

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

  
УТВЕРЖДАЮ  
Декан строительного факультета  
Ианфилов Д.В.  
«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
**«Оптимизация и регулирование усилий в конструкциях»**

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Программа Теория и проектирование зданий и сооружений

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения Очная

Год начала подготовки 2021 г.

Автор программы

  
\_\_\_\_\_


Барченкова Н.А.

Заведующий кафедрой  
Строительной механики

  
\_\_\_\_\_

Козлов В.А.

Руководитель ОПОП

  
\_\_\_\_\_

Сафронов В.С.

Воронеж 2021

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цель дисциплины:

ознакомить будущего магистра с методами оптимизации строительных конструкций зданий и сооружений при их проектировании и прочностных расчетах.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины:

- овладение методами математической постановки задач оптимизации основных видов строительных конструкций;
- освоение методов и алгоритмов решения соответствующих задач оптимизации при статическом нагружении;
- применение методов оптимизации при проектировании и прочностных расчетах конструкций зданий и сооружений;
- изучение особенностей использования алгоритмов оптимизации и современных вычислительных комплексов;
- представление о способах регулирования усилий в строительных конструкциях.

Приобретенные в процессе обучения навыки способствуют формированию инженерного мышления и мировоззрения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Оптимизация и регулирование усилий в конструкциях» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б.1 учебного плана.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Оптимизация и регулирование усилий в конструкциях» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 – Овладение знаниями методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования

ПК-2 - Способностью вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования

ПК-3 - Способностью разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок, готовить задания для

исполнителей, организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
ПК-1	знать методы проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования
	уметь применять методы проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования
	владеть практическими приемами проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования
ПК-2	Знать основные принципы проектирования конструкций зданий и сооружений, подвергаемых динамическим воздействиям
	Уметь вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов
	Владеть навыками работы с системами автоматизированного проектирования
ПК-3	Знать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок
	Уметь готовить задания для исполнителей, организовывать проведение экспериментов и испытаний
	Владеть практическими навыками по разработке программ проведения научных исследований, анализировать и обобщать результаты экспериментов и испытаний

#### **4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Общая трудоемкость дисциплины «Оптимизация и регулирование усилий в конструкциях» составляет 4 зачетные единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

### Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
Курсовой проект(работа)	+	+
Контрольная работа	-	-
Вид промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость	час	144
	зач. ед.	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.	Лаб. зан.	СРС	Все го, час
1	Основные понятия и постановки задач оптимизации конструкций.	Цели и задачи проектирования конструкций. Стадии проектирования. Понятия оптимального и рационального проектного решения. Постановки задач параметрической оптимизации. Критерии оптимальности. Функция цели, ограничения и уравнения состояния конструкций. Математические формулировки задач оптимизации. Нелинейное программирование. Линейное программирование.	4	2	-	18	24
2	Основные математические понятия и методы оптимизации.	Экстремум функций одной и нескольких переменных. Глобальный и локальный экстремум. Понятие градиента функции и производной по направлению. Классификация методов безусловной оптимизации. Метод покоординатного спуска. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряжённых градиентов. Методы условной оптимизации. Метод неопределённых множителей Лагранжа. Методы штрафных функций.	4	2	-	18	24
3	Основные понятия линейного	Линейное программирование. Вид целевой функций и ограничений. Разделение	4	2	-	18	24

