

# 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»)**



УТВЕРЖДАЮ

Директор

Давыдов И.А.

2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине: Методы оптимизации технических решений

для направления: 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

по профилю: Технология машиностроения

форма обучения: очно-заочная

Общая трудоемкость дисциплины составляет: 2 зачетных единиц

| Вид учебной работы                            | Всего часов | Семестры |    |  |  |
|-----------------------------------------------|-------------|----------|----|--|--|
|                                               |             | 7        |    |  |  |
| <b>Контактные занятия (всего)</b>             | 26          | 26       |    |  |  |
| В том числе:                                  | -           | -        |    |  |  |
| Лекции                                        | 16          | 16       |    |  |  |
| Практические занятия (ПЗ)                     | -           | -        |    |  |  |
| Семинары (С)                                  | -           | -        |    |  |  |
| Лабораторные работы (ЛР)                      | 10          | 10       |    |  |  |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>         | 46          | 46       |    |  |  |
| В том числе:                                  | -           | -        |    |  |  |
| Курсовой проект (работа)                      | -           | -        |    |  |  |
| Расчетно-графические работы                   | -           | -        |    |  |  |
| Реферат                                       | -           | -        |    |  |  |
| <i>Другие виды самостоятельной работы</i>     | -           | -        |    |  |  |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен) | -           | зачет    |    |  |  |
| Общая трудоемкость                            | час         | 72       | 72 |  |  |
|                                               | зач. ед.    | 2        | 2  |  |  |

Кафедра – Технология машиностроения и приборостроения

Составители – Смирнов Виталий Алексеевич, к.т.н., доцент.

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (уровень бакалавриата), № 1000 от 11.08.2016 и утверждена на заседании кафедры

Протокол от « 25 » 05.2020 № 5

Заведующий кафедрой «Технология машиностроения и приборостроения»

  
\_\_\_\_\_  
« 25 » мая 2020 г.

## СОГЛАСОВАНО

Председатель учебно-методической комиссии  
по направлению подготовки 15.03.05 – Конструкторско-  
технологическое обеспечение машиностроительных  
производств, профиль – Технология машиностроения

  
\_\_\_\_\_  
« 25 » 05 2020 г.

Количество часов рабочей программы соответствует количеству часов рабочего учебного плана направления подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль – Технология машиностроения

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

  
\_\_\_\_\_  
« 25 » 05 2020 г.

## Аннотация к дисциплине

|                                                                       |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                         |                                                                                                                                                      |                                         |                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Название дисциплины                                                   |                   | Методы оптимизации технических решений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                         |                                                                                                                                                      |                                         |                                                                   |
| Номер                                                                 |                   | Академический год                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                         |                                                                                                                                                      | семестр                                 | 7                                                                 |
| Кафедра                                                               |                   | Программа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                         | 15.03.05 «Конструкторско – технологическое обеспечение машиностроительных производств» (уровень бакалавриата), профиль – «Технология машиностроения» |                                         |                                                                   |
| Составитель                                                           |                   | Смирнов В.А., к.т.н., доцент                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                         |                                                                                                                                                      |                                         |                                                                   |
| Цели и задачи дисциплины, основные темы                               |                   | <p><b>Цель:</b> ознакомление с методами решения задач оптимизации технических решений в машиностроении.</p> <p><b>Задачи:</b> приобретение знаний по методам условной оптимизации в технических приложениях; приобретение умений применять методы оптимизации для получения оптимальных решений технических задач машиностроения; приобретение навыков решения задач оптимизации с использованием программных продуктов.</p> <p><b>Знания:</b> методы условной оптимизации в технических приложениях.</p> <p><b>Умения:</b> применять методы оптимизации для получения оптимальных решений технических задач машиностроения</p> <p><b>Навыки:</b> НАВЫКАМИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ</p> <p><b>Лекции (основные темы):</b> Введение. Основные понятия теории оптимизации. Формулировка и решение задач условной оптимизации в технических приложениях. Формулировка и решение целочисленных задач условной оптимизации в технических приложениях.</p> <p><b>ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ:</b> ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ. Задачи целочисленной оптимизации. ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА.</p> |                                                                                                                         |                                                                                                                                                      |                                         |                                                                   |
| Основная литература                                                   |                   | <p>1.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. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/31795.html">http://www.iprbookshop.ru/31795.html</a></p> <p>2.Денисова, С. Т. Методы оптимальных решений [Электронный ресурс] : ПРАКТИКУМ / С. Т. Денисова, Р. М. Безбородникова, Т. А. Зеленина. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 197 с. — 978-5-7410-1204-8. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/52326.html">http://www.iprbookshop.ru/52326.html</a></p>                                                                                                                                                                              |                                                                                                                         |                                                                                                                                                      |                                         |                                                                   |
| Технические средства                                                  |                   | Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, для самостоятельной работы студентов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                         |                                                                                                                                                      |                                         |                                                                   |
| Компетенции                                                           |                   | Приобретаются студентами при освоении дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                         |                                                                                                                                                      |                                         |                                                                   |
| Профессиональные                                                      |                   | ПК-3. Способность участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых, нравственных аспектов профессиональной деятельности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                         |                                                                                                                                                      |                                         |                                                                   |
| Зачетных единиц                                                       | 2                 | Форма проведения занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Лекции                                                                                                                  | Практические занятия                                                                                                                                 | ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ                     | Самостоятельная работа                                            |
|                                                                       |                   | Всего часов - 72                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 16                                                                                                                      | -                                                                                                                                                    | 10                                      | 46                                                                |
| Виды контроля                                                         | Диф.зач /зач/ экз | КП/КР                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Условие зачета дисциплины                                                                                               | Получение оценки «зачтено»                                                                                                                           | Форма проведения самостоятельной работы | Подготовка к лабораторным занятиям, зачету; выполнение заданий СР |
| формы                                                                 | Зачет             | нет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                         |                                                                                                                                                      |                                         |                                                                   |
| Перечень дисциплин, знание которых необходимо для изучения дисциплины |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Математическое моделирование технологических процессов в машиностроении, инженерный анализ и оптимальное проектирование |                                                                                                                                                      |                                         |                                                                   |

