

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан Факультета
Строительный факультет / Д.В.Панфилов /
«17» января 2025 г.



**«Основы теории надежности, теории оптимизации
строительных конструкций»**

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Профиль Проектирование, расчет и изготовление строительных сооружений
и их элементов

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Автор программы


_____ А.А.Свентиков

Заведующий кафедрой
Металлических и
деревянных конструкций


_____ Д.И.Емельянов

Руководитель ОПОП


_____ В.А.Козлов

Воронеж 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Состоит в содействии в формировании у обучающегося знаний в области оценки надежности и сроков службы стальных конструкций, а также в области выбора их основных компоновочных параметров.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- овладение принципами оценки надежности строительных конструкций зданий и сооружений;
- получение навыков в оценке сроков службы строительных конструкций зданий и сооружений;
- овладение принципами оценки оптимальности металлических конструкций зданий и сооружений, а также методами нахождения рациональных компоновочных параметров.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы теории надежности, теории оптимизации строительных конструкций» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы теории надежности, теории оптимизации строительных конструкций» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования

ПК-4 - Способен проводить мониторинг зданий и сооружений, организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знает требования законодательства РФ и нормативно-технической документации в строительстве, в том числе ведомственной по проектированию зданий и сооружений из металлических конструкций, методику проектирования строительных металлических конструкций Умеет проверять соответственно разрабатываемых проектов и технической документации требованиям нормативных документов

	Владеет средствами автоматизированного проектирования металлических конструкций
ПК-4	Знает основополагающие нормативные документы и методы проектирования, мониторинга и обследования строительных конструкций зданий и сооружений
	Умеет применять знания и навыки по проведению обследования, мониторинга и испытания строительных конструкций; выполнять расчеты строительных конструкций с учетом имеющихся дефектов; анализировать и оценивать результаты обследования, мониторинга и испытания строительных конструкций зданий и сооружений
	Владеет современными методами контроля технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений; методами подготовки выходных документов по результатам выполнения обследования, мониторинга и испытаний строительных конструкций зданий и сооружений

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Основы теории надежности, теории оптимизации строительных конструкций» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа	108	108
Курсовая работа	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
-------	-------------------	--------------------	------	-----------	-----	------------

1	Основные понятия теории надежности. Статистические модели прочности и нагрузок	Рассмотрены следующие понятия: индекс надежности, риск, живучесть и долговечность строительных конструкций, предельные состояния, отказ строительной конструкции. Изучены статистические модели представления прочности стали и бетона, а также эксплуатационных нагрузок на несущие конструкции.	2	2	18	22
2	Методы оценки надежности	Рассмотрены основные методы надежности строительных конструкций: метод двух моментов, метод горячих точек, метод последовательно и параллельно соединенных элементов, метод статистических испытаний, метод Монте-Карло.	4	4	18	26
3	Оценка долговечности конструкций	Рассмотрены параметры долговечности, классификация технических состояний строительных конструкций с позиций теории риска. Изучены основные методы оценки сроков службы строительных конструкций	4	4	18	26
4	Общие сведения об оптимизации. Постановка задачи оптимизации.	Даются понятия о критерии качества, многоэкстремальности, выбору оптимизационных и конструктивных параметров, геометрической и физической оптимизации, синтезу конструкции, виду ограничений, о неявной оптимизации.	2	2	18	22
5	Методы оптимизации	Рассмотрены классификация и основные методы оптимизации	4	4	18	24
6	Локальный и глобальный экстремум. Многоцелевая оптимизация	Рассмотрены основные методы оценки и поиска глобального минимума, а также многоцелевой оптимизации	2	2	18	22
Итого			18	18	108	144

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 3 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Оценка надежности стальных балок и ферм»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- оценка надежности стальной балки;
- оценка срока службы стальной балки при коррозионных повреждениях;

- оценка надежности стальной фермы;