	программирования.	неизвестных на базисные и свободные. Условия оптимальности решения для целевой функции. Понятие об области допустимых значений и поверхности уровня. Графическая интерпретация задачи линейного программирования. Понятие о симплекс-методе. Применение линейного программирования к расчёту строительных конструкций.					
4	Формулировка задачи оптимизации стержневой системы на стадиях упругого и пластического деформирования. Применение метода линейного программирования.	Задача оптимального проектирования стержневой системы на стадиях упругого и пластического деформирования (метод предельного равновесия). Понятия пластического шарнира и предельного момента. Формулировка задачи оптимизации как задачи линейного программирования. Статическая и кинематическая формулировки, их двойственность.	2	4	-	18	24
5	Многокритериальное и динамическое программирование.	Понятие о многокритериальной оптимизации. Множество Парето. Понятие о динамическом программировании. Основные понятия. Алгоритмы поиска оптимальных конструкций. Функция Белмана. Применение динамического программирования для проектирования конструкций.	2	4	-	18	24
6	Регулирование усилий в строительных конструкциях.	Оптимизация строительных конструкций на основе регулирования усилий. Регулирование усилий путём изменения геометрической схемы, созданием предварительного напряжения, изменение жесткостей, изменением способа передачи нагрузки, выбором способа монтажа.	2	4	-	18	24
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>108</b>	<b>144</b>

## 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 курсового проекта в 3 семестре.

Примерная тематика курсового проекта: «Оптимизация металлической рамы на стадиях упругого и пластического деформирования».

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- Подбор поперечных сечений стоек и ригелей, как элементов металлической рамы на стадии упругого деформирования итерационным методом с применением ПК ЛИРА(СКАД). Использование ПК АВТОКАД для оформления результатов.

- Подбор поперечных сечений стоек и ригелей как элементов металлической рамы на стадии идеально пластического деформирования.

Формирование исходных данных и целевой функции для двух вариантов оптимизации по результатам анализа напряженного состояния и назначения расчетных сечений. Вывод уравнений равновесия. Решение задачи в системе инженерных расчётов MatLab. Анализ результатов и построение эпюр усилий. Построение схемы пластического разрушения рамы.

- Сравнительный анализ расходов материала по двум вариантам расчёта.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и 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	знать методы проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования	знание теоретических основ современных математических методов оптимизации	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять методы проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем	умение использовать специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования Лира, MatLab	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	автоматизированного проектирования			
	владеть практическими приемами проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования	владение современными методами оптимального проектирования и регулирования усилий в конструкциях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	Знать основные принципы проектирования конструкций зданий и сооружений, подвергаемых динамическим воздействиям	знание современных приёмов регулирования усилий в строительных конструкциях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов	умение применять современные приёмы регулирования усилий в строительных конструкциях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками работы с системами автоматизированного проектирования	владение практическими приемами при оптимизации плоских металлических рам.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	Знать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок	знание современных методик проведения научных исследований по оптимизации конструкций	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь готовить задания для исполнителей, организовывать проведение экспериментов и испытаний	умение анализировать результаты научных исследований по оптимизации конструкций	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть практическими навыками по разработке программ проведения научных исследований, анализировать и обобщать результаты экспериментов и испытаний	владение практическими приемами проведения научных исследований при оптимизации конструкций	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 двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-1	знать методы проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования	Выполнение курсового проекта. Тест	Выполнение курсового проекта на 70-100% Выполнение теста на 50-100%	Выполнение курсового проекта менее 70% Выполнение теста менее 50%
	уметь применять методы проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования	Знание теоретических основ, необходимых для выполнения курсового проекта. Выполнение курсового проекта. Тест	Продемонстрированы знания на 70-100% Выполнение курсового проекта на 70-100% Выполнение теста на 50-100%	Продемонстрированы знания менее 70% Выполнение курсового проекта менее 70% Выполнение теста менее 50%
	владеть практическими приемами проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования	Знание теоретических основ дисциплины, изложенных на лекциях. Выполнение курсового проекта. Тест	Продемонстрированы знания на 70-100% Выполнение курсового проекта на 70-100% Выполнение теста на 50-100%	Продемонстрированы знания менее 70% Выполнение курсового проекта менее 70% Выполнение теста менее 50%
ПК-2	Знать основные принципы проектирования	Выполнение курсового проекта. Тест	Выполнение курсового проекта на 70-100%	Выполнение курсового проекта менее 70%