## 1. Цели и задачи дисциплины:

**Целью** преподавания дисциплины является ознакомление с методами решения задач оптимизации технических решений в машиностроении.

**Задачи** дисциплины:

- приобретение знаний по методам условной оптимизации в технических приложениях;
- приобретение умений применять методы оптимизации для получения оптимальных решений технических задач машиностроения;
- приобретение навыков решения задач оптимизации с использованием программных продуктов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- методы условной оптимизации в технических приложениях;

**уметь:**

- применять методы оптимизации для получения оптимальных решений технических задач машиностроения;

**владеть:**

- навыками решения задач оптимизации с использованием программных продуктов.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блок 1. Дисциплины (модули).

Для изучения дисциплины студент должен

**знать:**

- основные положения теории математического моделирования технических систем;
- способы построения математических моделей технологических процессов в машиностроении;

**уметь:**

- использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления;
- оценивать точность и достоверность результатов моделирования.

**владеть:**

- навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Математическое моделирование технологических процессов в машиностроении, Инженерный анализ и оптимальное проектирование.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

### 3.1. Знания, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

| № п/п | Знания                                                |
|-------|-------------------------------------------------------|
| 1     | методы условной оптимизации в технических приложениях |

### 3.2. Умения, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

| № п/п | Умения                                                                                          |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | применять методы оптимизации для получения оптимальных решений технических задач машиностроения |

### 3.3. Навыки, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

| № п/п | Навыки                                                           |
|-------|------------------------------------------------------------------|
| 1     | решения задач оптимизации с использованием программных продуктов |

### 3.4. Компетенции, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

| Компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Знания<br>(№№ из 3.1) | Умения<br>(№№ из 3.2) | Навыки<br>(№№ из 3.3) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>ПК-3.</b> Способность участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых, нравственных аспектов профессиональной деятельности | 1                     | 1                     | 1                     |

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Разделы дисциплин и виды занятий

| №<br>п/<br>п | Раздел<br>дисциплины                                                                       | Семестр | Неделя<br>семестра             | Виды учебной работы,<br>включая<br>самостоятельную<br>работу студентов и<br>трудоёмкость (в часах) |      |     |      | Формы текущего контроля<br>успеваемости (по неделям<br>семестра)<br>Форма промежуточной аттестации<br>(по семестрам) |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |                                                                                            |         |                                | лек                                                                                                | прак | лаб | СРС* |                                                                                                                      |
| 1.           | Введение. Основные понятия теории оптимизации.                                             | 7       | 1<br>2                         | 4                                                                                                  | -    | -   | 10   | Ответы на вопросы на лекции. Тестирование                                                                            |
| 2.           | Формулировка и решение задач условной оптимизации в технических приложениях.               | 7       | 3<br>4<br>5<br>6<br>7          | 6                                                                                                  | -    | 4   | 18   | Ответы на вопросы на лекции. Контрольная работа. Аттестация 1. Защита лабораторной работы.                           |
| 3.           | Формулировка и решение целочисленных задач условной оптимизации в технических приложениях. | 7       | 8<br>9<br>10<br>11<br>12<br>13 | 6                                                                                                  | -    | 6   | 16   | 2 аттестация. Защита лабораторной работы. Вопросы к зачету.                                                          |
|              | Зачет.                                                                                     |         |                                |                                                                                                    |      |     | 2    | Вопросы и задания на зачет                                                                                           |
|              | Всего за семестр, в том числе контроль самостоятельной работы                              |         |                                | 16                                                                                                 | -    | 10  | 46   |                                                                                                                      |

