

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Поверинов Игорь Егорович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 19.04.2022 11:53:05

Уникальный программный ключ:

6d465b936eef331cede482bded6d12ab98216652f016465d35b72a7eab0de1b7

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н.Ульянова»)**

Факультет строительный
Кафедра строительных конструкций

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

 И.Е. Поверинов

13 апреля 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Теория надежности строительных конструкций»**

Научная специальность - 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела

Форма обучения – очная

Год начала освоения – 2022

СОСТАВИТЕЛЬ (СОСТАВИТЕЛИ):

Профессор кафедры строительных конструкций
доктор технических наук, доцент
М.В. Петров

ОБСУЖДЕНО:

На заседании кафедры строительных конструкций 25 марта 2022 г., протокол № 7
Заведующий кафедрой
М.В. Петров

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета А.Н. Плотников
Начальник отдела подготовки и
повышения квалификации
научно-педагогических кадров С.Б. Харитонова

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля).

Целью освоения дисциплины «Теория надежности строительных конструкций» является овладение навыками расчета элементов строительных конструкций на надежность, умение определять вероятность отказа конструкций существующими методами оценки надежности, умение строить вероятностные модели прочности и нагрузок на элементы конструкций при определенных характеристиках параметров, заданных в виде случайных величин и случайных процессов.

2. Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля).

В процессе освоения данной дисциплины обучающиеся формируют следующие результаты освоения дисциплины:

К7 – способность моделировать процессы в механических системах на основе теории механики сплошных сред;

К8 – способность и готовность к разработке методов постановки и методов решения краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях;

К9 – способность и готовность к решению технологических проблем деформирования и разрушения, а также предупреждения недопустимых деформаций и трещин в конструкциях различного назначения.

3. Структура и содержание дисциплины (модуля).

3.1. Структура дисциплины (модуля).

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Формируемые компетенции	Форма текущего контроля
1	Раздел 1. Основные понятия теории надежности.	К7, К8, К9	Контрольные задания, контрольные вопросы
2	Раздел. 2. Математический аппарат вероятностных методов расчета.	К7, К8, К9	Контрольные задания, контрольные вопросы
3	Раздел. 3. Характеристики распределения случайных нагрузок.	К7, К8, К9	Контрольные задания, контрольные вопросы
4	Раздел. 4. Надежность балки.	К7, К8, К9	Контрольные задания, контрольные вопросы
5	Раздел.5. Оценка надежности рамы.	К7, К8, К9	Контрольные задания, контрольные вопросы
6	Раздел. 6. Вероятностная оптимизация конструкций.	К7, К8, К9	Контрольные задания, контрольные вопросы

3.2. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы.

№ п/п	Темы занятий	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов
Семестр 4					
Раздел 1. Основные понятия теории надежности.					
1.	Тема 1. Основные понятия теории надежности. Постановка задачи теории надежности.	3	3	6	12
Раздел 2. Математический аппарат вероятностных методов расчета.					
2.	Тема 2. Математический аппарат вероятностных методов расчета. Вероятностные модели прочности.	3	3	6	12
Раздел 3. Характеристики распределения случайных нагрузок.					
3.	Тема 3. Характеристики распределения случайных нагрузок. Методы оценки надежности конструкций.	3	3	6	12
Раздел 4. Надежность балки.					
4.	Тема 4. Надежность балки. Надежность внецентренно сжатого стержня.	3	3	6	12
Раздел 5. Оценка надежности рамы. Построение доверительного интервала.					
5.	Тема 5. Оценка надежности рамы. Построение доверительного интервала.	2	2	6	10
Раздел 6. Вероятностная оптимизация конструкций.					
6.	Тема 6. Вероятностная оптимизация конструкций. Нормирование надежности.	2	2	8	14
Итого за 4 сем., час		16	16	40	72
Итого, час		16	16	40	72
Итого, з.е.					2

Вид промежуточной аттестации:
зачет – семестр 4.

3.3. Темы занятий и краткое содержание.

Раздел 1. Основные понятия теории надежности.

Тема 1. Основные понятия теории надежности. Постановка задачи теории надежности.

Лекция 1. Основные понятия теории надежности. Постановка задачи теории надежности.

Представление прочности и нагрузок в виде случайных величин и случайных процессов. Вероятностная природа коэффициентов надежности. Метод предельных состояний как полувероятностный метод расчета конструкций. Виды отказов конструкций. Математическая формализация. Количественные характеристики надежности. Вероятность отказа как многомерный интеграл по области отказа. Функция

работоспособности. Характеристика безопасности. Геометрическая интерпретация вероятности отказа.

