

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Воткинский филиал  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»



УТВЕРЖДАЮ

Директор

/Давыдов И.А.

04.03.

2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Оптимальное проектирование в машиностроении

направление 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств

профиль Технология машиностроения

уровень образования: бакалавриат

форма обучения: заочная

общая трудоемкость дисциплины составляет: 4 зачетных единиц

Кафедра Технология машиностроения и приборостроения

Составитель Смирнов Виталий Алексеевич, к.т.н., доцент

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (уровень бакалавриата) № 1044 от 17.08.2020 и рассмотрена на заседании кафедры

Протокол от 07.02 2024 г. № 2

Заведующий кафедры «Технология машиностроения и приборостроения»

  
\_\_\_\_\_  
07.02. 2024 г.

## СОГЛАСОВАНО

Количество часов рабочей программы и формируемые компетенции соответствуют учебному плану направления 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

  
\_\_\_\_\_  
28.02 2024 г.

Ведущий специалист учебной части  
ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

  
\_\_\_\_\_  
28.02 2024 г.

Аннотация к дисциплине

|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Название дисциплины</b>                                       | Оптимальное проектирование в машиностроении                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Направление (специальность) подготовки</b>                    | 15.03.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Направленность (профиль/программа/специализация)</b>          | Технология машиностроения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Место дисциплины</b>                                          | Блок 1. Дисциплины (модули). Обязательная часть                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Трудоемкость (з.е. / часы)</b>                                | 5 з.е. / 180 часов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Цель изучения дисциплины</b>                                  | Цель – освоение методов оптимального проектирования для решения задач машиностроения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины</b> | ОПК-5. Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда.<br>ОПК-8. Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа.                                                                                               |
| <b>Содержание дисциплины (основные разделы и темы)</b>           | Постановка и решение задач оптимального проектирования. Основные понятия теории оптимального проектирования. Оптимальное проектирование конструкций на основе решения задачи безусловной оптимизации.<br>Оптимальное проектирование конструкций. Минимаксная задача оптимального проектирования. Топологическая оптимизация конструкций.<br>Оптимальное проектирование технологий. Оптимальное проектирование режимов резания. Оптимальное проектирование технологий раскроя на основе решения задачи линейного программирования. |
| <b>Форма промежуточной аттестации</b>                            | Экзамен                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

## 1. Цели и задачи дисциплины:

**Целью** дисциплины является освоение методов оптимального проектирования для решения задач машиностроения.

### Задачи дисциплины:

- приобретение знаний по основным методам оптимального проектирования
- приобретение умений применять методы оптимального проектирования для решения технических задач машиностроения;
- приобретение навыков решения задач оптимального проектирования с использованием прикладных программных средств.

## 2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины у студента должны быть сформированы

### Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

| № п/п | Знания                                         |
|-------|------------------------------------------------|
| 1     | Методы оптимального проектирования конструкций |
| 2     | Методы оптимального проектирования технологий  |

### Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

| № п/п | Умения                                                                                                             |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Формулировать и решать задачи оптимального проектирования конструкций и технологий                                 |
| 2     | Анализировать решение задачи оптимального проектирования и вносить предложения по улучшению объекта проектирования |

### Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

| № п/п | Навыки                                                                                      |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Решение задач оптимального проектирования с использованием прикладных программных продуктов |

### Компетенции, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

| Компетенции                                                                                                                                                                                                 | Индикаторы                                                                                                                                                                                                               | Знания | Умения | Навыки |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|
| ОПК-5. Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда. | ОПК-5.1. Знать: законы естественных наук, основные закономерности, действующие в процессе конструирования и проектирования машиностроительных изделий, их влияние на качественные показатели и производственные затраты. | 1,2    | 1,2    | 1      |
|                                                                                                                                                                                                             | ОПК-5.2. Уметь: применять естественнонаучные знания для конструирования и проектных расчетов изделий машиностроения, определения производственных затрат.                                                                | 1      | 1,2    | 1      |
|                                                                                                                                                                                                             | ОПК-5.3. Владеть: навыками конструирования и проектных расчетов изделий машиностроения, определения производственных затрат                                                                                              | 2      | 1,2    | 1      |

|                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                           |     |     |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|---|
| ОПК-8. Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа. | ОПК-8.1. Знать: методы оптимизации объектов, процессов и систем инженерной деятельности   | 1,2 | 1,2 | 1 |
|                                                                                                                                                                                                                      | ОПК-8.2. Уметь: проводить анализ технической задачи и выбирать адекватные методы решения. | 1,2 | 1,2 | 1 |
|                                                                                                                                                                                                                      | ОПК-8.3. Владеть: навыками использования выбранных методов                                | 1,2 | 1,2 | 1 |

### 3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к Блок 1. Дисциплины (модули). Обязательная часть.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении дисциплин (модулей): Математика, Физика, Информатика, Детали машин, Системы автоматизации инженерных расчетов, Теоретическая механика, Сопротивление материалов, Математическое моделирование в машиностроении.