	конструкций зданий и сооружений, подвергаемых динамическим воздействиям		Выполнение теста на 50-100%	Выполнение теста менее 50%
	Уметь вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов	Знание теоретических основ , необходимых для выполнения курсового проекта. Выполнение курсового проекта. Тест	Продемонстрированы знания на 70-100% Выполнение курсового проекта на 70-100% Выполнение теста на 50-100%	Продемонстрированы знания менее 70% Выполнение курсового проекта менее 70% Выполнение теста менее 50%
	Владеть навыками работы с системами автоматизированного проектирования	Знание теоретических основ дисциплины, изложенных на лекциях. Выполнение курсового проекта. Тест	Продемонстрированы знания на 70-100% Выполнение курсового проекта на 70-100% Выполнение теста на 50-100%	Продемонстрированы знания менее 70% Выполнение курсового проекта менее 70% Выполнение теста менее 50%
ПК-3	Знать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок	Выполнение курсового проекта. Тест	Выполнение курсового проекта на 70-100% Выполнение теста на 50-100%	Выполнение курсового проекта менее 70% Выполнение теста менее 50%
	Уметь готовить задания для исполнителей, организовывать проведение экспериментов и испытаний	Знание теоретических основ , необходимых для выполнения курсового проекта. Выполнение курсового проекта. Тест	Продемонстрированы знания на 70-100% Выполнение курсового проекта на 70-100% Выполнение теста на 50-100%	Продемонстрированы знания менее 70% Выполнение курсового проекта менее 70% Выполнение теста менее 50%
	Владеть практическими навыками по разработке программ проведения научных исследований, анализировать и обобщать результаты экспериментов и испытаний	Знание теоретических основ дисциплины, изложенных на лекциях. Выполнение курсового проекта. Тест	Продемонстрированы знания на 70-100% Выполнение курсового проекта на 70-100% Выполнение теста на 50-100%	Продемонстрированы знания менее 70% Выполнение курсового проекта менее 70% Выполнение теста менее 50%

## 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. Как решается задача определения безусловного экстремума функции, заданной таблично?
2. Как используется метод множителей Лагранжа для решения задачи условной оптимизации?
3. В чем заключается смысл графического метода решения задачи линейного программирования?
4. Как записывается целевая функция при оптимизации веса металлической рамы?



- Б. определить первую производную функцию  $F$
- В. определить вторую производную функцию  $F$
- Г. определить первую и вторую производные функции  $F$

6. Какая форма поперечного сечения бруса при вертикальном плоском изгибе является наиболее рациональной?

- А. прямоугольник      Б. круг      **В. двутавр**      Г. швеллер

7. Сколько составляющих характеризуют напряженное состояние в данной точке тела?

- А. три**      Б. четыре      В. шесть      Г. одно

8. Сколько составляющих полного напряжения характеризуют напряженное состояние в окрестности точки заданной площадки?

- А. одно      **Б. два**      В. три      Г. четыре

9. Сколько главных напряжений действует в окрестности точки тела?

- А. одно      Б. два      **В. три**      Г. четыре

10. Для чего нужны главные напряжения?

- А. для подбора поперечного сечения      **Б. для проверки прочности**  
В. для проверки жесткости      Г. для проверки устойчивости

11. Какая форма бруса при свободном кручении является наиболее рациональной?