### 4.2. Содержание разделов курса

| №<br>п/п | Раздел<br>дисциплины                                                                                                                                                                                  | Знания<br>(номер из 3.1) | Умения<br>(номер из 3.2) | Навыки<br>(номер из 3.3) |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1        | 1. Введение.<br>2. Основные понятия теории оптимизации технических решений.<br>3. Методы практического решения задач оптимизации технических решений.                                                 | 1                        | 1                        | 1                        |
| 2        | 1. Минимаксная задача оптимизации.<br>2. Задача оптимизации режимов резания.                                                                                                                          | 1                        | 1                        | 1                        |
| 3        | 1. Целочисленные задачи оптимизации в технических приложениях. Задачи раскроя заготовок.<br>2. Транспортная задача. Получение начального решения. Получение оптимального решения методом потенциалов. | 1                        | 1                        | 1                        |



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

| № п/п        | № раздела дисциплины | Наименование темы лабораторной работы и ее содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Трудоемкость (час) |
|--------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1.           | 2                    | Оптимизация режимов резания<br><i>Составить математическую модель задачи оптимизации режимов резания. Определить проектные параметры. Формализовать условия-ограничения, определяемые станком, деталью, инструментом. Формализовать критерий оптимальности. Получить оптимальные значения режимов резания с использованием инструментов Excel.</i> | 4                  |
| 2.           | 3                    | Задачи целочисленной оптимизации<br><i>Составить математическую модель задачи определения оптимального раскроя заготовок на детали требуемых размеров. Формализовать условия-ограничения по комплектности деталей и общему количеству заготовок. Получить решения целочисленной задачи оптимизации с помощью инструментов Excel.</i>               | 3                  |
| 3.           | 3                    | Транспортная задача<br><i>Сформулировать транспортную задачу. Получить начальное решение задачи методом минимального элемента. Получить решение задачи методом потенциалов и с помощью инструментов Excel.</i>                                                                                                                                     | 3                  |
| <b>Всего</b> |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>10</b>          |

#### 5. Содержание самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

##### 5.1.Содержание самостоятельной работы

| № п/п        | № раздела дисциплины | Наименование тем                                                                           | Трудоемкость (час) |
|--------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1            | 1                    | Введение. Основные понятия теории оптимизации.                                             | 10                 |
| 2            | 2                    | Формулировка и решение задач условной оптимизации в технических приложениях.               | 18                 |
| 3            | 3                    | Формулировка и решение целочисленных задач условной оптимизации в технических приложениях. | 16                 |
| Зачет        |                      | Подготовка к зачету                                                                        | 2                  |
| <b>Всего</b> |                      |                                                                                            | <b>46</b>          |

**5.2.Оценочные средства,** используемые для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по итогам освоения дисциплины, их виды и формы, требования к ним и шкалы оценивания приведены в приложении к рабочей программе дисциплины «Фонд оценочных средств по дисциплине «Методы оптимизации технических решений», которое оформляется в виде отдельного документа.

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

##### а) Основная литература

| № п/п | Наименование книги                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Год издания |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1     | 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. — | 2009        |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|   | М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2009. — 48 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/31795.html">http://www.iprbookshop.ru/31795.html</a>                                                                                                                                                                |      |
| 2 | Денисова, С. Т. Методы оптимальных решений [Электронный ресурс] : практикум / С. Т. Денисова, Р. М. Безбородникова, Т. А. Зеленина. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 197 с. — 978-5-7410-1204-8. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/52326.html">http://www.iprbookshop.ru/52326.html</a> | 2015 |

#### б) Дополнительная литература

| № п/п | Наименование книги                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Год издания |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1     | 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. Режим доступа: <a href="http://window.edu.ru/resource/650/75650/files/OPTIMISATION.pdf">http://window.edu.ru/resource/650/75650/files/OPTIMISATION.pdf</a> , свободный                    | 2011        |
| 2     | 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. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/72699.html">http://www.iprbookshop.ru/72699.html</a> | 2015        |
| 3     | 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. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/75303.html">http://www.iprbookshop.ru/75303.html</a>         | 2012        |