Перечень последующих дисциплин (модулей), для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем): Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, Технология машиностроения. Производственная практика

### 4. Структура и содержание дисциплины

#### 4.1 Структура дисциплины

| №<br>п/п | Раздел<br>дисциплины.<br>Форма<br>промежуточной<br>аттестации<br>(по семестрам)                                                                 | Всего часов на<br>раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в<br>часах) по видам учебной работы |    |     |     |     | Содержание<br>самостоятельной<br>работы                                                       |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------|----|-----|-----|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                                                 |                          |         | контактная                                                              |    |     |     | СРС |                                                                                               |
|          |                                                                                                                                                 |                          |         | лек                                                                     | пр | лаб | КЧА |     |                                                                                               |
| 1        | Постановка и решение задач оптимального проектирования. Оптимальное проектирование конструкций на основе решения задачи безусловной оптимизации | 36                       | 6       | 2                                                                       | 4  | -   | -   | 30  | Изучение дополнительного материала, просмотр видео, подготовка к защите практической работы   |
| 2        | Оптимальное проектирование конструкций                                                                                                          | 40                       | 6       | 2                                                                       | -  | 4   | -   | 34  | Изучение дополнительного материала, просмотр видео, подготовка к защите к лабораторной работе |

|               |                                       |            |          |          |          |          |            |              |                                                                                 |
|---------------|---------------------------------------|------------|----------|----------|----------|----------|------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 3             | Оптимальное проектирование технологий | 46         | 6        | 2        | -        | -        | -          | 44           | Изучение дополнительного материала, просмотр видео, решение задач               |
| 4             | Оптимальное планирование              | 22         | 6        | 2        | -        | -        | -          | 20           | Изучение дополнительного материала                                              |
| 5             | Экзамен                               | 36         | 6        | -        | -        | -        | 0,4        | 35,6         | Экзамен выставляется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости |
| <b>Итого:</b> |                                       | <b>180</b> | <b>6</b> | <b>8</b> | <b>4</b> | <b>4</b> | <b>0,4</b> | <b>163,6</b> |                                                                                 |

## 4.2 Содержание разделов курса и формируемых в них компетенций

| № п/п | Раздел дисциплины                                                                                                                               | Коды компетенции и индикаторов   | Знания | Умения | Навыки | Форма контроля                           |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------|--------|--------|------------------------------------------|
| 1     | Постановка и решение задач оптимального проектирования. Оптимальное проектирование конструкций на основе решения задачи безусловной оптимизации | ОПК-5.1, 5.2, 5.3, 8.1, 8.2, 8.3 | 1,2    | 1      | 1      | Тестирование, защита практической работы |
| 2     | Оптимальное проектирование конструкций                                                                                                          | ОПК-5.1, 5.2, 5.3, 8.1, 8.2, 8.3 | 1      | 1, 2   | 1      | Тестирование, защита лабораторной работы |
| 3     | Оптимальное проектирование технологий                                                                                                           | ОПК-5.1, 8.1, 8.2, 8.3           | 2      | 1, 2   | 1      | Тестирование                             |
| 4     | Оптимальное планирование                                                                                                                        | ОПК-5.1, 5.2, 5.3, 8.1, 8.2, 8.3 | 2      | 1, 2   | 1      | Устный опрос                             |