Практическое занятие 1. Основные понятия теории надежности. Постановка задачи теории надежности.

Определение прочности и распределение нагрузок в виде случайных величин и случайных процессов. Рассмотрение метода предельных состояний для метода расчета конструкций.

Выявления основных виды отказов конструкций, а также количественных характеристик надежности. Рассмотрение вероятности отказа так и функции работоспособности.

Раздел. 2. Математический аппарат вероятностных методов расчета.

Тема 2. Математический аппарат вероятностных методов расчета.

Вероятностные модели прочности.

Лекция 2. Математический аппарат вероятностных методов расчета. Вероятностные модели прочности.

Характеристики случайных величин. Функции случайных величин. Часто применяемые функции распределения. Распределение максимумов многих случайных величин. Вероятность редких событий. Анализ случайных процессов. Гауссовский случайный процесс. Теория выбросов.

Практическое занятие 2. Математический аппарат вероятностных методов расчета. Вероятностные модели прочности.

Использование случайных величин для решения уравнений с функциями распределения. Решение уравнений с распределением многих случайных величин. Задача с анализом случайных процессов.

Раздел. 3. Характеристики распределения случайных нагрузок.

Тема 3. Характеристики распределения случайных нагрузок. Методы оценки надежности конструкций.

Лекция 3. Характеристики распределения случайных нагрузок. Методы оценки надежности конструкций.

Метод двух моментов. Метод статистической линеаризации. Метод интегрирования по аппроксимированной области отказа. Метод горячих точек. Метод статистических испытаний. Доверительные интервалы. Области применения методов вычисления вероятности отказа.

Практическое занятие 3. Характеристики распределения случайных нагрузок. Методы оценки надежности конструкций.

Задача с использованием методов:

- двух моментов,
- статистической линеаризации,
- интегрирования по аппроксимированной области отказа, горячих точек,
- статистических испытаний.

Раздел. 4. Надежность балки.

Тема 4. Надежность балки. Надежность внецентренно сжатого стержня.

Лекция 4. Надежность балки. Надежность внецентренно сжатого стержня.

Оценка надежности статически определимой балки прямоугольного и двутаврового поперечного сечения при случайной прочности, распределенной по нормальному закону. Оценка внецентренно сжатого стержня при случайной прочности и случайной нагрузке, распределенных по нормальному закону.

Практическое занятие 4. Надежность балки. Надежность внецентренно сжатого стержня.

Определение оценки надежности статически определимой балки прямоугольного и двутаврового поперечного сечения при случайной прочности, распределенной по нормальному закону. Определение оценки внецентренно сжатого стержня при случайной прочности и случайной нагрузке, распределенных по нормальному закону.

Раздел. 5. Оценка надежности рамы.

Тема 5. Оценка надежности рамы. Построение доверительного интервала.

Лекция 5. Оценка надежности рамы. Построение доверительного интервала.

Вычисление вероятности отказа статически неопределимой рамы при действии случайной нагрузки. Построение доверительных интервалов для функций распределения выходных параметров.

Практическое занятие 5. Оценка надежности рамы. Построение доверительного интервала.

Решение задач с вычислением вероятности отказа статически неопределимой рамы при действии случайной нагрузки. Задача с построением доверительных интервалов для функций распределения выходных параметров

Раздел. 6. Вероятностная оптимизация конструкций.

Тема 6. Вероятностная оптимизация конструкций. Нормирование надежности.

Лекция 6. Вероятностная оптимизация конструкций. Нормирование надежности.

Нормирование надежности конструкций с экономическим типом ответственности. Оценка неэкономических потерь. Определение риска. Оптимальный и нормативный уровень надежности.

Практическое занятие 6. Вероятностная оптимизация конструкций. Нормирование надежности.

Нормирование надежности конструкций с экономическим типом ответственности. Оценка неэкономических потерь. Определение риска. Оптимальный и нормативный уровень надежности.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (модуля).

Формы и виды контроля знаний аспирантов, предусмотренные по данной дисциплине: текущий контроль и промежуточная аттестация (зачет).

Критерии получения зачета по дисциплине:

- оценка «зачтено» ставится, если аспирант глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок;

- твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий;

- если аспирант освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

Зачет считается не сданным, если аспирант не знает отдельных разделов программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет, либо не может самостоятельно выполнить практические задания.

