

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



Давыдов И.А.

2023 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: очная

общая трудоемкость дисциплины составляет: 5 зачетные единицы

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 11.04. 2023 г. № 4


Заведующий кафедры «Технология машиностроения и приборостроения»

  
11.04. Р. М. Бакиров  
2023 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

  
11.04. А.Н. Шельпяков  
2023 г.

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

  
11.04. Л.Н. Соловьева  
2023 г.

## Аннотация к дисциплине

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

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.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы					СРС	Содержание самостоятельной работы
				контактная						
				лек	пр	лаб	КЧА			
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	
1	Постановка и решение задач оптимального проектирования. Оптимальное проектирование конструкций на основе решения задачи безусловной оптимизации	36	6	10	6	-	-	20	Изучение дополнительного материала, просмотр видео, подготовка к защите практической работы	
2	Оптимальное проектирование конструкций	40	6	8	6	4	-	22	Изучение дополнительного материала, просмотр видео, подготовка к защите практической и лабораторной работ	
3	Оптимальное проектирование технологий	46	6	8	-	12	-	26	Изучение дополнительного материала, просмотр видео, решение задач, подготовка к защите лабораторной работы	
4	Оптимальное планирование	22	6	6	4	-	-	12	Изучение дополнительного материала, подготовка к защите практической работы	
5	Экзамен	36	6	-	-	-	0,4	35,6	Экзамен выставляется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости	
<b>Итого:</b>		<b>180</b>		<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>0,4</b>	<b>115,6</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 практической и лабораторной работы
3	Оптимальное проектирование технологий	ОПК-5.1, 8.1, 8.2, 8.3	2	1, 2	1	Тестирование, защита лабораторных работ
4	Оптимальное планирование	ОПК-5.1, 5.2, 5.3, 8.1, 8.2, 8.3	2	1, 2	1	Защита практической работы

## 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.	10
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.	8
3.	3	Оптимизация режимов резания при точении современным инструментом со сменными пластинами. Оптимизация раскроя материалов. Оптимизация вспомогательных перемещений инструмента с использованием алгоритмов теории графов.	8
4.	4	Задачи линейного программирования: графическое решение и решение симплекс-методом. Транспортная задача: решение методом потенциалов.	6
	<b>Всего</b>		<b>32</b>

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

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоёмкость (час)
1.	1	Оптимальное проектирование конструкций на основе решения задачи безусловной оптимизации. <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>	6
2.	2	Оптимизация конструкций изделий на основе решения задачи нелинейного программирования. <i>Составить математическую модель задачи нелинейного программирования: определить проектные параметры и установить взаимосвязь между ними, сформулировать критерий оптимальности, сформулировать условия-ограничения. Решить задачу нелинейного программирования с использованием Microsoft Excel.</i>	6
3.	4	Решение задач линейного программирования. Транспортная задача. <i>Решить задачу линейного программирования графическим методом и симплекс-методом. Решить транспортную задачу методом потенциалов.</i>	4
	<b>Всего</b>		<b>16</b>

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

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоёмкость (час)
1.	2	Топологическая оптимизация конструкции детали. <i>Выполнить топологическую оптимизацию конструкции детали на основе конечно-элементного моделирования напряженно-деформированного состояния. Соблюсти ряд ограничений, накладываемых на геометрические параметры детали.</i>	4
2.	3	Оптимизация режимов резания. <i>Составить математическую модель задачи оптимизации режимов резания: определить проектные параметры, критерий оптимальности и условия-ограничения. Решить задачу оптимизации режимов резания.</i>	4
3.	3	Оптимизация раскроя заготовок с помощью методов целочисленного линейного программирования. <i>Составить математическую модель задачи целочисленного программирования: определить проектные параметры и установить взаимосвязь между ними, сформулировать критерий оптимальности, сформулировать условия-ограничения. Решить задачу целочисленного программирования.</i>	4
4.	3	Оптимизация вспомогательных перемещений инструмента. <i>Найти оптимальную траекторию вспомогательных перемещений инструмента с использованием алгоритмов теории графов и Microsoft Excel.</i>	4
	<b>Всего</b>		<b>16</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.

ЛР №2. Оптимизация режимов резания.

ЛР №3. Оптимизация раскроя заготовок с помощью методов целочисленного линейного программирования.