#### в) Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет:

1. Электронная библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>
2. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>
4. База данных Scopus <https://www.scopus.com> Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru>
5. Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>
6. Бесплатная электронная Интернет библиотека нормативно-технической литературы ТехЛит <http://www.tehlit.ru/>
7. База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyyreestr-professionalnykh-standartov/>
8. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>
9. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>
10. Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>
11. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>
12. Мировая цифровая библиотека <https://www.wdl.org/ru/> Электронная библиотека Programmer's Klondike <https://proklondike.net/>

#### **г) Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

1. Смирнов В.А. Методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Методы оптимизации технических решений» на тему «Оптимизация режимов резания». Воткинский филиал ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. Воткинск, 2012. – 12 с.

2. Смирнов В.А. Методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Методы оптимизации технических решений» на тему «Задачи целочисленной оптимизации». Воткинский филиал ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. Воткинск, 2017. – 10 с.

3. Смирнов В.А. Методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Методы оптимизации технических решений» на тему «Транспортная задача». Воткинский филиал ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. Воткинск, 2018. – 10 с.

4. 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]. Режим доступа: [HTTP://VFISTU.RU/IMAGES/FILES/DOCS/METODICHKA\\_PO\\_OFORMLENIU\\_V3.PDF](http://vfistu.ru/images/files/docs/metodichka_po_oformleniu_v3.pdf)

5. Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы обучающихся. Составители: Е.В. Чумакова, Р.М. Бакиров [Электронный ресурс]. Режим доступа: [HTTP://WWW.VFISTU.RU/IMAGES/FILES/DOCS/METORG\\_PO\\_SAM\\_RABOTE.PDF](http://www.vfistu.ru/images/files/docs/metorg_po_sam_rabote.pdf)

#### **д) Программное обеспечение**

1. Microsoft Office.
2. КОМПАС-3D.

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

1. Специальные помещения - учебные аудитории для проведения: занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, оборудованные доской, столами, стульями.

2. Специальные помещения - учебные аудитории для проведения: занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, оборудованные специальными приборами и установками, доской, столами, стульями.

3. Специальные помещения - учебные аудитории для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, оборудованные доской, столами, стульями.

4. Специальные помещения - учебные аудитории для организации и проведения самостоятельной работы студентов, оборудованные компьютерами с возможностью подключения к сети «Интернет», столами, стульями.



## Лист утверждения рабочей программы дисциплины на учебный год

Рабочая программа дисциплины утверждена на ведение учебного процесса в учебном году:

| Учебный<br>год | «Согласовано»:<br>заведующий кафедрой,<br>ответственной за РПД<br>(подпись и дата)             |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2021 - 2022    |  - 19.05.2021 |
| 2022 - 2023    |                                                                                                |
| 2023 - 2024    |                                                                                                |
| 2024 - 2025    |                                                                                                |
| 2025 - 2026    |                                                                                                |

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»  
Кафедра «Технология машиностроения и приборостроения»

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Методы оптимизации технических решений  
(наименование дисциплины)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств»  
(шифр и наименование направления/специальности)

Технология машиностроения  
(наименование профиля/специальности/магистерской программы)

бакалавр  
квалификация (степень) выпускника

**ПАСПОРТ  
ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ»**  
(наименование дисциплины)

| №<br>п/п | Раздел<br>дисциплины                                                                       | Код<br>контролируемой<br>компетенции<br>(или ее части) | Наименование оценочного<br>средства            |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1        | Введение. Основные понятия теории оптимизации.                                             | ПК-3                                                   | Тест                                           |
| 2        | Формулировка и решение задач условной оптимизации в технических приложениях.               | ПК-3                                                   | Контрольная работа. Защита лабораторной работы |
| 3        | Формулировка и решение целочисленных задач условной оптимизации в технических приложениях. | ПК-3                                                   | Защита лабораторной работы                     |
| 4        |                                                                                            |                                                        | Зачет                                          |

**ОПИСАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ФОС**

**Наименование:** зачет

**Представление в ФОС:** перечень вопросов

**Перечень вопросов для проведения зачета:**

1. Основные понятия теории оптимизации технических решений.
2. Методы практического решения задач оптимизации технических решений
3. Минимаксная задача оптимизации.
4. Задача оптимизации режимов резания.
5. Целочисленные задачи оптимизации в технических приложениях. Задачи раскрытия заготовок.
6. Транспортная задача. Получение начального решения. Получение оптимального решения методом потенциалов.