- оценка прогрессирующего разрушения стальной фермы

Курсовая работа включает в себя расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	Знает требования законодательства РФ и нормативно-технической документации в строительстве, в том числе ведомственной по проектированию зданий и сооружений из металлических конструкций, методику проектирования строительных металлических конструкций	знание учебного материала; умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ; применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Умеет проверять соответственно разрабатываемых проектов и технической документации требованиям нормативных документов	знание учебного материала; умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ; применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеет средствами автоматизированного проектирования металлических конструкций	знание учебного материала; умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ; применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	Знает основополагающие нормативные документы и методы проектирования, мониторинга и обследования строительных конструкций зданий и сооружений	знание учебного материала; умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ; применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Умеет применять знания и навыки по проведению обследования, мониторинга и испытания строительных конструкций; выполнять расчеты строительных конструкций с учетом	знание учебного материала; умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ; применение полученных знаний и	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	имеющихся дефектов; анализировать и оценивать результаты обследования, мониторинга и испытания строительных конструкций зданий и сооружений	умений в рамках конкретных учебных заданий		
	Владеет современными методами контроля технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений; методами подготовки выходных документов по результатам выполнения обследования, мониторинга и испытаний строительных конструкций зданий и сооружений	знание учебного материала; умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ; применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	Знает требования законодательства РФ и нормативно-технической документации в строительстве, в том числе ведомственной по проектированию зданий и сооружений из металлических конструкций, методику проектирования строительных металлических конструкций	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Умеет проверять соответственно разрабатываемых проектов и технической документации требованиям нормативных документов	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеет средствами автоматизированного проектирования металлических конструкций	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

				во всех задачах		
ПК-4	Знает основополагающие нормативные документы и методы проектирования, мониторинга и обследования строительных конструкций зданий и сооружений	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Умеет применять знания и навыки по проведению обследования, мониторинга и испытания строительных конструкций; выполнять расчеты строительных конструкций с учетом имеющихся дефектов; анализировать и оценивать результаты обследования, мониторинга и испытания строительных конструкций зданий и сооружений	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеет современными методами контроля технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений; методами подготовки выходных документов по результатам выполнения обследования, мониторинга и испытаний строительных конструкций зданий и сооружений	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

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

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Что понимается под долговечностью строительного объекта

- способность сохранять прочностные, физические и другие свойства, устанавливаемые при проектировании и обеспечивающие его нормальную эксплуатацию в течение расчетного срока эксплуатации
- способность сохранять прочностные, физические и другие свойства, устанавливаемые при проектировании
- способность сохранять прочностные, физические и другие свойства, устанавливаемые при проектировании и обеспечивающие его нормальную эксплуатацию

- способность строительного объекта выполнять требуемые функции в течение расчетного срока службы

2. Что понимается под надежностью строительного объекта

- способность сохранять прочностные, физические и другие свойства, устанавливаемые при проектировании и обеспечивающие его нормальную эксплуатацию в течение расчетного срока эксплуатации

- способность сохранять прочностные, физические и другие свойства, устанавливаемые при проектировании

- способность сохранять прочностные, физические и другие свойства, устанавливаемые при проектировании и обеспечивающие его нормальную эксплуатацию

- способность строительного объекта выполнять требуемые функции в течение расчетного срока службы

3. Что понимается под нормальной эксплуатацией:

- Эксплуатация строительного объекта в соответствии с условиями, предусмотренными в строительных нормах или задании на проектирование, включая соответствующее техническое обслуживание, капитальный ремонт и реконструкцию

- Эксплуатация строительного объекта в соответствии с условиями, предусмотренными в строительных нормах или задании на проектирование,

- Эксплуатация строительного объекта при котором не нарушаются условия второй группы предельных состояний

4. Что такое отказ

- состояние, при котором не выполняется одно или несколько условий предельных состояний

- состояние, при котором строительный объект не отвечает условиям нормальной эксплуатации

- состояние, при котором строительный объект не отвечает условиям нормальной эксплуатации в течение расчетного срока службы