ЛР №4. Оптимизация вспомогательных перемещений инструмента.

– защиты практических работ:

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

ПР №2. Оптимизация конструкций изделий на основе решения задачи нелинейного программирования.

ПР №3. Решение задач линейного программирования. Транспортная задача.

– экзамен.

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

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – экзамен.

## **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. Махов А.А. Оптимизация в машиностроении, 2008 - 48 с. — URL: [http://window.edu.ru/resource/326/71326/files/Оптимизация%20в%20машиностроении%20\(метод%20пособие\).pdf](http://window.edu.ru/resource/326/71326/files/Оптимизация%20в%20машиностроении%20(метод%20пособие).pdf). — Режим доступа: свободный.

5. 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.

**б) дополнительная литература:**

6. Аттетков, А.В. Численные методы решения задач многомерной безусловной минимизации. Часть 1. Методы первого и второго порядков [Электронный ресурс]: методические указания по курсу «Методы оптимизации» / А.В. Аттетков, А.Н. Канатников, Е.С. Тверская; под ред. С.Б. Ткачев. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2009. — 48 с. — 2227-8397. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/31795.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
7. Рейзлин В.И. Численные методы оптимизации: учебное пособие. [Электронный ресурс] / В.И. Рейзлин; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011 – 105 с. — URL: <http://window.edu.ru/resource/650/75650/files/OPTIMISATION.pdf>, . — Режим доступа: свободный
8. 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.
9. 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.
10. Смердов, А.А. Аналитическое решение задач оптимального проектирования элементов несущих конструкций [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению домашнего задания / А. А. Смердов. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. — 40 с. — 2227-8397. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/30916.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

**в) методические указания:**

11. 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.
12. 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.
13. 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.

14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. 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: [http://vfistu.ru/images/files/docs/metodichka\\_po\\_oformleniu\\_v3.pdf](http://vfistu.ru/images/files/docs/metodichka_po_oformleniu_v3.pdf). — Режим доступа: свободный.
18. Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы обучающихся. Составители: Е.В. Чумакова, Р.М. Бакиров [Электронный ресурс]. — URL: [http://www.vfistu.ru/images/files/docs/metorg\\_po\\_sam\\_rabote.pdf](http://www.vfistu.ru/images/files/docs/metorg_po_sam_rabote.pdf). — 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.рф>.
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 АРМ 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).

**Приложение к рабочей программе  
дисциплины (модуля)**

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Воткинский филиал  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Ижевский государственный технический университет 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: очная

общая трудоемкость дисциплины составляет: 5 зачетных  
единиц(ы)

## 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.

<b>№ п/п</b>	<b>Коды компетенции и индикаторов</b>	<b>Результат обучения (знания, умения и навыки)</b>	<b>Формы текущего и промежуточного контроля</b>
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: - Методы оптимального проектирования конструкций - 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: - Формулировать и решать задачи оптимального проектирования конструкций и технологий - 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: - 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: - Методы оптимального проектирования конструкций - 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: - Формулировать и решать задачи оптимального проектирования конструкций и технологий - 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: - 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	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Постановка и примеры задач оптимального проектирования конструкций и технологий.</li><li>2. Основные понятия теории оптимального проектирования: проектные параметры, критерий оптимальности, условия-ограничения.</li><li>3. Аналитические и численные методы решения задач оптимального проектирования.</li><li>4. Оптимальное проектирование на основе решения задачи безусловной оптимизации.</li><li>5. Решение задач безусловной оптимизации методом перебора, методом покоординатного спуска и методом наискорейшего спуска.</li><li>6. Минимаксная задача оптимального проектирования грузоподъемного механизма.</li></ol>
2	<ol style="list-style-type: none"><li>7. Оптимальное проектирование конструкций на основе решения задачи условной оптимизации: оптимальное проектирование сварной группы, оптимальное проектирование трехскоростной ременной передачи.</li><li>8. Инженерный анализ и топологическая оптимизация конструкции детали.</li></ol>
3	<ol style="list-style-type: none"><li>9. Оптимизация режимов резания при точении современным инструментом со сменными пластинами.</li><li>10. Оптимизация раскроя материалов.</li><li>11. Оптимизация вспомогательных перемещений инструмента с использованием алгоритмов теории графов.</li></ol>
4	<ol style="list-style-type: none"><li>12. Задачи линейного программирования: графическое решение и решение симплекс-методом.</li><li>13. Транспортная задача: решение методом потенциалов.</li></ol>