4.1. Примерный перечень вопросов к зачету

1. Общие положения теории надежности строительных конструкций.
2. Метод предельных состояний и надежность конструкций.
3. Постановка задачи теории надежности.
4. Вероятность отказа как многомерный интеграл по области отказов.
5. Определение вероятности отказа при разделении случайных величин на группу прочности и группу нагрузок.
6. Функция работоспособности. Метод двух моментов.
7. Теоремы о числовых параметрах распределений функций случайных величин и их применение при оценке надежности конструкций.
8. Метод статистической линеаризации.
9. Метод горячих точек.
10. Метод статистических испытаний. Построение доверительного интервала.
11. Метод интегрирования по аппроксимированной области отказа. Достоинства и недостатки существующих методов оценки надежности.
12. Характеристики распределения случайных нагрузок. Вероятностная модель ветровой нагрузки.
13. Анализ случайного процесса накопления снега. Период повторяемости расчетного значения снеговой нагрузки и вероятность его превышения.
14. Нормирование надежности конструкций с экономическим типом ответственности. Определение риска.
15. Нормирование надежности конструкций с неэкономическим и смешанным типами ответственности.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).

5.1. Рекомендуемая основная литература.

№	Название
1.	Лукашенко, В. И. Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций : учебное пособие / В. И. Лукашенко. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 219 с. — ISBN 978-5-4497-1378-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/116443.html
2.	Мустакимов, В. Р. Проектирование сейсмостойких зданий : учебное пособие / В. Р. Мустакимов. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 343 с. — ISBN 978-5-4497-1389-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/116455.html

3.	Максимов, А. Е. Конструкционная безопасность зданий и сооружений : учебное пособие / А. Е. Максимов. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 272 с. — ISBN 978-5-9729-0748-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/114922.html
----	--

5.2. Рекомендуемая дополнительная литература.

№	Название
1.	Изотов, В. С. Технология возведения зданий из монолитного железобетона : учебное пособие / В. С. Изотов, Р. А. Ибрагимов. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 98 с. — ISBN 978-5-4497-1396-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/116460.html
2.	Коклюгина, Л. А. Технология и организация строительства высотных многофункциональных зданий : учебное пособие / Л. А. Коклюгина, А. В. Коклюгин. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 111 с. — ISBN 978-5-4497-1397-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/116461.html
3.	Пожарная безопасность общественных и жилых зданий : справочник / под редакцией С. В. Собуря. — 7-е изд. — Москва : ПожКнига, 2021. — 264 с. — ISBN 978-5-98629-099-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/101339.html
4.	Зарубина, Л. П. Защита зданий, сооружений, конструкций и оборудования от коррозии. Биологическая защита. Материалы, технологии, инструменты и оборудование : учебное пособие / Л. П. Зарубина. — 2-е изд. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 224 с. — ISBN 978-5-9729-0687-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/115232.htm
5.	Зарубина, Л. П. Защита зданий, сооружений и конструкций от огня и шума. Материалы, технологии, инструменты и оборудование : учебное пособие / Л. П. Зарубина. — 2-е изд. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 336 с. — ISBN 978-5-9729-0686-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/115214.html
6.	Хаметов, Т. И. Инженерно-геодезическое сопровождение строительства и эксплуатации зданий, сооружений : учебное пособие / Т. И. Хаметов. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 296 с. — ISBN 978-5-9729-0659-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/114917.html
7.	Сайманова, О. Г. Безопасность при эксплуатации зданий и сооружений : учебно-методическое пособие / О. Г. Сайманова, Е. Г. Поршина. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. — 66 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/111753.html
8.	Колотушкин, В. В. Безопасность жизнедеятельности при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений : учебное пособие / В. В. Колотушкин, С. Д. Николенков. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 197 с. — ISBN 978-5-4497-1090-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/108281.html
9.	Строительство, реконструкция, капитальный ремонт объектов капитального строительства. Основные положения надежности строительных сооружений [Электронный ресурс] : сборник нормативных актов и документов / . — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2015. — 700 с. — 978-5-905916-

	21-2. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/30229.html — ЭБС «IPRbooks»
10.	Афонин В.А. Основы теории надежности [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Афонин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2016. — 208 с. — 978-5-383-01030-3. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/55950.html — ЭБС «IPRbooks»
11.	Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем [Электронный ресурс] / И.А. Рябинин. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Политехника, 2017. — 250 с. — 978-5-7325-1116-1. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/65600.html — ЭБС «IPRbooks»
12.	Виноградова Т.В. Надежность механических систем [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Т.В. Виноградова, Ю.В. Кулида, Н.В. Подопригора. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 72 с. — 978-5-9227-0735-0. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/74371.html — ЭБС «IPRbooks»

5.3. Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы, интернет-ресурсы.