**Критерии оценки:**

Приведены в разделе 2

**Наименование:** тест

**Представление в ФОС:** набор тестов

**Варианты тестов:**

**1. К какому типу проектных параметров относится величина "количество станков"?**

- Непрерывный
- Дискретный
- Логический
- Численный

**2. Найдите правильное описание задачи безусловной оптимизации**

- Найти значения проектных параметров, обращающих в максимум или минимум критерий оптимальности при отсутствии условий-ограничений
- Найти значения проектных параметров, обращающих в максимум или минимум критерий оптимальности при выполнении условий-ограничений
- Найти значения проектных параметров, удовлетворяющих условиям-ограничениям
- Найти значения проектных параметров, обращающих в ноль критерий оптимальности

**3. Дано следующее описание задачи оптимизации: "найти размеры винтового домкрата, имеющего минимальную массу, при этом должны обеспечиваться прочность, износостойкость и устойчивость конструкции". Что в этой задаче является критерием оптимальности?**

- размеры домкрата
- механические напряжения в конструкции домкрата
- масса домкрата

- износостойкость домкрата

**4. Какие из перечисленных условий-ограничений будут являться ограничениями-неравенствами?**

- Условие прочности изделия
- Заданная длина изделия
- Ограничение максимальной деформации изделия
- Заданный материал изделия

**5. Как формулируется задача условной оптимизации?**

- найти значения переменных, при которых целевая функция достигает максимального значения
- найти значения переменных, при которых градиент целевой функции достигает максимального или минимального значения
- найти значения переменных, обращающих в максимум или минимум целевую функцию, при наличии условий-ограничений
- найти значения переменных, при которых градиент целевой функции достигает максимального или минимального значения при наличии условий-ограничений

**6. Какие условия-ограничения следует задавать при решении задачи оптимизации режимов чернового точения?**

- Ограничение по допустимой мощности резания
- Ограничение по допустимой шероховатости обработанной поверхности
- Ограничение по скорости резания, допустимой теплостойкостью режущей пластины
- Ограничение по предельной деформации заготовки и инструмента

**7. В чем заключается отличительная особенность задач целочисленной оптимизации?**

- Значение целевой функции может быть только целым числом
- Значения проектных параметров могут быть только целыми числами
- В условиях-ограничениях могут использоваться только целые числа
- Количество шагов расчета может быть только целым числом

**8. В чем заключается численный метод покоординатного подъема?**

- Выбирается стартовая точка. Рассчитывается градиент функции в стартовой точке. Выполняется шаг в новую точку в направлении градиента функции. Далее вычисления повторяются до достижения заданной точности решения.
- Выбирается стартовая точка. Рассчитывается градиент функции в стартовой точке. Выполняется шаг в новую точку в направлении, противоположном градиенту функции. Далее вычисления повторяются до достижения заданной точности решения.
- Выбирается стартовая точка. Фиксируются значения всех переменных кроме первой. Выполняется шаг вдоль этой переменной в направлении возрастания функции. Далее шаги повторяются, при этом поочередно изменяется каждая переменная. Вычисления повторяются до достижения заданной точности решения.
- Выбирается стартовая точка в области допустимых решений. Выполняется шаг в направлении возрастания функции до достижения локального максимума. Далее шаги повторяются до достижения заданной точности решения.

**9. В чем недостатки численных методов решения задач оптимизации по сравнению с аналитическими методами?**

- численные методы могут использоваться лишь для решения наиболее простых задач
- численные методы позволяют найти лишь локальный оптимум
- численные методы позволяют получить лишь приближенное решение
- численные методы не подходят для реализации в виде компьютерной программы

**Критерии оценки:**

Приведены в разделе 2

**Наименование: контрольная работа**

**Представление в ФОС:** набор вариантов заданий

**Варианты заданий:**

Задача №1

Рассчитать оптимальные режимы резания ( $s$ ,  $n$ ) для операции чернового точения, обеспечивающие максимальную производительность обработки, при соблюдении условий-ограничений по станку, заготовке и режущему инструменту. Исходные данные приведены в таблицах.

| Вариант | Рис | заготовка |                |          |          |          |         |            |
|---------|-----|-----------|----------------|----------|----------|----------|---------|------------|
|         |     | $L$ , мм  | $l_{обр}$ , мм | $d$ , мм | $D$ , мм | материал | окалина | $f_z$ , мм |
| 1       | 1   | 500       | 450            | 50       | 80       | 40XH     | есть    | 0,08       |