- А. круг      **Б. кольцо**      В. квадрат      Г. двутавр

12. Для проверки прочности нужно определить

- А. деформации      **Б. напряжения**      В. критическую силу      Г. модуль упругости

13. Для проверки жесткости нужно определить

- А. деформации**      Б. напряжения      В. критическую силу      Г. модуль упругости

14. Для проверки устойчивости нужно определить

- А. деформации      Б. напряжения      **В. критическую силу**      Г. модуль упругости

15. Для назначения размеров поперечного сечения балок необходимо знать

- А. гибкость      **Б. момент сопротивления сечения изгибу**      В. радиус инерции      Г. площадь сечения

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. При постановке задачи назначения размеров сечения балки с целью минимизации ее веса, какой параметр регулирования следует принять

- |                                        |                                        |                       |                    |
|----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|--------------------|
| А. момент сопротивления сечения изгибу | <b>Б. наибольший изгибающий момент</b> | В. изгибная жесткость | Г. опорные реакции |
|----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|--------------------|

2. Для регулирования усилий в стержневой системе необходимо на первом этапе.

- |                      |                                        |                                           |                              |
|----------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|
| А. Найти max прогибы | <b>Б. определить внутренние усилия</b> | В. определить гибкости отдельных стержней | Г. записать функцию Лагранжа |
|----------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|

3. Регулирование усилий в балке возможно при:

- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| А. изменении высоты балки | <b>Б. смещении опор</b>   |
| В. перестановке опор      | Г. изменении ширины балки |

4. Оптимизация формы сечения стержней наименьшего объема может быть выполнена с использованием в качестве целевой функции

- А. функционала, выражающего объем**
- Б. функции, выражающей форму продольной оси
- В. уравнений равновесия
- Г. уравнений деформации

5. Многокритериальная задача оптимизации характеризуется

- А. Наличием нескольких функций цели**
- Б. Несколькими ограничениями в форме равенств
- В. Несколькими ограничениями в форме неравенств
- Г. Несколькими параметрами оптимизации

6. Среди численных методов безусловной оптимизации функции многих переменных можно выделить:

- А. Методы нулевого порядка**
- Б. Метод множителей Лагранжа
- В. Линейного программирования
- Г. Динамического программирования

7. Среди численных методов безусловной оптимизации функции многих переменных можно выделить:

- А. Методы первого порядка**
- Б. Метод множителей Лагранжа
- В. Линейного программирования
- Г. Динамического программирования

8. Среди численных методов безусловной оптимизации функции многих переменных можно выделить:

**А. Методы второго порядка**

Б. Метод множителей Лагранжа

В. Линейного программирования

Г. Динамического программирования

9. Одной из задач линейного программирования является:

**А. Транспортная задача**

Б. Задача безусловного экстремума функции

В. Задача определения точки перегиба функции

Г. Задача линейной интерполяции функции

10. Одним из методов решения задач условной оптимизации является:

**А. Симплекс-метод**

Б. Метод Ньютона

В. Метод наискорейшего спуска

Г. Метод половинного деления

11. Одним из методов решения задач условной оптимизации является:

**А. Метод множителей Лагранжа**

Б. Метод Ньютона

В. Метод наискорейшего спуска

Г. Метод половинного деления

12. Одним из методов решения задач условной оптимизации является:

**А. Метод штрафных функций**

Б. Метод Ньютона

В. Метод наискорейшего спуска

Г. Метод половинного деления

13. Симплекс-метод применяют для решения:

**А. Линейной задачи оптимизации**

Б. Задачи определения безусловного экстремума функции

В. Задачи определения точки перегиба функции

Г. Задачи линейной интерполяции функции

14. Задача проектирования оптимальной конструкции является:

**А. Многокритериальной**

Б. Задачей проектирования экономической конструкции

В. Прочной конструкции

Г. Жесткой конструкции

15. При оптимальном проектировании стержневой системы по стадии пластического деформирования используют модель материала:

**А. Прандтля**

Б. Идеально упругого тела

В. Абсолютно жесткого тела

Г. Упруго-хрупкого тела

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Введение. Цели и задачи проектирования конструкций. Стадии проектирования. Понятия оптимального и рационального проектного решения.

2. Постановки задач параметрической оптимизации. Критерии оптимальности. Функция цели, ограничения и уравнения состояния конструкций.

3. Математические формулировки задач оптимизации. Нелинейное программирование. Линейное программирование.