№	Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, интернет-ресурсов
Перечень программного обеспечения	
1.	Пакет офисных программ Microsoft Office
2.	Операционная система Windows
3.	Справочная правовая система «Консультант Плюс»
4.	Справочная правовая система «Гарант»
5.	Профессиональная справочная система «Техэксперт»
6.	Autodesk, Autocad, Revit, Autodesk 3ds Max
7.	Программный комплекс АСАДЕМІС set в составе: Лира-САПР; Мономах-САПР; ЭСПРИ (Математика для инженера, Сечения, Нагрузки и воздействия); САПФИР-3D
8.	Программный комплекс «Лира 10.4»
9.	Программный комплекс «Старкон» в составе: Stark ES-2015, ПРУСК, Металл, СпИн, Одиссей, Poseidon.
10.	Программный комплекс «Гранд-смета»
Перечень ЭБС	
1.	Научная библиотека ЧувГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://library.chuvsu.ru
2.	Электронно-библиотечная система IPRBooks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru
3.	Образовательная платформа «Юрайт»: для вузов и ссузов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.uraif.ru
4.	Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/
Интернет-ресурсы	
1.	Минстрой России http://www.minstroyrf.ru/docs/
2.	Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Чувашской Республики http://minstroy.cap.ru/about
3.	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) www.gost.ru

4.	Образовательное сообщество Autodesk http://www.autodesk.ru/adsk/servlet/pc/index?siteID=871736&id=18409945
5.	Единое окно к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://window.edu.ru
6.	Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rsl.ru
7.	Российская национальная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nlr.ru
8.	Научная электронная библиотека «Киберленинка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cyberleninka.ru
9.	Научная электронная библиотека «Elibrary» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.elibrary.ru
10.	Библиографическая и реферативная база данных «Scopus» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.scopus.com
11.	Поисковая платформа «Web of Science» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://webofknowledge.com
12.	Сайт для проектировщиков www.dwg.ru

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Учебные аудитории для лекционных и практических занятий по дисциплине оснащены мультимедийным проектором и настенным экраном.

Учебные аудитории для самостоятельных занятий по дисциплине оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

7. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям лиц с ограниченными возможностями.

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

8. Методические рекомендации обучающимся по выполнению самостоятельной работы.

Самостоятельная работа определяется спецификой дисциплины и методикой ее преподавания, временем, предусмотренным учебным планом, а также степенью обучения, на которой изучается дисциплина.

Для самостоятельной подготовки можно рекомендовать следующие источники: конспекты лекций и/или практических и лабораторных занятий, учебную литературу соответствующего профиля.

Преподаватель в начале чтения курса информирует обучающихся о формах, видах и содержании самостоятельной работы, разъясняет требования, предъявляемые к результатам самостоятельной работы, а также формы и методы контроля и критерии оценки.

Методические рекомендации по подготовке к зачету

Подготовка к зачету начинается с первого занятия по дисциплине, на котором обучающиеся получают предварительный перечень вопросов к зачёту и список рекомендуемой литературы, их ставят в известность относительно критериев выставления зачёта и специфике текущей и промежуточной аттестации. С самого начала желательно планомерно осваивать материал, руководствуясь перечнем вопросов к зачету и списком рекомендуемой литературы, а также путём самостоятельного конспектирования материалов занятий и результатов самостоятельного изучения учебных вопросов.

Темы, вынесенные на самостоятельное изучение, необходимо законспектировать. В конспекте кратко излагается основная сущность учебного материала, приводятся необходимые обоснования, табличные данные, схемы, эскизы, графики и т.п. Конспект целесообразно составлять целиком на тему. При этом имеется возможность всегда дополнять составленный конспект материалами из журналов, данных из Интернета и других источников. Таким образом, конспект становится сборником необходимых материалов, куда аспирант вносит всё новое, что он изучил, узнал. Такие конспекты представляют, большую ценность при подготовке к занятиям.

Основные этапы самостоятельного изучения учебных вопросов:

1. Первичное ознакомление с материалом изучаемой темы по тексту учебника, картам, дополнительной литературе.
2. Выделение главного в изучаемом материале, составление обычных кратких записей.
3. Подбор к данному тексту опорных сигналов в виде отдельных слов, определённых знаков, графиков, рисунков.
4. Продумывание схематического способа кодирования знаний, использование различного шрифта и т.д.
5. Составление опорного конспекта.