## 4.3 Наименование тем лекций, их содержание и объем в часах

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лекций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Трудоемкость (час) |
|-------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1.    | 1                    | Постановка и примеры задач оптимального проектирования конструкций и технологий. Основные понятия теории оптимального проектирования: проектные параметры, критерий оптимальности, условия-ограничения. Аналитические и численные методы решения задач оптимального проектирования. Оптимальное проектирование на основе решения задачи безусловной оптимизации. Решение задач безусловной оптимизации методом перебора, методом покоординатного спуска и методом наискорейшего спуска. Минимаксная задача оптимального проектирования грузоподъемного механизма. | 2                  |
| 2.    | 2                    | Оптимальное проектирование конструкций на основе решения задачи условной оптимизации: оптимальное проектирование сварной группы, оптимальное проектирование трехскоростной ременной передачи. Инженерный анализ и топологическая оптимизация конструкции детали.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2                  |

|              |   |                                                                                                                                                                                                                         |          |
|--------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 3.           | 3 | Оптимизация режимов резания при точении современным инструментом со сменными пластинами. Оптимизация раскроя материалов. Оптимизация вспомогательных перемещений инструмента с использованием алгоритмов теории графов. | 2        |
| 4.           | 4 | Задачи линейного программирования: графическое решение и решение симплекс-методом. Транспортная задача: решение методом потенциалов.                                                                                    | 2        |
| <b>Всего</b> |   |                                                                                                                                                                                                                         | <b>8</b> |

#### 4.4 Наименование тем практических занятий, их содержание и объем в часах

| № п/п        | № раздела дисциплины | Наименование практических работ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Трудоемкость (час) |
|--------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1.           | 1                    | Оптимальное проектирование конструкций на основе решения задачи безусловной оптимизации.<br><i>Составить математическую модель задачи: определить проектные параметры и установить взаимосвязь между ними, сформулировать критерий оптимальности. Решить задачу одномерной безусловной оптимизации аналитическим методом и методом перебора. Решить задачу многомерной безусловной оптимизации методом покоординатного спуска.</i> | 4                  |
| <b>Всего</b> |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>4</b>           |

#### 4.5 Наименование тем лабораторных работ, их содержание и объем в часах

| № п/п        | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ                                                                                                                                                                                                                                                 | Трудоемкость (час) |
|--------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1.           | 2                    | Топологическая оптимизация конструкции детали.<br><i>Выполнить топологическую оптимизацию конструкции детали на основе конечно-элементного моделирования напряженно-деформированного состояния. Соблюсти ряд ограничений, накладываемых на геометрические параметры детали.</i> | 4                  |
| <b>Всего</b> |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>4</b>           |

### 5. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине

Для контроля результатов освоения дисциплины проводятся:

– тестирование:

1. Постановка и решение задач оптимального проектирования. Оптимальное проектирование конструкций на основе решения задачи безусловной оптимизации.

2. Оптимальное проектирование конструкций.

3. Оптимальное проектирование технологий.

– защиты лабораторных работ:

ЛР №1. Топологическая оптимизация конструкции детали.

– защиты практических работ:

ПР №1. Оптимальное проектирование конструкций на основе решения задачи безусловной оптимизации.

– экзамен.

Примечание: оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### **а) основная литература:**

1. Денисова, С. Т. Методы оптимальных решений: практикум / С. Т. Денисова, Р. М. Безбородникова, Т. А. Зеленина. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 197 с. — ISBN 978-5-7410-1204-8. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/52326.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Оптимальное управление в технических системах. Практикум : учебное пособие / Е. А. Балашова, Ю. П. Барметов, В. К. Битюков, Е. А. Хромых ; под редакцией В. К. Битюков. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. — 288 с. — ISBN 978-5-00032-307-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/74014.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3. Домашнев, П. А. Условная и безусловная оптимизации функции многих переменных: учебное пособие по курсу «Методы оптимизации» / П. А. Домашнев. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 73 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/55666.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4. Смирнов В.А. Оптимальное проектирование в машиностроении в примерах и задачах [Текст]: учебное пособие / В.А. Смирнов. – Старый Оскол : ТНТ, 2021. – 312 с. : ил. ISBN 978-5-94178-697-8.

5. б) дополнительная литература:

6. Слиденко, А.М. Методы оптимальных решений в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.М. Слиденко, Е.А. Агапова. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2015. — 163 с. — 2227-8397. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/72699.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

7. Кошев, А.Н. Численные методы решения задач оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Н. Кошев, В.В. Кузина. — Электрон. текстовые данные. — Пенза: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, ЭБС АСВ, 2012. — 132 с. — 978-5-9282-0837-0. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/75303.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

### **в) методические указания:**

8. Смирнов В.А. Методические указания по выполнению практической работы по дисциплине «Оптимальное проектирование в машиностроении» на тему «Оптимальное проектирование конструкций на основе решения задачи безусловной оптимизации». Воткинский филиал ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. Воткинск, 2021 – 12 с.