5. Что понимается под расчетным сроком службы

- установленный в строительных нормах или в задании на проектирование период использования строительного объекта по назначению до капитального ремонта и (или) реконструкции с предусмотренным техническим обслуживанием

- продолжительность нормальной эксплуатации строительного объекта с предусмотренным техническим обслуживанием и ремонтными работами до состояния при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна

- продолжительность нормальной эксплуатации строительного объекта до состояния при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна

- установленный в строительных нормах или в задании на проектирование период использования строительного объекта по назначению до капитального ремонта и (или) реконструкции

6. Что понимается под обеспеченностью

- вероятность благоприятной реализации значения переменной случайной величины
- вероятность реализации значения переменной случайной величины
- установленная вероятность реализации значения переменной случайной величины

7. Что понимается под прогрессирующим (лавинообразным) обрушением

- последовательное (цепное) разрушение несущих строительных конструкций, приводящее к обрушению всего сооружения или его части вследствие начального локального повреждения
- последовательное (цепное) разрушение несущих строительных конструкций, приводящее к обрушению всего сооружения или его части
- последовательное (цепное) разрушение несущих строительных конструкций, приводящее к обрушению всего сооружения или его части вследствие нарушения нормальной эксплуатации

8. Что такое коэффициенты надежности

- коэффициенты учитывающие возможные неблагоприятные отклонения значений нагрузок, характеристик материалов и расчетной схемы строительного объекта от реальных условий его эксплуатации, а также уровень ответственности строительного объекта
- коэффициенты учитывающие возможные неблагоприятные отклонения значений нагрузок, характеристик материалов и расчетной схемы строительного объекта от реальных условий его эксплуатации
- коэффициенты учитывающие возможные неблагоприятные отклонения значений нагрузок, характеристик материалов строительного объекта

9. Что такое расчетная ситуация:

- Учитываемый при расчете сооружений комплекс наиболее неблагоприятных условий, которые могут возникнуть при его возведении и эксплуатации.
- Учитываемый при расчете сооружений комплекс условий, которые могут возникнуть при его возведении и эксплуатации.
- Учитываемый при расчете сооружений комплекс условий, которые могут возникнуть при его возведении и нормальной эксплуатации.

10. Что понимается под аварийной расчетной ситуацией:

- ситуация, соответствующая исключительным условиям работы сооружения, которые могут привести к существенным социальным, экологическим и экономическим потерям.
- ситуация, соответствующая нарушениям условиям работы сооружения, которые могут привести к существенным социальным, экологическим и экономическим потерям.
- ситуация, соответствующая исключительным условиям работы сооружения.
- ситуация, соответствующая невозможности эксплуатировать сооружение.

11. Что понимается под оптимизацией:

- создание объекта, отвечающего заданным условиям проектирования и характеризующегося наилучшим значением принятого критерия качества;

- создание объекта, отвечающего заданным условиям проектирования и характеризующегося заданным значением принятого критерия качества;
- создание объекта, отвечающего заданным условиям проектирования;
- принятие решения о выборе наилучшего на основе сравнения вариантов по некоторому критерию качества

12. Что понимается под вариантным проектированием:

- создание объекта, отвечающего заданным условиям проектирования и характеризующегося наилучшим значением принятого критерия качества;
- создание объекта, отвечающего заданным условиям проектирования и характеризующегося заданным значением принятого критерия качества;
- создание объекта, отвечающего заданным условиям проектирования;
- принятие решения о выборе наилучшего на основе сравнения вариантов по некоторому критерию качества

13. Что такое целевая функция оптимизации:

- принятый критерий качества
- компоновочный параметр конструкции
- вес конструкции
- стоимость конструкции

14. Что такое управляемый параметр оптимизации:

- компоновочный параметр конструкции
- параметр конструкции варьируемый в процессе оптимизации
- параметр влияющий на целевую функцию
- геометрический параметр конструкции

