техническому проектированию; - выработка системного представления 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; - приобретение навыков моделирования свойств элементов объекта и его взаимодействия с окружающей средой
Основные разделы / темы дисциплины	1. Введение в теорию надёжности сооружений и строительных конструкций 2. Расчётные параметры строительных систем как случайные величины 3. Статистическая строительная механика как аппарат решения задач теории надёжности 4. Аналитические и прикладные методы решения задач вероятностных расчётов 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 и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-1 Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук	ОПК-1.1 Знает теорию и основные законы в области естественнонаучных и общеинженерных дисциплин ОПК-1.2 Умеет выявлять и классифицировать физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности, решать инженерные задачи с помощью математического аппарата ОПК-1.3 Владеет навыками решения типовых инженерных задач на основе теоретических исследований, обработки расчетных и экспериментальных данных вероятностно-статистическими методами	**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** - выполнять расчеты конструкций на надежность; - использовать вероятностные методы строительной механики и методы теории надежности для практических целей при анализе, проектировании и расчете высотных и большепролетных зданий и сооружений; **Владеть** - основными современными методами постановки, исследования и решения задач на надежность; - 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, 7 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Химия», «Математика», «Физика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Теплотехника», «Теория упругости с основами пластичности и ползучести», «Механика грунтов», «Электротехника и электроснабжение», «Строительная механика», «Механика жидкости и газа».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Расчёт строительных конструкций методом конечных элементов», «Нелинейные задачи строительной механики», «Инженерно-геодезическое обеспечение строительства», «Динамика и устойчивость сооружений».

Дисциплина «Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций» частично реализуется в форме практической подготовки.

Дисциплина «Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, уважения к правам и свободам человека, знания правовых основ и законов, воспитание чувства ответственности или умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

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 4 з.е., 144 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	144
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	36
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками), в том числе в форме практической подготовки:	24

занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), в том числе в форме практической подготовки:	12
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	72
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)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Раздел 1 Введение в теорию надёжности сооружений и строительных конструкций				
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 надежности и безопасности строительных систем. 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.	6			12
Раздел 2 Расчётные параметры строительных систем как случайные величины				
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 огра-	6			24

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	
ниченных выборок и гистограмм натурных 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.				
Определение числовых вероятностных характеристик параметров расчётной схемы конструкции как случайных величин, по заданным функциям распределения			2	
Статистическое моделирование распределений расчётных параметров конструкции (нагрузок, прочностных характеристик материала) по исходным статистическим данным в виде выборок			2	
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.	6			12
Статистический контроль качества бетона			2	
Определение числовых вероятностных характеристик параметров расчётной схемы конструкции как случайных величин, по заданным функциям распределения			2	
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).	6			24
Начальная надёжность железобетонной балки			2	
Нормирование ветровой нагрузки, как случайного процесса			2	
ИТОГО по дисциплине	**24**		**12**	**72**
Промежуточная аттестация по дисциплине – экзамен				**36**

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	20
Подготовка к занятиям семинарского типа	20
Подготовка и оформление РГР	32
	72

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

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

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 надежности 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. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «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. Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM. Режим доступа (**www.znanium.com**), ограниченный.

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Электронный портал научной литературы. Режим доступа (www.elibrary.ru).

5. Электронно-библиотечная система «IPRbooks». Электронный портал. Режим доступа (**http://www.iprbookshop.ru**).

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

7. 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

8.4. 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. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Электронный портал научной литературы. Режим доступа (www.elibrary.ru).

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

Таблица 5 – 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 ЛИРА-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
Mathcad Education	Договор № 106-АЭ120 от 27.11.2012
NanoCAD (САПР системы)	Соглашение о сотрудничестве без № от 12.04.2013

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.

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.

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 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
423/3	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); Персональный ЭВМ преподавателя; Мультимедийный проектора;

10.2 Технические и электронные средства обучения

Лабораторные занятия .

Для лабораторных занятий используется аудитория №_423/3, оснащенная оборудованием, указанным в табл. 8:

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- читальный зал НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 325 корпус № 3).

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 оказания 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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

«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	Специалист
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	Кафедра «Строительство и архитектура»

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

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-1 Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук	ОПК-1.1 Знает теорию и основные законы в области естественнонаучных и общеинженерных дисциплин ОПК-1.2 Умеет выявлять и классифицировать физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности, решать инженерные задачи с помощью математического аппарата ОПК-1.3 Владеет навыками решения типовых инженерных задач на основе теоретических исследований, обработки расчетных и экспериментальных данных вероятностно-статистическими методами	**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** - выполнять расчеты конструкций на надежность; - использовать вероятностные методы строительной механики и методы теории надежности для практических целей при анализе, проектировании и расчете высотных и большепролетных зданий и сооружений; **Владеть** - основными современными методами постановки, исследования и решения задач на надежность; - способами реализации и, в том числе, на ЭВМ, методов оценки надёжности элементов строительных конструкций, а также безопасности высотных и большепролетных зданий и сооружений