9. Смирнов В.А. Методические указания по выполнению практической работы по дисциплине «Оптимальное проектирование в машиностроении» на тему «Оптимальное проектирование конструкций на основе решения задачи нелинейного программирования». Воткинский филиал ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. Воткинск, 2021 – 12 с.

10. Смирнов В.А. Методические указания по выполнению практической работы по дисциплине «Оптимальное проектирование в машиностроении» на тему «Транспортная задача». Воткинский филиал ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. Воткинск, 2021. – 10 с.

11. Смирнов В.А. Методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Оптимальное проектирование в машиностроении» на тему «Топологическая оптимизация конструкции детали». Воткинский филиал ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. Воткинск, 2021. – 10 с.

12. Смирнов В.А. Методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Оптимальное проектирование в машиностроении» на тему «Оптимизация режимов резания». Воткинский филиал ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. Воткинск, 2021. – 12 с.

13. Смирнов В.А. Методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Оптимальное проектирование в машиностроении» на тему «Оптимизация раскроя заготовок с помощью методов целочисленного линейного программирования». Воткинский филиал ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. Воткинск, 2021. – 10 с.

14. Методические указания «Оформление контрольных работ, рефератов, курсовых работ и проектов, отчетов по практике, выпускных квалификационных работ». Составители: А.Ю. Уразбахтина, Р.М. Бакиров, В.А. Смирнов [Электронный ресурс]. — URL: <https://vfistu.ru/studentam-i-magistrantam/oformlenie-pismennyh-rabot> — Режим доступа: свободный.

#### **г) перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет:**

1. Электронно-библиотечная система IPRBooks <http://istu.ru/material/elektronno-bibliotechnaya-sistema-iprbooks>.
2. Национальная электронная библиотека – <http://нэб.пф>.
3. Мировая цифровая библиотека – <http://www.wdl.org/ru/>.
4. Международный индекс научного цитирования Web of Science – <http://webofscience.com>.
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.

#### **д) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Microsoft Excel 2016.
2. КОМПАС-3D v18.1 с модулем APM FEM.

#### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

1. Лекционные занятия.

Учебные аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

2. Практические занятия.

Учебные аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

3. Лабораторные работы.

Для лабораторных занятий используется аудитория №205, оснащенная следующим оборудованием: интерактивная доска, компьютер - 25 шт., интерактивный учебный класс EMCO на 7 учебных мест, 3D-принтер ANYCUBIC S - 2 шт.

#### 4. Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде ИжГТУ имени М.Т. Калашникова:

- библиотека ВФ ИжГТУ имени М.Т. Калашникова (адрес: 427430, г. Воткинск, ул. Шувалова, д. 1);

При необходимости рабочая программа дисциплины (модуля) может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для обучения с применением дистанционных образовательных технологий. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Воткинский филиал  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»  
(ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

по дисциплине

Оптимальное проектирование в машиностроении

направление: 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств

профиль: Технология машиностроения

уровень образования: бакалавриат

форма обучения: заочная

общая трудоемкость дисциплины составляет: 4 зачетные единицы

## 1. Оценочные средства

Оценивание формирования компетенций производится на основе результатов обучения, приведенных в п. 2 рабочей программы и ФОС. Связь разделов компетенций, индикаторов и форм контроля (текущего и промежуточного) указаны в таблице 4.2 рабочей программы дисциплины.

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций, представлены ниже.