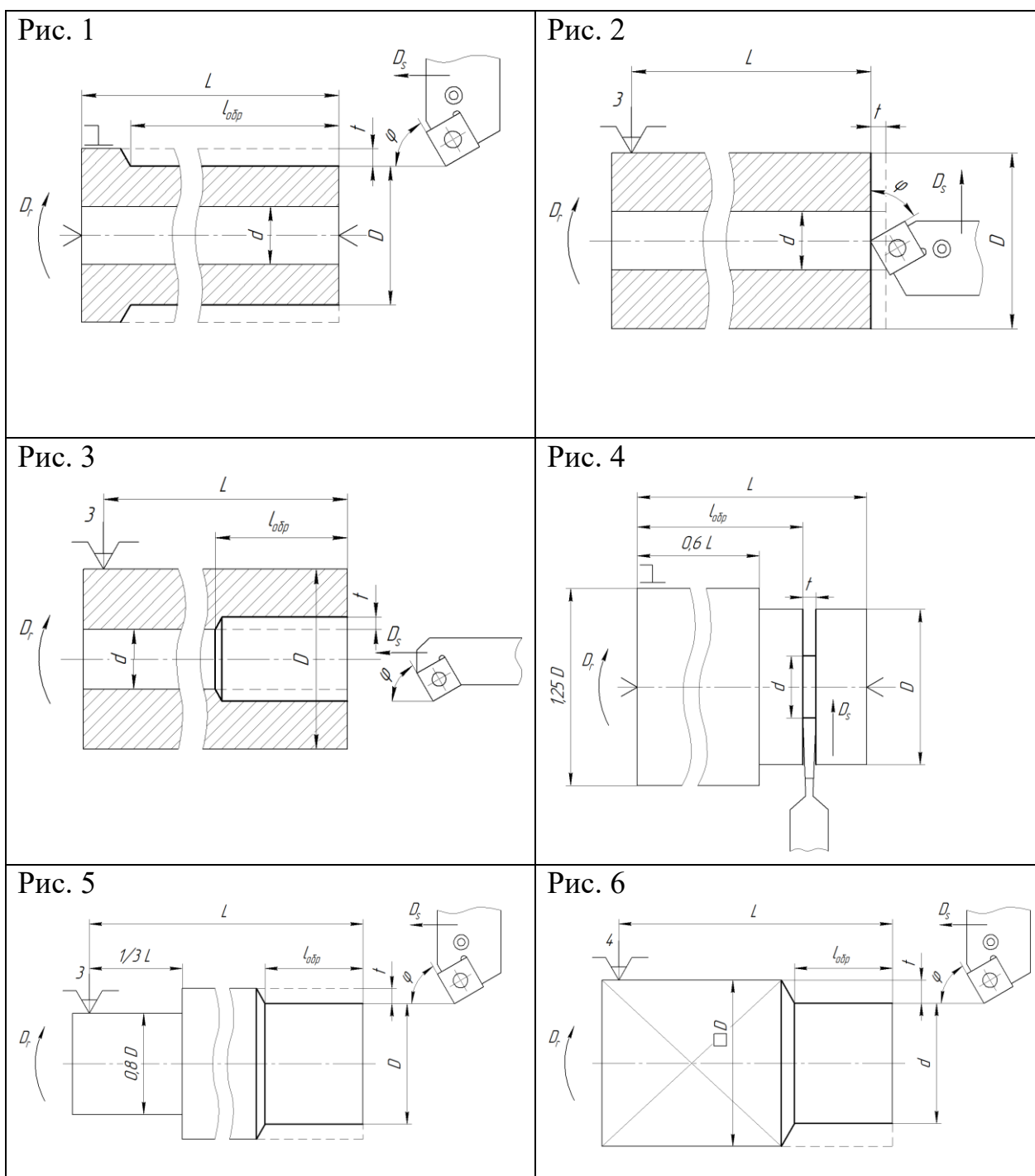
|    |   |     |     |    |     |         |      |      |
|----|---|-----|-----|----|-----|---------|------|------|
| 2  | 2 | 300 | -   | 40 | 100 | 20X13   | нет  | 0,15 |
| 3  | 3 | 200 | 80  | 36 | 75  | 40XH2MA | есть | 0,1  |
| 4  | 4 | 400 | 250 | 85 | 125 | 30XГСА  | нет  | 0,1  |
| 5  | 5 | 300 | 150 | -  | 50  | АМг6    | нет  | 0,12 |
| 6  | 6 | 300 | 125 | -  | 64  | 40XC    | нет  | 0,08 |
| 7  | 1 | 550 | 500 | 60 | 100 | Л63     | нет  | 0,1  |
| 8  | 2 | 250 | -   | 36 | 75  | У10А    | нет  | 0,12 |
| 9  | 3 | 150 | 60  | 44 | 90  | 38X2Ю   | нет  | 0,08 |
| 10 | 4 | 360 | 300 | 60 | 100 | 15X5ВФ  | нет  | 0,08 |
| 11 | 5 | 460 | 180 | -  | 64  | 40XH2MA | нет  | 0,1  |
| 12 | 6 | 280 | 100 | -  | 44  | 40XC    | нет  | 0,08 |