15. Что такое прямой метод оптимизации

- метод при котором целевая функция вычисляется непосредственно из некоторой зависимости
- метод при котором не используются производные от целевой функции
- метод при котором используются производные от целевой функции

16. Что такое метод первого и второго порядка оптимизации

- метод при котором целевая функция вычисляется непосредственно из некоторой зависимости
- метод при котором не используются производные от целевой функции
- метод при котором используются производные от целевой функции

17. Что такое явная оптимизация

- оптимизация при которой в зависимости целевой функции присутствуют управляющие параметры
- оптимизация при которой целевая функция вычисляется непосредственно из некоторой зависимости
- оптимизация при которой целевая функция непосредственно через зависимость не связана с управляющими параметрами

18. Что такое неявная оптимизация

- оптимизация при которой в зависимости целевой функции присутствуют управляющие параметры
- оптимизация при которой целевая функция вычисляется непосредственно из некоторой зависимости

- оптимизация при которой целевая функция непосредственно через зависимость не связана с управляющими параметрами

19. Что такое локальный минимум (экстремум)

- минимум целевой функции в окрестности некоторого значения управляющего параметра

- минимум целевой функции в некотором интервале значений управляющего параметра

- значение целевой функции при заданных значениях компоновочных значениях системы

20. Что такое глобальный минимум (экстремум)

- минимум целевой функции в окрестности некоторого значения управляющего параметра

- минимум целевой функции в некотором интервале значений управляющего параметра

- значение целевой функции при заданных значениях компоновочных значениях системы

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Назначить значение коэффициента надежности по ответственности для сооружения класса КС-1

- 0,8

- 0,9

- 1,0

- 1,1

2. Назначить значение коэффициента надежности по ответственности для сооружения класса КС-2

- 0,8

- 0,9

- 1,0

- 1,1

3. Назначить значение коэффициента надежности по ответственности для сооружения класса КС-3

- 0,8

- 0,9

- 1,0

- 1,1

4. Назначить класс сооружения для сооружений с ограниченными сроками службы и пребыванием в них людей

- КС-1

- КС-2

- КС-3

5. Назначить класс сооружения для сооружений складского типа

- КС-1

- КС-2

- КС-3
- 6. Назначить контроль качества строительного-монтажных работ для сооружения класса КС-2
 - Контроль третьей стороной
 - Контроль в соответствии с правилами организации осуществляющей строительство
 - Самоосвидетельствование
- 7. Назначить контроль качества строительного-монтажных работ для сооружения класса КС-3
 - Контроль третьей стороной
 - Контроль в соответствии с правилами организации осуществляющей строительство
 - Самоосвидетельствование
- 8. Назначить срок службы для временных зданий и сооружений
 - 10 лет
 - не менее 25 лет
 - не менее 50 лет
 - 100 лет и более
- 9. Назначить срок службы для сооружений эксплуатирующихся в условиях сильноагрессивных сред
 - 10 лет
 - не менее 25 лет
 - не менее 50 лет
 - 100 лет и более
- 10. Назначить срок службы для зданий и сооружений массового строительства в обычных условиях эксплуатации
 - 10 лет
 - не менее 25 лет
 - не менее 50 лет
 - 100 лет и более
- 11. Назначить срок службы для уникальных зданий и сооружений
 - 10 лет
 - не менее 25 лет
 - не менее 50 лет
 - 100 лет и более

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Выполнить оптимизацию составной балки двутаврового сечения по критерию минимума веса методами безусловной оптимизации, точность 10 мм, ограничение по прочности, параметр управления высота стенки при следующих исходных данных:

$l=12$ м; $q=160$ кН/м; сталь С 245; стенка 1400·10 мм; пояс 250·22 мм

- $h_w = 1420$ мм

- $h_w = 1560$ мм

- $h_w = 1670$ мм

- $h_w = 1740$ мм

2. Выполнить оптимизацию составной балки двутаврового сечения по критерию минимума веса методами безусловной оптимизации, точность 10 мм, ограничение по прочности, параметр управления высота стенки при следующих исходных данных:

$l=14$ м; $q=160$ кН/м; сталь С 255; стенка 1500·10 мм; пояс 280·22 мм

- $h_w = 1420$ мм

- $h_w = 1560$ мм

- $h_w = 1670$ мм

- $h_w = 1740$ мм

3. Выполнить оптимизацию составной балки двутаврового сечения по критерию минимума веса методами безусловной оптимизации, точность 10 мм, ограничение по прочности, параметр управления высота стенки при следующих исходных данных:

$l=13$ м; $q=180$ кН/м; сталь С 245; стенка 1600·11 мм; пояс 250·25 мм

- $h_w = 1420$ мм

- $h_w = 1560$ мм

- $h_w = 1670$ мм

- $h_w = 1740$ мм

4. Выполнить оптимизацию составной балки двутаврового сечения по критерию минимума веса методами безусловной оптимизации, точность 10 мм, ограничение по прочности, параметр управления высота стенки при следующих исходных данных:

$l=15$ м; $q=180$ кН/м; сталь С 255; стенка 1400·8 мм; пояс 300·28 мм

- $h_w = 1420$ мм

- $h_w = 1560$ мм

- $h_w = 1670$ мм

- $h_w = 1740$ мм

5. Выполнить оптимизацию составной балки двутаврового сечения по критерию минимума веса методами безусловной оптимизации, точность 1 см², ограничение по прочности, параметр управления площадь пояса при следующих исходных данных:

$l=12$ м; $q=160$ кН/м; сталь С 245; стенка 1400·10 мм; пояс 250·22 мм

- $A_f = 64$ см²

- $A_f = 83$ см²

- $A_f = 97 \text{ см}^2$

- $A_f = 114 \text{ см}^2$

6. Выполнить оптимизацию составной балки двутаврового сечения по критерию минимума веса методами безусловной оптимизации, точность 10 см^2 , ограничение по прочности, параметр управления площадь пояса при следующих исходных данных:

$l=14 \text{ м}$; $q=160 \text{ кН/м}$; сталь С 255; стенка $1500 \cdot 10 \text{ мм}$; пояс $280 \cdot 22 \text{ мм}$

- $A_f = 64 \text{ см}^2$

- $A_f = 83 \text{ см}^2$

- $A_f = 97 \text{ см}^2$

- $A_f = 114 \text{ см}^2$

7. Выполнить оптимизацию составной балки двутаврового сечения по критерию минимума веса методами безусловной оптимизации, точность 10 см^2 , ограничение по прочности, параметр управления площадь пояса при следующих исходных данных:

$l=13 \text{ м}$; $q=180 \text{ кН/м}$; сталь С 245; стенка $1600 \cdot 11 \text{ мм}$; пояс $250 \cdot 25 \text{ мм}$

- $A_f = 64 \text{ см}^2$

- $A_f = 83 \text{ см}^2$

- $A_f = 97 \text{ см}^2$

- $A_f = 114 \text{ см}^2$

8. Выполнить оптимизацию составной балки двутаврового сечения по критерию минимума веса методами безусловной оптимизации, точность 10 см^2 , ограничение по прочности, параметр управления площадь пояса при следующих исходных данных:

$l=15 \text{ м}$; $q=180 \text{ кН/м}$; сталь С 255; стенка $1400 \cdot 8 \text{ мм}$; пояс $300 \cdot 28 \text{ мм}$

- $A_f = 64 \text{ см}^2$

- $A_f = 83 \text{ см}^2$

- $A_f = 97 \text{ см}^2$

- $A_f = 114 \text{ см}^2$

9. Определить надежность системы последовательно соединенных четырех элементов при: $P_1=0,95$; $P_2=0,95$; $P_3=0,98$; $P_4=0,98$

- $P = 0,9012$

- $P = 0,8845$

- $P = 0,8773$

- $P = 0,8438$

10. Определить надежность системы последовательно соединенных

четырёх элементов при: $P_1=0,95; P_2=0,97; P_3=0,98; P_4=0,99$

_ $P = 0,9012$

_ $P = 0,8845$

_ $P = 0,8773$

_ $P = 0,8438$

11. Определить надёжность системы последовательно соединённых

четырёх элементов при: $P_1=0,95; P_2=0,98; P_3=0,98; P_4=0,99$

_ $P = 0,9012$

_ $P = 0,8845$

_ $P = 0,8773$

_ $P = 0,8438$

12. Определить надёжность системы последовательно соединённых

четырёх элементов при: $P_1=0,95; P_2=0,98; P_3=0,99; P_4=0,99$

_ $P = 0,9012$

_ $P = 0,8845$

_ $P = 0,8773$

_ $P = 0,8438$

13. Определить надёжность системы параллельно соединённых

четырёх элементов при: $P_1=0,95; P_2=0,95; P_3=0,98; P_4=0,98$

_ $P = 0,99124$

_ $P = 0,99374$

_ $P = 0,99562$

_ $P = 0,99876$

14. Определить надёжность системы параллельно соединённых

четырёх элементов при: $P_1=0,95; P_2=0,97; P_3=0,98; P_4=0,99$

_ $P = 0,99124$

_ $P = 0,99374$

_ $P = 0,99562$

_ $P = 0,99876$

15. Определить надёжность системы параллельно соединённых

четырёх элементов при: $P_1=0,95; P_2=0,98; P_3=0,98; P_4=0,99$

_ $P = 0,99124$

_ $P = 0,99374$

_ $P = 0,99562$

_ $P = 0,99876$

16. Определить надёжность системы параллельно соединённых

четырёх элементов при: $P_1=0,95; P_2=0,98; P_3=0,99; P_4=0,99$

_ $P = 0,99124$

_ $P = 0,99374$

_ $P = 0,99562$

_ $P = 0,99876$

17. *Определить среднеарифметическое и среднеквадратическое значение предела текучести для: листового проката из стали С235*

- $26,8 \text{ кН/м}^2$; $2,68 \text{ кН/м}^2$

- $28,2 \text{ кН/м}^2$; $2,82 \text{ кН/м}^2$

- $29,7 \text{ кН/м}^2$; $2,97 \text{ кН/м}^2$

- $38,4 \text{ кН/м}^2$; $3,84 \text{ кН/м}^2$

18. *Определить среднеарифметическое и среднеквадратическое значение предела текучести для: листового проката из стали С245*

- $26,8 \text{ кН/м}^2$; $2,68 \text{ кН/м}^2$

- $28,2 \text{ кН/м}^2$; $2,82 \text{ кН/м}^2$

- $29,7 \text{ кН/м}^2$; $2,97 \text{ кН/м}^2$

- $38,4 \text{ кН/м}^2$; $3,84 \text{ кН/м}^2$

19. *Определить среднеарифметическое и среднеквадратическое значение предела текучести для: листового проката из стали С255*

- $26,8 \text{ кН/м}^2$; $2,68 \text{ кН/м}^2$

- $28,2 \text{ кН/м}^2$; $2,82 \text{ кН/м}^2$

- $29,7 \text{ кН/м}^2$; $2,97 \text{ кН/м}^2$

- $38,4 \text{ кН/м}^2$; $3,84 \text{ кН/м}^2$

20. *Определить среднеарифметическое и среднеквадратическое значение предела текучести для: листового проката из стали С345*

- $26,8 \text{ кН/м}^2$; $2,68 \text{ кН/м}^2$

- $28,2 \text{ кН/м}^2$; $2,82 \text{ кН/м}^2$

- $29,7 \text{ кН/м}^2$; $2,97 \text{ кН/м}^2$

- $38,4 \text{ кН/м}^2$; $3,84 \text{ кН/м}^2$

21. *Определить среднеарифметическое и среднеквадратическое значение для: ветровой нагрузки 1-го района*

- $0,23 \text{ кПа}$; $0,081 \text{ кПа}$

- $0,26 \text{ кПа}$; $0,121 \text{ кПа}$

- $0,31 \text{ кПа}$; $0,143 \text{ кПа}$

- $0,39 \text{ кПа}$; $0,167 \text{ кПа}$

22. *Определить среднеарифметическое и среднеквадратическое значение для: ветровой нагрузки 2-го района*

- $0,23 \text{ кПа}$; $0,081 \text{ кПа}$

- $0,26 \text{ кПа}$; $0,121 \text{ кПа}$

- $0,31 \text{ кПа}$; $0,143 \text{ кПа}$

- $0,39 \text{ кПа}$; $0,167 \text{ кПа}$

23. *Определить среднеарифметическое и среднеквадратическое значение для: ветровой нагрузки 3-го района*

- $0,23 \text{ кПа}$; $0,081 \text{ кПа}$

- $0,26 \text{ кПа}$; $0,121 \text{ кПа}$

- 0,31 кПа; 0,143 кПа

- 0,39 кПа; 0,167 кПа

24. *Определить среднеарифметическое и среднеквадратическое значение для: ветровой нагрузки 4-го района*

- 0,23 кПа; 0,081 кПа

- 0,26 кПа; 0,121 кПа

- 0,31 кПа; 0,143 кПа

- 0,39 кПа; 0,167 кПа

25. *Оценить надежность стальной прокатной балки при следующих условиях:*

_ $l=12,5$ м; $q=180$ кН/м; сталь С 245; двутавр № 40

_ $l=13,5$ м; $q=180$ кН/м; сталь С 255; двутавр № 40

_ $l=14,0$ м; $q=190$ кН / м; сталь С345; двутавр №40

_ $l=14,5$ м; $q=210$ кН/м; сталь С 255; двутавр № 40

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Основные понятия теории надежности. Индекс надежности, риск, безотказность, живучесть строительных систем.
2. Метод предельных состояний. Виды отказов строительных элементов, предельные состояния строительных систем.
3. Статистическое представление прочности стальных и бетонных конструкций.
4. Статистические модели эксплуатационных нагрузок на здания и сооружения.
5. Оценка вероятности разрушения по методу двух моментов и горячих точек.
6. Оценка надежности строительных конструкций аналоговыми методами.
7. Основы метода статистических испытаний. Метод Монте-Карло. Стратифицированные выборки.
8. Нормирование рисков. Классификация технических состояний строительных конструкций с позиции теории риска.
9. Долговечность строительных конструкций. Учет фактора времени при оценке надежности строительной конструкции.
10. Надежность системы и элемента. Оценка живучести, прогрессирующего разрушения строительных пространственных конструкций.
11. Понятия об оптимизации и выборе компоновочных параметров строительных конструкций. Уровни оптимизации. Геометрическая и физическая оптимизация, синтез структуры стержневых конструкций.
12. Общая постановка задачи оптимизации. Критерии качества. Целевая функция задачи оптимальности.
13. Оптимизационные параметры, принципы их выбора. Конструкционные и компоновочные параметры строительной системы.

14. Виды ограничений. Ограничения параметров оптимизации и напряженно-деформированного состояния конструкции.
15. Понятие о явной и неявной оптимизации.
16. Классификация методов оптимизации. Прямые методы оптимизации.
17. Основные методы оптимизации нулевого порядка. Область их применения.
18. Основные методы первого и второго порядка. Область их применения.
19. Генетические и эволюционные методы оптимизации.
20. Понятие о локальном и глобальном экстремуме. Методы поиска глобального минимума.
21. Многоцелевая оптимизация. Основные методы.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 1 стандартную и 1 прикладную задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, стандартная задача оценивается в 5 баллов, прикладная - в 10 баллов. Максимальное количество набранных баллов – 25.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 8 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 8 до 12 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 13 до 18 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 19 до 25 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия теории надежности. Статистические модели прочности и нагрузок	ПК-4, ПК-1	Тест, защита курсовой работы, зачет
2	Методы оценки надежности	ПК-4, ПК-1	Тест, защита курсовой работы, зачет
3	Оценка долговечности конструкций	ПК-4, ПК-1	Тест, защита курсовой работы, зачет
4	Общие сведения об оптимизации.	ПК-4, ПК-1	Тест, защита курсовой

	Постановка задачи оптимизации.		работы, зачет
5	Методы оптимизации	ПК-4, ПК-1	Тест, защита курсовой работы, зачет
6	Локальный и глобальный экстремум. Многоцелевая оптимизация	ПК-4, ПК-1	Тест, защита курсовой работы, зачет

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Перельмутер А.В. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций.- М.: Из-во АСВ, 2007.- 256 с.

К-во экземпляров - 3

2. Лычев А.С. Надежность строительных конструкций.- Из-во АСВ, 2008.- 184 с.

К-во экземпляров - 30

3. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / под общ.ред.А.В.Перельмутера .- Москва :АСВ,2007.- 476 с.

К-во экземпляров - 20

4. Райзер В.Д. Теория надежности в строительном проектировании.-

М.: АСВ, 1998.- 302 с.

К-во экземпляров - 2

5. Горев В.В. Математическое моделирование при расчетах и исследованиях строительных конструкций : Учеб. пособие для вузов. - М. : Высш. шк., 2002. - 204 с.

К-во экземпляров - 5

6. Дормидонтова Т.В. Комплексное применение методов оценки надежности и мониторинга строительных конструкций и сооружений [Электронный ресурс]: монография/ Дормидонтова Т.В., Евдокимов С.В.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 128 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20470.html> .— ЭБС «IPRbooks»

7. Лукашенко В.И. Курс лекций по дисциплине «Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций» [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лукашенко В.И.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 220 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73303.html> .— ЭБС «IPRbooks»

8. Трофимович В.В. Оптимизация металлических конструкций.- Киев.: Вища Школа, 1983.- 196 с.

К-во экземпляров - 9

9. Оптимизация расчетных параметров строительных конструкций.- Ленинград.: Стройиздат, 1989.- 111 с.

К-во экземпляров - 30

10. Андреев В.И. Решение задачи оптимизации напряженного состояния элементов строительных конструкций при сложном сопротивлении [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Андреев В.И., Барменкова Е.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015.— 23 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/32241.html> .— ЭБС «IPRbooks»

11. Струченков В.И. Методы оптимизации в прикладных задачах [Электронный ресурс]/ Струченков В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009.— 315 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8722.html> .— ЭБС «IPRbooks»

12. Панин А.В. Долговечность, надежность, восстановление и усиление конструкций: лабораторный практикум / ВГАСУ.- Воронеж,2010.- 59 с

К-во экземпляров - 45

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- Microsoft SQL Server Managment Studio;
- Microsoft Access 2010;
- Mozilla Firefox;
- СПС Консультант Бюджетные организации: Версия Проф Специальный_выпуск;
- Microsoft Win Pro 10 32-bit/64-bit Russian Russia Only USB <FQC-09118>;
- ЛИРА 10.8 Full для ВУЗов локальная обмен с ЛИРА 10.4 Full для ВУЗов локальная

2. Internet-ресурсы

<https://old.education.cchgeu.ru/> - образовательный портал ВГТУ

<http://www.ipr.booshop.ru> – электронно-библиотечный ресурс

<http://elibrary.ru/> – научная электронная библиотека.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для эффективного усвоения курса на лекциях и практических занятиях используются слайды, плакаты, учебные пособия.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Основы теории надежности, теории оптимизации строительных конструкций» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета надежности и выбора оптимальных параметров строительных конструкций. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов,

	материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--