| №<br>п/п | Коды компетенции и индикаторов                                                                                                                                                                                           | Результат обучения<br>(знания, умения и навыки)                                                                                                                                                                        | Формы текущего и<br>промежуточного контроля                       |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1        | ОПК-5.1. Знать: законы естественных наук, основные закономерности, действующие в процессе конструирования и проектирования машиностроительных изделий, их влияние на качественные показатели и производственные затраты. | Знать:<br>- Методы оптимального проектирования конструкций<br>- Методы оптимального проектирования технологий                                                                                                          | Тестирование. Защита практической и лабораторной работы. Экзамен. |
| 2        | ОПК-5.2. Уметь: применять естественнонаучные знания для конструирования и проектных расчетов изделий машиностроения, определения производственных затрат.                                                                | Уметь:<br>- Формулировать и решать задачи оптимального проектирования конструкций и технологий<br>- Анализировать решение задачи оптимального проектирования и вносить предложения по улучшению объекта проектирования | Защита практической и лабораторной работы. Экзамен.               |
| 3        | ОПК-5.3. Владеть: навыками конструирования и проектных расчетов изделий машиностроения, определения производственных затрат                                                                                              | Владеть:<br>- Решение задач оптимального проектирования с использованием прикладных программных продуктов                                                                                                              | Защита практической и лабораторной работы. Экзамен.               |
| 4        | ОПК-8.1. Знать: методы оптимизации объектов, процессов и систем инженерной деятельности                                                                                                                                  | Знать:<br>- Методы оптимального проектирования конструкций<br>- Методы оптимального проектирования технологий                                                                                                          | Тестирование. Защита практической и лабораторной работы. Экзамен. |
| 5        | ОПК-8.2. Уметь: проводить анализ технической задачи и выбирать адекватные методы решения.                                                                                                                                | Уметь:<br>- Формулировать и решать задачи оптимального проектирования конструкций и технологий<br>- Анализировать решение задачи оптимального проектирования и вносить предложения по улучшению объекта проектирования | Защита практической и лабораторной работы. Экзамен.               |
| 6        | ОПК-8.3. Владеть: навыками использования выбранных методов                                                                                                                                                               | Владеть:<br>- Решение задач оптимального проектирования с использованием прикладных программных продуктов                                                                                                              | Защита практической и лабораторной работы. Экзамен.               |

## Типовые задания для оценивания формирования компетенций

**Наименование:** экзамен

**Представление в ФОС:** перечень вопросов

**Перечень вопросов для проведения экзамена:**

| Раздел | Вопросы для проведения экзамена                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | 1. Постановка и примеры задач оптимального проектирования конструкций и технологий.<br>2. Основные понятия теории оптимального проектирования: проектные параметры, критерий оптимальности, условия-ограничения.<br>3. Аналитические и численные методы решения задач оптимального проектирования.<br>4. Оптимальное проектирование на основе решения задачи безусловной оптимизации.<br>5. Решение задач безусловной оптимизации методом перебора, методом покоординатного спуска и методом наискорейшего спуска.<br>6. Минимаксная задача оптимального проектирования грузоподъемного механизма. |
| 2      | 7. Оптимальное проектирование конструкций на основе решения задачи условной оптимизации: оптимальное проектирование сварной группы, оптимальное проектирование трехскоростной ременной передачи.<br>8. Инженерный анализ и топологическая оптимизация конструкции детали.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 3      | 9. Оптимизация режимов резания при точении современным инструментом со сменными пластинами.<br>10. Оптимизация раскроя материалов.<br>11. Оптимизация вспомогательных перемещений инструмента с использованием алгоритмов теории графов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 4      | 12. Задачи линейного программирования: графическое решение и решение симплекс-методом.<br>13. Транспортная задача: решение методом потенциалов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

**Критерии оценки:**

Приведены в разделе 2

**Наименование:** тест

**Представление в ФОС:** набор тестов по разделам дисциплины

**Варианты тестов:**

Варианты тестов представлены в электронном учебном курсе по дисциплине.

**Критерии оценки:**

Приведены в разделе 2

**Наименование:** защита лабораторных работ

**Представление в ФОС:** задания и/или вопросы к защите лабораторных работ

**Варианты заданий:**

Защита лабораторной работы №1. Топологическая оптимизация конструкции детали.

- В чем заключается задача топологической оптимизации?
- Каковы этапы расчета напряжений методом конечных элементов?
- Какие конструктивные условия-ограничения используются при решении задачи топологической оптимизации?

- Какие технологические условия-ограничения используются при решении задачи топологической оптимизации?

**Критерии оценки:**

Приведены в разделе 2

**Наименование:** практические работы

**Представление в ФОС:** набор вариантов заданий

**Варианты заданий:**

Защита практической работы №1. Оптимальное проектирование конструкций на основе решения задачи безусловной оптимизации.