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
7 семестр			
Раздел 1. Введение в теорию надёжности сооружений и строительных конструкций	ОПК-1	Выполнение и защита лабораторных работ	Демонстрирует теоретические знания основных принципов и методов оценки и расчёта надёжности и долговечности строительных конструкций
Раздел 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
Раздел 3 Статистическая строительная механика как аппарат решения задач теории надёжности	ОПК-1	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
Раздел 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
	ОПК-1	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	Теоретические вопросы, Практические задания	Демонстрирует теоретические знания методов оценки и расчёта надёжности и долговечности строительных конструкций, умения и навыки выполнения вероятностных расчётов строительных конструкций, позволя-

			ющие принимать обоснованные инженерные решения в практической профессиональной деятельности по проектированию, возведению и эксплуатации зданий и сооружений с обеспеченной надёжностью и долговечностью

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	**Сроки выполнения**	**Шкала оценивания**	**Критерии оценивания**
7 семестр ***Промежуточная аттестация в форме Экзамен***				
1	Выполнение и защита лабораторных работ	8 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	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; 0 баллов - 0-50% правильных ответов – очень низкий уровень знаний, умений и навыков;
3	Выполнение и защита РГР	12 неделя	30 баллов	30 баллов – студент правильно выполнил РГР. Показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы. 20 баллов – студент выполнил РГР с небольшими неточностями. Показал хорошие умения и навыки в

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. 10 балла – студент выполнил РГР 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 РГР студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.
	Текущий контроль	-	50 баллов	-
	Экзамен	**-**	30 баллов	
	Теоретические вопросы		2 вопроса по 10 баллов	Один вопрос: 10 баллов – *студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.* 7 баллов – *студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.* 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.* 0 баллов – *при ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.*
	Практическая задача		1 задача по 10 баллов	Одна задача: *10 баллов – студент правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.* *7 баллов – студент выполнил практическое задание 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.*

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);

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)				

Типовые 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 надежности 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 неразрушения.
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 надежности. 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.

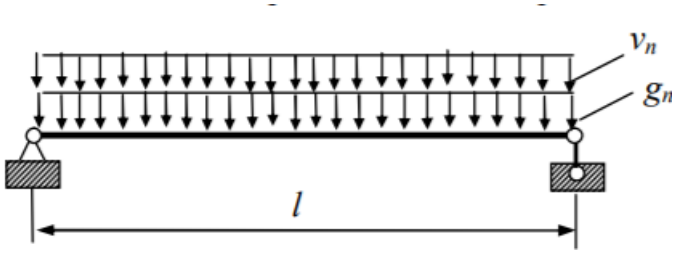

Рисунок 1. Расчетная схема балки

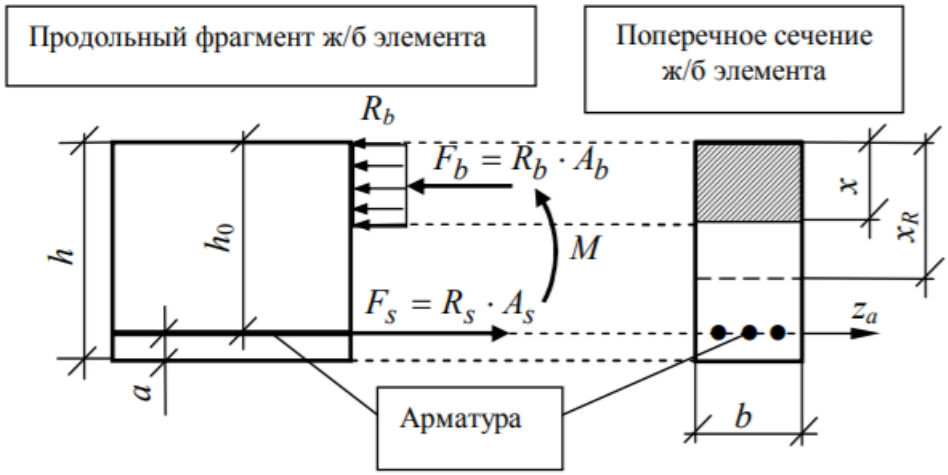

Рисунок 2. Внутренние усилия, действующие в поперечном сечении балки

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 надежности 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 загружениях 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

Примерная структура экзаменационных билетов

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Комсомольский–на–Амуре государственный университет»

Кафедра «Строительство и архитектура»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1
по дисциплине
«Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций»

1. Понятия надёжности и долговечности, отказа, безотказности. Взаимосвязь надёжности и долговечности. Изменение надежности во времени.
2. Возможные критерии отказа строительных конструкций. Многокритериальные условия безотказности.

3. Задача:
Выполнить расчет начальную надёжность металлического разрезного прогона

Зав. кафедрой СиА _____ Е.О. Сысоев

Приложение 2

Тестовые вопросы для «входного» контроля знаний обучащихся 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. Трехшарнирная 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.

Приложение 3

Лист регистрации изменений к РПД

№п/п	Номер протокола заседания кафедры, дата утверждения изменения	Количество страниц изменения	Подпись автора РПД
1	Изменение количества аудиторных часов и СРС Основание: Рабочий учебный план на 2021/2022 учебный год	Страницы с количеством аудиторной нагрузки и СРС	