| Вари-<br>ант | резец           |                |            |               |              |               |            |                      |
|--------------|-----------------|----------------|------------|---------------|--------------|---------------|------------|----------------------|
|              | $\varphi^\circ$ | $\gamma^\circ$ | $r_b$ , мм | дер-<br>жавка | вылет,<br>мм | реж.<br>часть | $f_p$ , мм | $S_{max}$ ,<br>мм/об |
| 1            | 45              | 10             | 1,2        | 25x25         | 50           | T5K10         | 0,15       | 1,8                  |
| 2            | 90              | 10             | 1,6        | 20x20         | 60           | BK8           | 0,1        | 2                    |
| 3            | 60              | 0              | 2          | Ø16           | 85           | T15K6         | 0,08       | 1,8                  |
| 4            | -               | 0              | 0,8        | 5x30          | 40           | BK8           | 0,1        | 2                    |
| 5            | 30              | 10             | 2,4        | 20x20         | 60           | P6M5          | 0,12       | 3                    |
| 6            | 45              | 10             | 0,4        | 16x16         | 30           | T5K10         | 0,1        | 1,8                  |
| 7            | 30              | 10             | 2          | 20x20         | 35           | BK8           | 0,12       | 2                    |
| 8            | 45              | 5              | 0,8        | 25x25         | 75           | T15K6         | 0,1        | 1,8                  |
| 9            | 45              | 10             | 2,4        | Ø18           | 70           | BK6           | 0,15       | 2,2                  |
| 10           | -               | 10             | 0,4        | 8x36          | 36           | BK8           | 0,12       | 1,6                  |
| 11           | 45              | 5              | 1,2        | 25x25         | 65           | T5K10         | 0,1        | 2                    |
| 12           | 30              | 5              | 1,6        | 20x20         | 60           | T15K6         | 0,1        | 1,8                  |

| Вари-<br>ант | станок                |                       |                      |                      |           | $t$ , мм |
|--------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------|----------|
|              | $n_{min}$ ,<br>об/мин | $n_{max}$ ,<br>об/мин | $S_{min}$ ,<br>мм/об | $S_{max}$ ,<br>мм/об | $N$ , кВт |          |
| 1            | 50                    | 3000                  | 0,05                 | 3                    | 7         | 5        |
| 2            | 40                    | 4000                  | 0,05                 | 4                    | 10        | 4        |
| 3            | 50                    | 3000                  | 0,05                 | 3                    | 6         | 4        |
| 4            | 40                    | 4000                  | 0,05                 | 4                    | 12        | 5        |
| 5            | 50                    | 3000                  | 0,05                 | 3                    | 8         | 6        |
| 6            | 40                    | 4000                  | 0,05                 | 4                    | 10        | 8        |
| 7            | 40                    | 4000                  | 0,05                 | 3                    | 7         | 4        |
| 8            | 50                    | 3000                  | 0,05                 | 4                    | 10        | 5        |
| 9            | 40                    | 4000                  | 0,05                 | 3                    | 6         | 5        |
| 10           | 50                    | 3000                  | 0,05                 | 4                    | 12        | 4        |
| 11           | 40                    | 4000                  | 0,05                 | 3                    | 8         | 5        |
| 12           | 50                    | 3000                  | 0,05                 | 4                    | 10        | 6        |

Условные обозначения:  $L$ ,  $l_{обр}$ ,  $d$ ,  $D$  - размеры заготовки согласно схемы резания;  $f_z$  - допустимый прогиб заготовки;  $\varphi$ ,  $\gamma$ ,  $r_b$  - геометрические параметры резца;  $f_p$  - допустимый прогиб резца;  $S_{max}$  - наибольшая подача, допускаемая прочностью режущей пластины;  $n_{min}$ ,  $n_{max}$  - предельные значения частот вращения шпинделя

станка;  $S_{\min}$ ,  $S_{\max}$  - предельные значения подачи станка;  $N$  - мощность электродвигателя станка;  $t$  - глубина резания.