4. Экстремум функций одной и нескольких переменных. Глобальный и локальный экстремум. Понятие градиента функции и производной по направлению.

5. Классификация методов безусловной оптимизации. Метод покоординатного спуска. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряжённых градиентов.

6. Методы условной оптимизации. Метод неопределённых множителей Лагранжа. Методы штрафных функций.

7. Линейное программирование. Геометрический метод. Понятие о симплекс-методе.

8. Задача оптимизации стержневой системы по стадии пластического разрушения (метод предельного равновесия).

9. Понятие о многокритериальной оптимизации. Множество Парето.

10. Понятие о динамическом программировании. Функция и уравнение Беллмана.

11. Регулирование усилий и перемещений. Цели и способы регулирования.

#### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

Экзамен учебным планом не предусмотрен

#### **7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет проводится по билетам, каждый из которых содержит теоретический вопрос, стандартную и прикладную задачи. Каждый правильный ответ на теоретический вопрос в тесте оценивается в 8 баллов, стандартная задача оценивается в 4 балла, а прикладная задача – 8 баллов. Максимальное количество набранных баллов 4+8+8 баллов. Зачет ставится, когда студент набирает не менее

2+4+4 баллов.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Основные понятия и постановки задач оптимизации конструкций.	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, зачет, устный опрос, требования к курсовому проекту
Основные математические понятия и методы оптимизации.	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, зачет, устный опрос, требования к курсовому проекту
Основные понятия линейного программирования.	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, зачет, устный опрос, требования к курсовому проекту
Формулировка задачи оптимизации стержневой системы по стадии пластического разрушения как задачи линейного программирования.	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, зачет, устный опрос, требования к курсовому проекту
Многокритериальное и динамическое программирование.	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, зачет, устный опрос, требования к курсовому проекту
Регулирование усилий в строительных конструкциях.	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, зачет, устный опрос, требования к курсовому проекту

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

При проведении зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на зачете не должен превышать одного астрономического часа. С зачета снимается материал расчетных работ, которые обучающийся выполнил в течение семестра на оценку «хорошо» или «отлично».

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

Защита курсового проекта осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. 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

### 8.1.1 Основная литература:

1. Пантелеев И.Н. Спецглавы высшей математики [Электронный ресурс] : Методы оптимизации: Учеб. пособие. - Электрон. текстовые, граф. дан. ( 2282 Кб ). - Воронеж: ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2015.
2. Шапошников Н. Н. Строительная механика : учебник / Н. Н. Шапошников, Р. Х. Кристалинский, А. В. Дарков.— Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 692 с. — ISBN 978-5-8114-0576-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169156> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Федотов, А. А. Численные методы интегрирования, решения дифференциальных уравнений и задач оптимизации : методические указания / А. А. Федотов, П. В. Храпов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. — 76 с. — ISBN 978-5-7038-4235-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103585> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Межецкий, Г. Д. Сопротивление материалов : учебник / Г. Д. Межецкий, Г. Г. Загребин, Н. Н. Решетник. – 5-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2016. – 432 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453911>– Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-02628-7. – Текст : электронный.
5. Молотников В.Я. Техническая механика [Электронный ресурс] / Молотников В. Я., - 1-е изд. - : Лань, 2017. - 476 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-2403-0. URL: <https://e.lanbook.com/book/91295>
6. Калиновская Т.Г. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Т. Г. Калиновская, Н. А. Дроздова, А. Т. Рябова-Найдан. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2016. - 164 с. - ISBN 978-5-7638-3580-9. URL: <http://www.iprbookshop.ru/84132.html>
7. Козлов А. В. Расчет мостовых конструкций с использованием ПК ЛИРА-САПР для начинающих пользователей [Текст] : учебное пособие. - Воронеж : [б. и.], 2017 (Воронеж : АО "Воронеж. обл. тип.", 2017). - 208 с. (59 экз.).

### 8.1.2 Дополнительная литература:

1. Оптимизация металлической рамы на стадиях упругого и пластического деформирования [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине "Оптимизация и регулирование усилий в конструкциях" для магистрантов направления подготовки 08.04.01 "Строительство" (программа магистерской подготовки "Теория и проектирование зданий и сооружений") всех форм обучения / сост. : С. В. Ефрюшин, Н. А. Барченкова, С. А. Осипов. - Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2021.



2. Шапиро Д.М. Метод конечных элементов в строительном проектировании [Текст] : монография. - Воронеж : Научная книга, 2013 (Воронеж : Тип. ООО ИПЦ "Научная книга", 2013). - 181 с. (20экз).
3. Малахова А.Н. Железобетонные и каменные конструкции (включая расчет в ПК ЛИРА) [Текст] : учебное пособие : рекомендовано Учебно-методическим объединением. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Издательство АСВ, 2018. - 283 с. (4 экз.).

### **8.1.3 Периодические издания**

1. «Строительство и реконструкция» (научно-технический журнал).
2. «Строительная механика и расчет сооружений» (научно-теоретический журнал).
3. «Строительная механика и конструкции» (научный журнал).

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

1. Консультирование посредством электронной почты, Skype, WhatsApp, Viber.
2. Использование презентаций при проведении лекционных занятий.
3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы по строительству.
4. Базы данных, информационно-справочная и нормативная документация по разделам «Строительство» и «Расчёт строительных конструкций».
5. Программные продукты MS Office Word, MS Office Excel., MS Power Point, AutoCAD.
6. Программные комплекс ЛИРА-САПР-2016
7. Вычислительный пакет MatLab.
8. Информационно-поисковая система «СтройКонсультант»: доступ в локальной сети ВГТУ (библиотечный корпус).
9. <http://www.cchgeu.ru>. Образовательный портал ВГТУ.
10. <http://cchgeu.ru/university/library/elektronnyy-katalog/> Электронный каталог Научной Библиотеки ВГТУ.
11. Электронная библиотечная система *IPRbook*: [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru).
12. Электронная библиотечная система *ЛАНЬ* <https://e.lanbook.com/>
13. Учебно-методические материалы кафедры строительной механики: <https://cchgeu.ru/education/cafedras/kafsm/?docs>.
14. <http://www.I-exam.ru>. (Интернет – тренажеры (ИТ)). Разработанные НИИ мониторинга качества образования.
15. <http://www.fero.ru>. (репетиционное тестирование при подготовке к федеральному Интернет - экзамену).

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

<b>№ п/п</b>	<b>Вид аудиторного фонда</b>	<b>Требования</b>
1.	Лекционная аудитория	Аудитория должна быть оборудована, как обычной доской, так и техническими средствами для реализации мультимедийной технологии проведения лекции (проектор, экран или интерактивная доска, Notebook или другой ПК.
2.	Компьютерные классы	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: ПК с возможностью подключения к локальным сетям и Интернету. Наличие вычислительной техники из расчёта один ПК на одного студента.
3.	Аудитория для практических занятий	Аудитория должна быть оборудована как обычной доской, так и техническими средствами для реализации мультимедийной технологии проведения практических занятий (проектор, экран, или интерактивная доска, ноутбук или другой ПК с процессором не ниже 1,2 ГГц).

### **Перечень материально-технического обеспечения дисциплины:**

Специализированная аудитория (компьютерный класс [ауд. 2121]), оборудованная интерактивными технологиями представления видеоматериала при проведении лекционных и практических занятий, а также для выполнения расчетно-графических работ и проведения всех видов контрольных мероприятий с помощью компьютерного тестирования.

## **10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Оптимизация и регулирование усилий в конструкциях» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовой проект.

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 по оптимизации строительных конструкций. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	<p>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.</p>
Практическое занятие	<p>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.</p>
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	<p>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.</p>