- Как найти точную координату точки минимума или максимума функции одной переменной?
- Укажите необходимое условие экстремума функции одной переменной при отсутствии условий-ограничений.
- Как найти точку экстремума функции с помощью метода перебора?
- В чем недостатки численных методов решения задач оптимизации по сравнению с аналитическими методами?
- В чем достоинства численных методов решения задач оптимизации по сравнению с аналитическими методами?
- Опишите процедуру аналитического решения многомерной задачи оптимизации.
- Всегда ли можно решить многомерную задачу оптимизации аналитически (точно)? Поясните свой ответ.
- Что такое покоординатный спуск?
- Как определить необходимое количество шагов при использовании методов покоординатного и наискорейшего спуска?

**Критерии оценки:**

Приведены в разделе 2

## 2. Критерии и шкалы оценивания

Для контрольных мероприятий (текущего контроля) устанавливается минимальное и максимальное количество баллов в соответствии с таблицей. Контрольное мероприятие считается пройденным успешно при условии набора количества баллов не ниже минимального.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при успешном прохождении обучающимся всех контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

| <i>Разделы дисциплины</i> | <i>Форма контроля</i>                                                                                                                                             | <i>Количество баллов</i> |            |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------|
|                           |                                                                                                                                                                   | <i>min</i>               | <i>max</i> |
| 1                         | Тест по разделу «Постановка и решение задач оптимального проектирования. Оптимальное проектирование конструкций на основе решения задачи безусловной оптимизации» | 0                        | 10         |
| 1                         | Защита практической работы №1. Оптимальное проектирование конструкций на основе решения задачи безусловной оптимизации.                                           | 0                        | 5          |
| 2                         | Тест по разделу «Оптимальное проектирование конструкций»                                                                                                          | 0                        | 10         |
| 2                         | Защита лабораторной работы №1. Топологическая оптимизация конструкции детали.                                                                                     | 0                        | 5          |
| 3                         | Тест по разделу «Оптимальное проектирование технологий»                                                                                                           | 0                        | 10         |
| 4                         | Устный опрос по разделу «Оптимальное планирование»                                                                                                                | 0                        | 10         |
|                           |                                                                                                                                                                   | 0                        | 50         |

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе текущего контроля успеваемости используются следующие критерии. Минимальное количество баллов выставляется обучающемуся при выполнении всех показателей, допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала.

| <i>Наименование, обозначение</i> | <i>Показатели выставления минимального количества баллов</i>                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Практическая работа              | Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.<br>На защите практической работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов          |
| Лабораторная работа              | Лабораторная работа выполнена в полном объеме;<br>Представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями;<br>Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом при защите лабораторной работы, даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов |
| Тест                             | Правильно решено не менее 50% тестовых заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Устный опрос                     | Даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов.<br>Продемонстрированы знания основного учебно-программного материала                                                                                                                                                                                                      |

Итоговая оценка выставляется с использованием следующей шкалы.

| <i>Оценка</i> | <i>Набрано баллов</i> |
|---------------|-----------------------|
| «отлично»     | 45...50               |

|                       |         |
|-----------------------|---------|
| «хорошо»              | 35...44 |
| «удовлетворительно»   | 25...34 |
| «неудовлетворительно» | 0...24  |

Билет к экзамену включает 2 теоретических вопроса.

Промежуточная аттестация проводится в форме устного опроса.

Время на подготовку: 20 минут.

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкала оценки:

| <i><b>Оценка</b></i>  | <i><b>Критерии оценки</b></i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «отлично»             | Обучающийся показал всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, предусмотренного программой, умение уверенно применять на их практике при решении задач (выполнении заданий), способность полно, правильно и аргументировано отвечать на вопросы и делать необходимые выводы. Свободно использует основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой                                                                                       |
| «хорошо»              | Обучающийся показал полное знание теоретического материала, владение основной литературой, рекомендованной в программе, умение самостоятельно решать задачи (выполнять задания), способность аргументировано отвечать на вопросы и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя. Способен к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности                                     |
| «удовлетворительно»   | Обучающийся демонстрирует неполное или фрагментарное знание основного учебного материала, допускает существенные ошибки в его изложении, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий (решении задач), выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов. Владеет знанием основных разделов, необходимых для дальнейшего обучения, знаком с основной и дополнительной литературой, рекомендованной программой                                    |
| «неудовлетворительно» | Обучающийся при ответе демонстрирует существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает грубые ошибки в формулировании основных понятий и при решении типовых задач (при выполнении типовых заданий), не способен ответить на наводящие вопросы преподавателя. Оценка ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по рассматриваемой дисциплине |