**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?

#### Защита лабораторной работы №2. Оптимизация режимов резания.

- Что относится к режимам резания?
- Каковы критерии оптимальности при оптимизации режимов резания?
- Какие условия-ограничения используются при решении задачи оптимизации режимов резания?
- Какие ограничения накладывает станок на выбор режимов резания?
- Какие ограничения накладывает режущий инструмент на выбор режимов резания?
- Сравните режимы резания при черновой и чистовой обработке.
- Перечислите условия-ограничения, накладываемые на режимы резания при черновой токарной обработке.
- Перечислите условия-ограничения, накладываемые на режимы резания при чистовой токарной обработке.
- Перечислите условия-ограничения, накладываемые на режимы резания при сверлении.

#### Защита лабораторной работы №3. Оптимизация раскроя заготовок с помощью методов целочисленного линейного программирования.

- Приведите примеры задач оптимального проектирования раскроя заготовок.
- Каковы критерии оптимальности при решении задач раскроя?
- Каковы условия-ограничения при решении задач раскроя?
- Какие задачи оптимизации называются целочисленными?
- Как формулируется задача линейного программирования?

#### Защита лабораторной работы №4. Оптимизация вспомогательных перемещений инструмента.

- Как формулируется задача оптимизации вспомогательных перемещений инструмента?
- Каков критерий оптимальности при решении задачи оптимизации вспомогательных перемещений инструмента?
- Что такое жадный алгоритм?

#### **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?

Защита практической работы №2. Оптимизация конструкций изделий на основе решения задачи нелинейного программирования.

- Сформулируйте задачу нелинейного программирования. В чем отличие такой задачи от задачи линейного программирования?
- Опишите метод случайного поиска при решении задачи нелинейного программирования.
- В чем заключаются достоинства и недостатки метода случайного поиска?
- Какие условия-ограничения ставятся при оптимальном проектировании конструкций?
- Что является критерием оптимальности при оптимальном проектировании конструкций?
- Как формулируется условие прочности конструкции?
- Как формулируется условие жесткости конструкции?

Защита практической работы №3. Решение задач линейного программирования. Транспортная задача.

- Как формулируется задача линейного программирования?
- Какое количество ограничений-неравенств может содержать задача линейного программирования?
- Сформулируйте задачу линейного программирования в канонической форме.
- Приведите последовательность графического решения задачи линейного программирования.
- Что такое опорная прямая?
- Всегда ли задача линейного программирования имеет решение? Приведите примеры.
- Поясните идею симплекс-метода для решения задачи линейного программирования.
- От чего зависит погрешность решения задачи оптимизации при использовании симплекс-метода?
- Сформулируйте транспортную задачу. Что дано? Что нужно найти?
- Что такое фиктивный пункт назначения? В каком случае он вводится?
- Какие существуют способы составления начального решения транспортной задачи?
- Что такое потенциал перевозки?
- Какое количество ячеек в матрице перевозок должно быть заполнено?
- Как осуществляется переход к новому решению транспортной задачи? Каковы правила построения цикла?
- Как определить, что полученное решение транспортной задачи является оптимальным?

**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	5
1	Защита практической работы №1. Оптимальное проектирование конструкций на основе решения задачи безусловной оптимизации.	0	5
2	Тест по разделу «Оптимальное проектирование конструкций»	0	5
2	Защита практической работы №2. Оптимизация конструкций изделий на основе решения задачи нелинейного программирования.	0	5
2	Защита лабораторной работы №1. Топологическая оптимизация конструкции детали.	0	5
3	Тест по разделу «Оптимальное проектирование технологий»	0	5
3	Защита лабораторной работы №2. Оптимизация режимов резания.	0	5
3	Защита лабораторной работы №3. Оптимизация раскроя заготовок с помощью методов целочисленного линейного программирования.	0	5
3	Защита лабораторной работы №4. Оптимизация вспомогательных перемещений инструмента.	0	5
4	Защита практической работы №3. Решение задач линейного программирования. Транспортная задача.	0	5
		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 серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. На защите практической работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов
Лабораторная работа	Лабораторная работа выполнена в полном объеме; Представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями; 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. 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>Оценка</i>	<i>Критерии оценки</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