### Задача №2

Найти оптимальные режимы резания ( $s$ ,  $n$ ) для операции сверления спиральным сверлом, обеспечивающие максимальную производительность обработки, при соблюдении условий-ограничений по мощности электродвигателя станка, по диапазонам режимных параметров станка, по температуре режущей части инструмента (стойкости сверла), по шероховатости обработанной поверхности. Исходные данные приведены в таблицах.

|         |           |        |
|---------|-----------|--------|
| Вариант | Заготовка | Сверло |
|---------|-----------|--------|



|           | Материал  | $Ra$ , мкм | $D$ , мм | $L$ , мм | Материал |
|-----------|-----------|------------|----------|----------|----------|
| <b>13</b> | 40XH      | 6,3        | 25       | 100      | P6M5     |
| <b>14</b> | 20X13     | 6,3        | 14       | 65       | P6M5K5   |
| <b>15</b> | СЧ20      | 6,3        | 18       | 50       | BK8      |
| <b>16</b> | 12X18H10T | 6,3        | 20       | 75       | P6M5K5   |

| Вариант   | Станок              |                     |             |             |           |
|-----------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|-----------|
|           | $n_{\min}$ , об/мин | $n_{\max}$ , об/мин | $S_{\min}$  | $S_{\max}$  | $N$ , кВт |
| <b>13</b> | 12,5                | 1600                | 2,2 мм/мин  | 1760 мм/мин | 8,3       |
| <b>14</b> | 45                  | 2000                | 0,1 мм/об   | 1,6 мм/об   | 2,2       |
| <b>15</b> | 20                  | 1600                | 2,5 мм/мин  | 2000 мм/мин | 4,5       |
| <b>16</b> | 20                  | 2000                | 0,056 мм/об | 2,5 мм/об   | 5,5       |

Условные обозначения:  $Ra$  - шероховатость обработанного отверстия по чертежу детали;  $D$  - диаметр сверла и отверстия;  $L$  - глубина отверстия;  $N$  - мощность электродвигателя привода главного движения станка;  $n_{\min}$ ,  $n_{\max}$  - минимальная и максимальная частоты вращения шпинделя станка;  $S_{\min}$ ,  $S_{\max}$  - минимальная и максимальная подачи сверла.

**Критерии оценки:**

Приведены в разделе 2

**Наименование:** защита лабораторных работ

**Представление в ФОС:** задания и требования к выполнению представлены в методических указаниях по дисциплине

**Варианты заданий:** задания и требования к выполнению представлены в методических указаниях по дисциплине

**Критерии оценки:**

Приведены в разделе 2

## 2 Критерии оценки:

| № | Компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                | Дескрипторы                                                                                                                                                              | Вид, форма оценочного мероприятия | Уровень освоения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                          |                                   | Компетенция освоена*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | неудовлетворительно                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                          |                                   | отлично                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | хорошо                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | удовлетворительно                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|   | ПК-3. Способность участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых, нравственных аспектов профессиональной деятельности | 31. Методы условной оптимизации в технических приложениях                                                                                                                | Контрольная работа                | Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.                                                                                                                                                                     | Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.                                                                                                                                                                             | Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению                                                                                                |  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                          | тест                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | У1. Применять методы оптимизации для получения оптимальных решений технических задач машиностроения Н1. Решение задач оптимизации с использованием программных продуктов | Защита лабораторных работ         | выставляется студенту, если задание выполнено в полном объёме с соблюдением необходимой последовательности. Студенты работают полностью самостоятельно: подбирают необходимые для выполнения предлагаемых работ в задании источники знаний, показывают необходимые для проведения практической работы теоретические знания, практические умения и навыки. | выставляется студенту, если задание выполнено в полном объёме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Студенты используют указанные преподавателем источники знаний, включая страницы атласа, таблицы из приложения к учебнику, страницы из справочной литературы по предмету. Задание показывает знание учащихся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы. | выставляется студенту, если задание на работу выполняется и оформляется студентами при помощи преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполненных на «отлично» данную работу студентов. На выполнение задания затрачивается много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при решении конкретной задачи. | выставляется, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие умения применить знания к решению практической задачи. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента. |  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                          |                                      |                                                                                                                                                                                                                                |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | Дескрипторы                                                                                                                                                                                                                              | Вид, форма<br>оценочного мероприятия | зачет                                                                                                                                                                                                                          |  |  | незачет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|  |  | З1. Методы условной оптимизации в технических приложениях<br>У1. Применять методы оптимизации для получения оптимальных решений технических задач машиностроения<br>Н1. Решение задач оптимизации с использованием программных продуктов | зачет                                | Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины. |  |  | Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине |