


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета строительного
наименование факультета
 / Д.В. Панфилов /
подпись И.О. Фамилия

31 августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)**

«Основы теории надежности, теории оптимизации строительных конструкций»
наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки 08.04.01 Строительство
код и наименование направления подготовки/специальности
Программа Проектирование, изготовление и диагностика металлических конструкций зданий и сооружений
название профиля/программы
Квалификация выпускника магистр
Нормативный период обучения 2 года / - / 2 года 4 месяца
Очная/очно-заочная/заочная (при наличии)
Форма обучения Очная/заочная
Год начала подготовки 2021 г.

Автор(ы) программы  А.А. Свентиков
подпись

Заведующий кафедрой
Металлических и деревянных конструкций
наименование кафедры, реализующей дисциплину  А.А. Свентиков
подпись

Руководитель ОПОП  А.С. Орлов
подпись

Воронеж 2021

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;
- получение навыков в оценки сроков службы строительных конструкций;
- 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 вариативной части (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-2 - Способен осуществлять руководство деятельностью сварочного производства и его контроль

ПК-3 - Способен осуществлять организацию работы проектного подразделения по подготовке раздела проектной документации на МК зданий и сооружений

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	Знает организацию сварочных работ в отрасли и организации; основы технологии производства сварочной продукции в организации; требования документов системы менеджмента качества сварочного производства организации
	Умеет оформлять исполнительскую и приемо-сдаточную документацию на изготовление сварных конструкций; контролировать соблюдение технологической

	дисциплины при производстве сварочных работ в организации
	Владеет методами организации разработок и внедрение в производство прогрессивных методов сварки; методами контроля соблюдения технологической дисциплины при производстве сварочных работ в организации
ПК-3	Знает требования законодательства РФ и нормативно-технической документации в строительстве, в том числе ведомственной по проектированию зданий и сооружений из МК, методика проектирования строительных МК.
	Умеет проверять соответственно разрабатываемых проектов и технической документации требованиям нормативных документов
	Владеет средствами автоматизированного проектирования МК

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	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	16	36
В том числе:		
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ)	8	8
Самостоятельная работа	124	124

Курсовая работа	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
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

заочная 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.	1	1	20	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.	2	2	24	28
3	Оценка долговечности конструкций	Рассмотрены параметры долговечности, классификация технических состояний строительных конструкций с	1	1	20	22

		позиций теории риска. Изучены основные методы оценки сроков службы строительных конструкций				
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.	1	1	20	22
5	Методы оптимизации	Рассмотрены классификация и основные методы оптимизации	2	2	20	24
6	Локальный и глобальный экстремум. Многоцелевая оптимизация	Рассмотрены основные методы оценки и поиска глобального минимума, а также многоцелевой оптимизации	1	1	20	22
Итого			8	8	124	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, 4 семестре для заочной.

Примерная тематика курсовой работы: «Оценка надежности стропильной фермы»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- Компоновка покрытия, сбор нагрузок, создание расчетной схемы, определение усилий в элементах фермы, подбор и проверка поперечного сечения элементов стропильной фермы в соответствии с нормативными требованиями;

- Моделирование статистической неравномерности нагрузки на ферму и несущей способности элементов фермы;

- Оценка неразрушаемости элементов фермы;

- Оценка технического риска разрушения фермы в целом

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-2	Знает организацию сварочных работ в отрасли и организации; основы технологии производства сварочной продукции в организации; требования документов системы менеджмента качества сварочного производства организации	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 оформлять исполнительскую и приемо-сдаточную документацию на изготовление сварных конструкций; контролировать соблюдение технологической дисциплины при производстве сварочных работ в организации	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 методами организации разработок и внедрение в производство прогрессивных методов сварки; методами контроля соблюдения технологической дисциплины при производстве сварочных работ в организации	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-3	Знает требования законодательства РФ и нормативно-технической документации в строительстве, в том числе ведомственной по проектированию зданий и сооружений из МК, методику проектирования строительных МК.	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	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

	нормативных документов			
	Владеет средствами автоматизированного проектирования МК	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 и 4 семестре для заочной форме обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-2	Знает организацию сварочных работ в отрасли и организации; основы технологии производства сварочной продукции в организации; требования документов системы менеджмента качества сварочного производства организации	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Умеет оформлять исполнительскую и приемо-сдаточную документацию на изготовление сварных конструкций; контролировать соблюдение технологической дисциплины при производстве сварочных работ в организации	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеет методами организации разработок и внедрение в производство прогрессивных методов сварки; методами контроля соблюдения технологической дисциплины при производстве сварочных работ в организации	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ПК-3	Знает требования законодательства РФ и нормативно-технической документации в строительстве, в том числе ведомственной по проектированию зданий и сооружений из МК, методику проектирования строительных МК.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Умеет проверять соответственно разрабатываемых проектов и технической документации требованиям нормативных документов	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеет средствами автоматизированного проектирования МК	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые 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 течении 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 течении 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 заданиях 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 течении 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 техни-ческим 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) обруше-нием

- 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 неблаго-приятных 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
 - 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
 - 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

12. С использованием метода деления пополам и точностью 0,01 запроектировать желоб с максимальной площадью поперечного сечения из:

- трех полос длиной 1 м
- трех полос длиной 1,5 м
- трех полос длиной 2 м
- трех полос длиной 3 м

13. Запроектировать размеры открытого бассейна с квадратным дном с минимальной площадью его облицовки методом деления пополам при его объеме:

- 32 м³
- 40 м³
- 48 м³
- 56 м³

14. С использованием метода золотого сечения и точностью 0,01 запроектировать желоб с максимальной площадью поперечного сечения из:

- трех полос длиной 1 м

- трех полос длиной 1,5 м
- трех полос длиной 2 м
- трех полос длиной 3 м

15. Запроектировать размеры открытого бассейна с квадратным дном с минимальной площадью его облицовки методом золотого сечения при его объеме:

- 32 м³
- 40 м³
- 48 м³
- 56 м³

16. С использованием метода квадратичной интерполяции и точностью 0,01 запроектировать желоб с максимальной площадью поперечного сечения из:

- трех полос длиной 1 м
- трех полос длиной 1,5 м
- трех полос длиной 2 м
- трех полос длиной 3 м

17. Запроектировать размеры открытого бассейна с квадратным дном с минимальной площадью его облицовки методом квадратичной интерполяции при его объеме:

- 32 м³
- 40 м³
- 48 м³
- 56 м³

18. Найти минимум целевой функции методом Хука-Дживса с точностью 0,1

$$- f = x_1^2 + x_1 \cdot x_2 - 3x_2^2 + 4x_1$$

$$- f = x_1^2 - x_1 \cdot x_2 - 4x_2^2 + 6x_1$$

$$- f = x_1^2 + x_1 \cdot x_2 + 2x_2^2 - 8x_1$$

$$- f = x_1^2 - x_1 \cdot x_2 - 8x_2^2 + 8x_1$$

19. Найти минимум целевой функции методом Хука-Дживса с точностью 0,05

$$- f = x_1^2 + x_1 \cdot x_2 - 3x_2^2 + 4x_1$$

$$- f = x_1^2 - x_1 \cdot x_2 - 4x_2^2 + 6x_1$$

$$- f = x_1^2 + x_1 \cdot x_2 + 2x_2^2 - 8x_1$$

$$- f = x_1^2 - x_1 \cdot x_2 - 8x_2^2 + 8x_1$$

20. Найти минимум целевой функции методом наискорейшего спуска с точностью 0,1

$$- f = x_1^2 + x_1 \cdot x_2 - 3x_2^2 + 4x_1$$

$$- f = x_1^2 - x_1 \cdot x_2 - 4x_2^2 + 6x_1$$

$$- f = x_1^2 + x_1 \cdot x_2 + 2x_2^2 - 8x_1$$

$$- f = x_1^2 - x_1 \cdot x_2 - 8x_2^2 + 8x_1$$

21. Найти минимум целевой функции методом наискорейшего спуска с точностью 0,1

$$- f = x_1^2 + x_1 \cdot x_2 - 3x_2^2 + 4x_1$$

$$- f = x_1^2 - x_1 \cdot x_2 - 4x_2^2 + 6x_1$$

$$- f = x_1^2 + x_1 \cdot x_2 + 2x_2^2 - 8x_1$$

$$- f = x_1^2 - x_1 \cdot x_2 - 8x_2^2 + 8x_1$$

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

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

- $l = 12 \text{ м}$; $q = 160 \text{ кН/м}$; сталь С245; стенка $1400 \cdot 10 \text{ мм}$;
пояс $250 \cdot 22 \text{ мм}$

- $l = 14 \text{ м}$; $q = 160 \text{ кН/м}$; сталь С255; стенка $1500 \cdot 10 \text{ мм}$;
пояс $280 \cdot 22 \text{ мм}$

- $l = 13 \text{ м}$; $q = 180 \text{ кН/м}$; сталь С245; стенка $1600 \cdot 11 \text{ мм}$;
пояс $250 \cdot 25 \text{ мм}$

- $l = 15 \text{ м}$; $q = 180 \text{ кН/м}$; сталь С255; стенка $1400 \cdot 8 \text{ мм}$;
пояс $300 \cdot 28 \text{ мм}$

2. Выполнить оптимизацию составной балки двутаврового сечения по критерию минимума веса методами безусловной оптимизации, параметр управления площадь пояса при следующих исходных данных:

- $l = 12 \text{ м}$; $q = 160 \text{ кН/м}$; сталь С245; стенка $1400 \cdot 10 \text{ мм}$;
пояс $250 \cdot 22 \text{ мм}$

- $l = 14 \text{ м}$; $q = 160 \text{ кН/м}$; сталь С255; стенка $1500 \cdot 10 \text{ мм}$;
пояс $280 \cdot 22 \text{ мм}$

- $l = 13 \text{ м}$; $q = 180 \text{ кН/м}$; сталь С245; стенка $1600 \cdot 11 \text{ мм}$;
пояс $250 \cdot 25 \text{ мм}$

- $l = 15 \text{ м}$; $q = 180 \text{ кН/м}$; сталь С255; стенка $1400 \cdot 8 \text{ мм}$;
пояс $300 \cdot 28 \text{ мм}$

3. Выполнить оптимизацию составной балки двутаврового сечения по критерию минимума веса ограничением по прочности, параметр управления высота стенки при следующих исходных данных:

- $l = 12 \text{ м}$; $q = 160 \text{ кН/м}$; сталь С245; стенка $1400 \cdot 10 \text{ мм}$;
пояс $250 \cdot 22 \text{ мм}$

- $l = 14 \text{ м}$; $q = 160 \text{ кН/м}$; сталь С255; стенка $1500 \cdot 10 \text{ мм}$;
пояс $280 \cdot 22 \text{ мм}$

- $l = 13 \text{ м}$; $q = 180 \text{ кН/м}$; сталь С245; стенка $1600 \cdot 11 \text{ мм}$;
пояс $250 \cdot 25 \text{ мм}$

- $l = 15 \text{ м}$; $q = 180 \text{ кН/м}$; сталь С255; стенка $1400 \cdot 8 \text{ мм}$;
пояс $300 \cdot 28 \text{ мм}$

4. Выполнить оптимизацию составной балки двутаврового сечения по критерию минимума веса ограничением по прочности, параметр управления площадь пояса при следующих исходных данных:

- $l = 12 \text{ м}$; $q = 160 \text{ кН/м}$; сталь С245; стенка $1400 \cdot 10 \text{ мм}$;
пояс $250 \cdot 22 \text{ мм}$

- $l = 14$ м; $q = 160$ кН/м; сталь С255; стенка 1500·10 мм;
пояс 280·22 мм

- $l = 13$ м; $q = 180$ кН/м; сталь С245; стенка 1600·11 мм;
пояс 250·25 мм

- $l = 15$ м; $q = 180$ кН/м; сталь С255; стенка 1400·8 мм;
пояс 300·28 мм

5. Выполнить оптимизацию составной балки двутаврового сечения по критерию минимума веса ограничением по жесткости, параметр управления высота стенки при следующих исходных данных:

- $l = 12$ м; $q = 160$ кН/м; сталь С245; стенка 1400·10 мм;
пояс 250·22 мм

- $l = 14$ м; $q = 160$ кН/м; сталь С255; стенка 1500·10 мм;
пояс 280·22 мм

- $l = 13$ м; $q = 180$ кН/м; сталь С245; стенка 1600·11 мм;
пояс 250·25 мм

- $l = 15$ м; $q = 180$ кН/м; сталь С255; стенка 1400·8 мм;
пояс 300·28 мм

6. Выполнить оптимизацию составной балки двутаврового сечения по критерию минимума веса ограничением по жесткости, параметр управления площадь пояса при следующих исходных данных:

- $l = 12$ м; $q = 160$ кН/м; сталь С245; стенка 1400·10 мм;
пояс 250·22 мм

- $l = 14$ м; $q = 160$ кН/м; сталь С255; стенка 1500·10 мм;
пояс 280·22 мм

- $l = 13$ м; $q = 180$ кН/м; сталь С245; стенка 1600·11 мм;
пояс 250·25 мм

- $l = 15$ м; $q = 180$ кН/м; сталь С255; стенка 1400·8 мм;
пояс 300·28 мм

7. Определить оптимальное усилие предварительного натяжения составной балки двутаврового сечения по критерию отсутствия прогибов при следующих исходных данных:

- $l = 12$ м; $q = 160$ кН/м; сталь С245; стенка 1400·10 мм;
пояс 250·22 мм; канат по ГОСТ 3064

- $l = 14$ м; $q = 160$ кН/м; сталь С255; стенка 1500·10 мм;
пояс 280·22 мм; канат по ГОСТ 3064

- $l = 13$ м; $q = 180$ кН/м; сталь С245; стенка 1600·11 мм;
пояс 250·25 мм; канат по ГОСТ 3064

- $l = 15$ м; $q = 180$ кН/м; сталь С255; стенка 1400·8 мм;
пояс 300·28 мм; канат по ГОСТ 3064

8. Определить оптимальное усилие предварительного натяжения составной балки двутаврового сечения по критерию минимума массы при следующих исходных данных:

- $l = 12$ м; $q = 160$ кН/м; сталь С245; стенка 1400·10 мм;
пояс 250·22 мм; канат по ГОСТ 3064

- $l = 14$ м; $q = 160$ кН/м; сталь С255; стенка 1500·10 мм;
пояс 280·22 мм; канат по ГОСТ 3064

- $l = 13$ м; $q = 180$ кН/м; сталь С245; стенка 1600·11 мм;
пояс 250·25 мм; канат по ГОСТ 3064

- $l = 15$ м; $q = 180$ кН/м; сталь С255; стенка 1400·8 мм;
пояс 300·28 мм; канат по ГОСТ 3064

9. Определить оптимальное усилие предварительного натяжения составной балки двутаврового сечения по критерию минимума массы и ограничению по прочности при следующих исходных данных:

- $l = 12$ м; $q = 160$ кН/м; сталь С245; стенка 1400·10 мм;
пояс 250·22 мм; канат по ГОСТ 3064

- $l = 14$ м; $q = 160$ кН/м; сталь С255; стенка 1500·10 мм;
пояс 280·22 мм; канат по ГОСТ 3064

- $l = 13$ м; $q = 180$ кН/м; сталь С245; стенка 1600·11 мм;
пояс 250·25 мм; канат по ГОСТ 3064

- $l = 15$ м; $q = 180$ кН/м; сталь С255; стенка 1400·8 мм;
пояс 300·28 мм; канат по ГОСТ 3064

10. Определить оптимальное усилие предварительного натяжения составной балки двутаврового сечения по критерию минимума массы и ограничению по вертикальным перемещениям (прогибам, выгибам) при следующих исходных данных:

- $l = 12$ м; $q = 160$ кН/м; сталь С245; стенка 1400·10 мм;
пояс 250·22 мм; канат по ГОСТ 3064

- $l = 14$ м; $q = 160$ кН/м; сталь С255; стенка 1500·10 мм;
пояс 280·22 мм; канат по ГОСТ 3064

- $l = 13$ м; $q = 180$ кН/м; сталь С245; стенка 1600·11 мм;
пояс 250·25 мм; канат по ГОСТ 3064

- $l = 15$ м; $q = 180$ кН/м; сталь С255; стенка 1400·8 мм;
пояс 300·28 мм; канат по ГОСТ 3064

11. Определить надежность системы последовательно соединенных трех элементов при:

- $P_1 = 0,95; P_2 = 0,95; P_3 = 0,98$

- $P_1 = 0,95; P_2 = 0,97; P_3 = 0,98$

- $P_1 = 0,95; P_2 = 0,98; P_3 = 0,98$

- $P_1 = 0,95; P_2 = 0,98; P_3 = 0,99$

12. Определить надежность системы параллельно соединенных трех элементов при:

- $P_1 = 0,95; P_2 = 0,95; P_3 = 0,98$

- $P_1 = 0,95; P_2 = 0,97; P_3 = 0,98$

- $P_1 = 0,95; P_2 = 0,98; P_3 = 0,98$

- $P_1 = 0,95; P_2 = 0,98; P_3 = 0,99$

13. Определить надежность системы последовательно соединенных четырех элементов при:

- $P_1 = 0,95; P_2 = 0,95; P_3 = 0,98; P_4 = 0,98$

- $P_1 = 0,95; P_2 = 0,97; P_3 = 0,98; P_4 = 0,99$
- $P_1 = 0,95; P_2 = 0,98; P_3 = 0,98; P_4 = 0,99$
- $P_1 = 0,95; P_2 = 0,98; P_3 = 0,99; P_4 = 0,99$

14. Определить надежность системы параллельно соединенных четырех элементов

при:

- $P_1 = 0,95; P_2 = 0,95; P_3 = 0,98; P_4 = 0,98$
- $P_1 = 0,95; P_2 = 0,97; P_3 = 0,98; P_4 = 0,99$
- $P_1 = 0,95; P_2 = 0,98; P_3 = 0,98; P_4 = 0,99$
- $P_1 = 0,95; P_2 = 0,98; P_3 = 0,99; P_4 = 0,99$

15. Определить среднеарифметическое и среднеквадратическое значение для:

- листового проката из стали С235
- листового проката из стали С245
- листового проката из стали С255
- листового проката из стали С285

16. Определить среднеарифметическое и среднеквадратическое значение для:

- проката из круглой трубы из стали С235
- проката из круглой трубы из стали С245
- проката из круглой трубы из стали С255
- проката из круглой трубы из стали С285

17. Определить среднеарифметическое и среднеквадратическое значение для:

- ветровой нагрузки 1-го района
- ветровой нагрузки 2-го района
- ветровой нагрузки 3-го района
- ветровой нагрузки 4-го района

18. Определить среднеарифметическое и среднеквадратическое значение для

комбинации нагрузок:

- ветровая нагрузка 1-го района, снеговая нагрузка 3-го района
- ветровая нагрузка 2-го района, снеговая нагрузка 4-го района
- ветровая нагрузка 1-го района, снеговая нагрузка 1-го района
- ветровая нагрузка 2-го района, снеговая нагрузка 2-го района

19. Оценить надежность стальной прокатной балки при следующих условиях:

- $l = 12,5 \text{ м}; q = 180 \text{ кН / м}; \text{ сталь С245}; \text{ двутавр №40}$
- $l = 13,5 \text{ м}; q = 180 \text{ кН / м}; \text{ сталь С255}; \text{ двутавр №40}$
- $l = 14,0 \text{ м}; q = 190 \text{ кН / м}; \text{ сталь С285}; \text{ двутавр №40}$
- $l = 14,5 \text{ м}; q = 210 \text{ кН / м}; \text{ сталь С255}; \text{ двутавр №40}$

20. Оценить надежность стальной прокатной шарнирной колонны при следующих

условиях:

- $l = 10,5 \text{ м}; N = 1600 \text{ кН}; \text{ сталь С245}; \text{ двутавр №50}$
- $l = 10,2 \text{ м}; N = 1800 \text{ кН}; \text{ сталь С255}; \text{ двутавр №50}$
- $l = 11,8 \text{ м}; N = 1700 \text{ кН}; \text{ сталь С245}; \text{ двутавр №50}$
- $l = 12,5 \text{ м}; N = 1900 \text{ кН}; \text{ сталь С285}; \text{ двутавр №50}$

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 вопросов 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-2, ПК-3	Тест, защита курсовой работы, зачет
2	Методы оценки надежности	ПК-2, ПК-3	Тест, защита курсовой работы, зачет
3	Оценка долговечности конструкций	ПК-2, ПК-3	Тест, защита курсовой работы, зачет
4	Общие сведения об оптимизации. Постановка задачи оптимизации.	ПК-2, ПК-3	Тест, зачет
5	Методы оптимизации	ПК-2, ПК-3	Тест, зачет
6	Локальный и глобальный экстремум. Многоцелевая оптимизация	ПК-2, ПК-3	Тест, 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 методики 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 методики 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 методики 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. Лычев А.С. Надежность строительных конструкций.- Из-во АСВ, 2008.- 184 с.

К-во экземпляров - 15

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

К-во экземпляров - 20

3. 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»

4. 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»

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

К-во экземпляров - 9

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

К-во экземпляров - 15

7. 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»

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. Microsoft Word, Exel

2. Internet-ресурсы

<http://www.stroykonsultant.com> - электронный сборник нормативных документов по строительству, действующих на территории Российской Федерации, представляет собой реквизитную и полнотекстовую поисковую базу данных нормативно-технических и нормативных правовых документов, регулирующих строительство на территории Российской Федерации.

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

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

**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 по оптимизации и оценке надежности 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; помечать 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: - 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 три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.
--	---