



---

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический  
университет» (БГТУ)

---

Учебно-научный технологический институт  
*(наименование факультета/института)*

Кафедра «Автоматизированные технологические системы»  
*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор по учебной  
работе

\_\_\_\_\_ В.А. Шкаберин  
«20» апреля 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
учебной дисциплины

«Адаптивные и оптимальные системы управления»  
*(наименование дисциплины)*

15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

Автоматизация и управление технологическими процессами и  
производствами  
*(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)*

высшее образование – магистратура  
*(уровень образования)*

магистр  
*(квалификация, присваиваемая по специальности или направлению подготовки)*

очная  
*(форма обучения)*

2023  
*(год набора)*

Брянск 2023

**Рабочая программа учебной дисциплины**  
**«Адаптивные и оптимальные системы управления»**

*(наименование дисциплины)*

**15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

**Автоматизация и управление технологическими процессами и  
производствами**

*(направленность (профиль)/специализация образовательной программы)*

**Разработал(и):**

доцент, к.т.н., доцент

*(должность, ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

С.Ю. Съянов

*(И.О. Фамилия)*

*(должность, ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

*(И.О. Фамилия)*

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
**«Автоматизированные технологические системы»**

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

**«01» марта 2023 г., протокол № 2**

**Заведующий кафедрой**

к.т.н., доцент

*(ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

В.А. Хандожко

*(И.О. Фамилия)*

**Согласовано:**

**Заведующий выпускающей кафедрой**

**«Автоматизированные технологические системы»**

*(наименование выпускающей кафедры)*

к.т.н., доцент

*(ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

Хандожко В.А.

*(И.О. Фамилия)*

© Съянов С.Ю., 2023

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет», 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС .....	5
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ .....	8
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
5.1. Структура дисциплины.....	8
5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины.....	10
5.3. Лекции .....	10
5.4. Лабораторные работы .....	12
5.5. Практические занятия .....	12
5.6. Самостоятельная работа обучающихся .....	16
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	19
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	19
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	20
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	21
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся .....	21
8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	21
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины .....	22
8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем .....	23
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	23
10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	23

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	25
11.1. Методические материалы для педагогических работников .....	25
11.2. Методические материалы для обучающихся .....	27
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	28
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины .....	28
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости .....	29
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся .....	31
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине .....	32
12.5. Характеристика результатов обучения .....	32
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	32
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....	32

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Учебная дисциплина «Адаптивные и оптимальные системы управления» (далее – дисциплина) ориентирована на формирование у обучающихся компетенций в рамках основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств, профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

### **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель освоения дисциплины – формирование у магистров системы знаний в области оптимального и адаптивного управления и современных методах их построения.

Выпускник должен знать:

- критерии оптимальности систем управления;
- методы определения оптимальной структуры и параметров систем управления;
- способы построения адаптивных систем;
- методы идентификации объектов.

Уметь:

- выбирать оптимальные решения при моделировании системы управления;
- решать задачи оптимального управления;
- идентифицировать динамические системы.

Владеть:

- навыками оптимизации структуры и параметров систем управления с использованием современных программных средств моделирования процессов;
- навыками настройки адаптивных систем.

### **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС**

Дисциплина входит в обязательную часть, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана образовательной программы и реализуется на 1 курсе(-ах) в 2 семестре(-ах).

Предварительно изучаются дисциплины: «Интегрированные системы проектирования и управления».

Параллельно изучаются дисциплины: «Проектирование приводов автоматизированных систем».

Базируются на изучении дисциплины: «Интегрированные системы проектирования и управления».

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций ОПК-5, ОПК-12, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ОПК-5. Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	ОПК-5.1 Знает аналитические и численные методы математического моделирования технических систем ОПК-5.2 Умеет разрабатывать математические модели машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов ОПК-5.3 Имеет навыки создания математических моделей технических систем	классическое вариационное исчисление, принцип максимума, динамическое программирование, методы поиска экстремума	решать задачи оптимального управления с помощью вариационных методов исчисления, принципа максимума и метода динамического программирования, рассчитывать регуляторы тока и напряжения систем управления в соответствии с техни-	навыками оптимизации структуры и параметров систем с использованием современных программных средств моделирования и оптимизации систем.

			ческим и сим- мет- ричным опти- мумом	
ОПК-12. спосо- бен разрабатывать и оптимизировать алгоритмы и современные цифровые си- стемы автоматизиро- ванно го проектирова- ния технологиче- ских процессов, создавать программы изготовления деталей и узлов различной сложности на станках с число- вым программным управлением, проектировать алгоритмы функциониро- вания гибких производствен- ных систем	ОПК-12.1 Знает принципы по- строения и функционирования современных систем автоматизированного проектирования технологиче- ских процессов ОПК-12.2 Умеет создавать про- граммы изготовления деталей и узлов различной сложности на станках с числовым программ- ным управлением, проектиро- вать алгоритмы функциониро- вания гибких производственных систем ОПК-12.3 Имеет навыки проек- тирования алгоритмов функцио- нирования и управления гибки- ми производственными систе- мами	методы иден- тифи- кации обору- дования при разра- ботке адап- тивных систем управ- ления	моде- лиро- вать разо- мкну- тую си- стему управ- ления, конту- ры тока и ско- рости систе- мы управ- ления, иден- тифи- циро- вать дина- миче- ские систе- мы с приме- нением нейро- регуля- торов; проек- тиро- вать ис- кус- ствен- ные нейрон ные се- ти для опти- мально-	навыками разработ- ки мате- матиче- ских мо- делей оп- тималь- ных и адаптив- ных си- стем с ис- пользова- нием со- времен- ных про- граммных средств моделиро- вания процес- сов.

			го управ- ления систе- мами	
--	--	--	---	--

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц(ы) (180 академических часа(-ов)). Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам

Виды учебной работы в соответствии с учебным планом образовательной программы	Трудоемкость, час.												
	Всего	Семестр											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	А	В	С
<b>1. Контактная работа обучающихся с педагогическими работниками, в том числе:</b>	<b>48</b>	-	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.1. Лекции, час.	<b>16</b>	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2. Лабораторные работы, час.	<b>0</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки													
1.3. Практические занятия, час.	<b>32</b>	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки													
<b>2. Самостоятельная работа обучающихся, час.</b>	<b>78</b>	-	78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>3. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся, в том числе:</b>													
3.1. Экзамен, семестр	54	2											
3.2. Зачет, семестр		-											
3.3. Зачет с оценкой, семестр		-											
3.4. Курсовой проект (контроль), семестр		-											
3.5. Курсовая работа (контроль), семестр		-											
3.6. Расчетно-графическая работа (контроль), семестр		-											
3.7. Контрольная работа (контроль), семестр		-											
<b>Общая трудоемкость (5 з.е.)</b>		180											

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Структура дисциплины

Структура дисциплины представлена в виде тематического плана в таблице 3.

Таблица 3 – Тематический план дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
<b>Раздел 1. Оптимальные системы управления</b>	<b>82</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>52</b>
Тема 1. Введение. Основные понятия оптимального управления. Задачи оптимального управления. Критерии оптимальности. Однокритериальная оптимизация. Многокритериальная оптимизация. Система с оптимальным программатором. Система с оптимальным регулятором. Статическая и динамическая оптимизация.	28	2	0	8	18
Тема 2. Законы изменения управляющего воздействия. Фазовая плоскость. Фазовое пространство. Фазовые координаты. Фазовое состояние объекта. Методы оптимизации: классическое вариационное исчисление, принцип максимума, динамическое программирование.	27	2	0	8	17
Тема 3. Экстремум функции. Методы поиска экстремума: метод наискорейшего спуска, градиентный метод, метод сканирования.	27	2	0	8	17
<b>Раздел 2. Адаптивные системы управления</b>	<b>98</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>80</b>
Тема 4. Основные понятия адаптивных систем. Классификация адаптивных систем управления. Структура адаптивных систем.	18	2	0	0	16
Тема 5. Идентификация объекта при адаптивном управлении. Активные и пассивные методы идентификации.	20	2	0	2	16
Тема 6. Следящие системы. Схема следящих систем. Экстремальные системы. Бесписковые САУ. Схема бесписковой экстремальной САУ. Поисковая экстремальная САУ. Схема поисковой экстремальной САУ. Самоорганизующаяся система. Самонастраивающаяся система.	20	2	0	2	16

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
Тема 7. Адаптивные системы управления точностью статической и динамической настройки металлорежущего станка, а также производительностью обработки.	20	2	0	2	16
Тема 8. Самообучающаяся технологическая система с адаптивным управлением параметрами качества поверхностного слоя деталей машин. Алгоритм работы. Структура системы. Организация связи с внешним ЭВМ, реализующим алгоритм адаптации. Применение адаптивных систем в роботизированных технологических комплексах. Системы управления осязательными роботами. Системы с искусственным интеллектом.	20	2	0	2	16
<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>132</b>

## 5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины

Распределение формируемых компетенций по разделам дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Формирование компетенций по разделам дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код компетенции					
	ОПК5.1	ОПК5.2	ОПК5.3	ОПК12.1	ОПК12.2	ОПК12.3
Оптимальные системы управления	+	+	+	-	+	+
Адаптивные системы управления	-	-	-	+	+	+

## 5.3. Лекции

Перечень занятий лекционного типа, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и содержание лекций

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
Тема 1. Введение. Основные понятия оптимального управления. Задачи оптимального управления. Критерии оптимальности. Однокритериальная оптимизация. Многокритериальная оптимизация. Система с оптимальным программатором. Система с оптимальным регулятором. Статическая и динамическая оптимизация.	Введение. Основные понятия оптимального управления. Задачи оптимального управления. Критерии оптимальности. Однокритериальная оптимизация. Многокритериальная оптимизация. Система с оптимальным программатором. Система с оптимальным регулятором. Статическая и динамическая оптимизация.	Введение. Основные понятия оптимального управления. Задачи оптимального управления. Критерии оптимальности. Однокритериальная оптимизация. Многокритериальная оптимизация. Система с оптимальным программатором. Система с оптимальным регулятором. Статическая и динамическая оптимизация.	2
Тема 2. Законы изменения управляющего воздействия. Фазовая плоскость. Фазовое пространство. Фазовые координаты. Фазовое состояние объекта. Методы оптимизации: классическое вариационное исчисление, принцип максимума, динамическое программирование.	Законы изменения управляющего воздействия. Фазовая плоскость. Фазовое пространство. Фазовые координаты. Фазовое состояние объекта. Методы оптимизации: классическое вариационное исчисление, принцип максимума, динамическое программирование.	Законы изменения управляющего воздействия. Фазовая плоскость. Фазовое пространство. Фазовые координаты. Фазовое состояние объекта. Методы оптимизации: классическое вариационное исчисление, принцип максимума, динамическое программирование.	2
Тема 3. Экстремум функции. Методы поиска экстремума: метод наискорейшего спуска, градиентный метод, метод сканирования.	Экстремум функции. Методы поиска экстремума: метод наискорейшего спуска, градиентный метод, метод сканирования.	Экстремум функции. Методы поиска экстремума: метод наискорейшего спуска, градиентный метод, метод сканирования.	2
Тема 4. Основные понятия адаптивных систем. Классификация адаптивных систем управления. Структура адаптивных систем.	Основные понятия адаптивных систем. Классификация адаптивных систем управления. Структура адаптивных систем.	Основные понятия адаптивных систем. Классификация адаптивных систем управления. Структура адаптивных систем.	2
Тема 5. Идентификация объекта при адаптивном управлении. Активные и пассивные методы идентификации.	Идентификация объекта при адаптивном управлении. Активные и пассивные методы идентификации.	Идентификация объекта при адаптивном управлении. Активные и пассивные методы идентификации.	2
Тема 6. Следящие системы. Схема следящих систем. Экстремальные системы. Беспойсковые	Следящие системы. Схема следящих систем. Экстремальные системы. Беспойсковые САУ.	Следящие системы. Схема следящих систем. Экстремальные системы. Беспойсковые САУ.	2

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
САУ. Схема беспойсковой экстремальной САУ. Поисковая экстремальная САУ. Схема поисковой экстремальной САУ. Самоорганизующаяся система. Самонастраивающаяся система.	Схема беспойсковой экстремальной САУ. Поисковая экстремальная САУ. Схема поисковой экстремальной САУ. Самоорганизующаяся система. Самонастраивающаяся система.	Схема беспойсковой экстремальной САУ. Поисковая экстремальная САУ. Схема поисковой экстремальной САУ. Самоорганизующаяся система. Самонастраивающаяся система.	
Тема 7. Адаптивные системы управления точностью статической и динамической настройки металлорежущего станка, а также производительностью обработки.	Адаптивные системы управления точностью статической и динамической настройки металлорежущего станка, а также производительностью обработки.	Адаптивные системы управления точностью статической и динамической настройки металлорежущего станка, а также производительностью обработки.	2
Тема 8. Самообучающаяся технологическая система с адаптивным управлением параметрами качества поверхностного слоя деталей машин. Алгоритм работы. Структура системы. Организация связи с внешним ЭВМ, реализующим алгоритм адаптации. Применение адаптивных систем в роботизированных технологических комплексах. Системы управления оцувствленными роботами. Системы с искусственным интеллектом.	Самообучающаяся технологическая система с адаптивным управлением параметрами качества поверхностного слоя деталей машин. Алгоритм работы. Структура системы. Организация связи с внешним ЭВМ, реализующим алгоритм адаптации. Применение адаптивных систем в роботизированных технологических комплексах. Системы управления оцувствленными роботами. Системы с искусственным интеллектом.	Самообучающаяся технологическая система с адаптивным управлением параметрами качества поверхностного слоя деталей машин. Алгоритм работы. Структура системы. Организация связи с внешним ЭВМ, реализующим алгоритм адаптации. Применение адаптивных систем в роботизированных технологических комплексах. Системы управления оцувствленными роботами. Системы с искусственным интеллектом.	2
<b>Итого</b>	—	—	<b>16</b>

#### 5.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы по дисциплине не предусмотрены учебным планом образовательной программы.

#### 5.5. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине предусмотрены учебным планом образовательной программы.

Перечень практических занятий, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Тематика и содержание практических занятий

Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
Тема 1. Введение. Основные понятия оптимального управления. Задачи оптимального управления. Критерии оптимальности. Однокритериальная оптимизация. Многокритериальная оптимизация. Система с оптимальным программатором. Система с оптимальным регулятором. Статическая и динамическая оптимизация.	Знакомство с программной средой VisSim для моделирования и исследования оптимальных и адаптивных систем	Знакомство с программной средой VisSim для моделирования и исследования оптимальных и адаптивных систем	2
Тема 1. Введение. Основные понятия оптимального управления. Задачи оптимального управления. Критерии оптимальности. Однокритериальная оптимизация. Многокритериальная оптимизация. Система с оптимальным программатором. Система с оптимальным регулятором. Статическая и динамическая оптимизация.	Задачи оптимального управления. Вариационные методы исчисления	Задачи оптимального управления. Вариационные методы исчисления	2
Тема 1. Введение. Основные понятия оптимального управления. Задачи оптимального управления. Критерии оптимальности. Однокритериальная оптимизация. Многокритериальная оптимизация. Система с оптимальным программатором. Система с оптимальным регулятором. Статическая и динамическая оптимизация.	Задачи оптимального управления. Принцип максимума	Задачи оптимального управления. Принцип максимума	2
Тема 1. Введение. Основные понятия оптимального управления. Задачи оптимального управления. Критерии оптимальности. Однокритериальная оптимизация. Многокритериальная оптимизация. Система с оптимальным программатором. Система с оптимальным регулятором. Статическая и динамическая оптимизация.	Задачи оптимального управления. Метод динамического програм-	Задачи оптимального управления. Метод динамического програм-	2

Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
Задачи оптимального управления. Критерии оптимальности. Однокритериальная оптимизация. Многокритериальная оптимизация. Система с оптимальным программатором. Система с оптимальным регулятором. Статическая и динамическая оптимизация.	мирования	мирования	
Тема 2. Законы изменения управляющего воздействия. Фазовая плоскость. Фазовое пространство. Фазовые координаты. Фазовое состояние объекта. Методы оптимизации: классическое вариационное исчисление, принцип максимума, динамическое программирование.	Моделирование разомкнутой системы управления	Моделирование разомкнутой системы управления	2
Тема 2. Законы изменения управляющего воздействия. Фазовая плоскость. Фазовое пространство. Фазовые координаты. Фазовое состояние объекта. Методы оптимизации: классическое вариационное исчисление, принцип максимума, динамическое программирование.	Расчет регулятора тока и моделирование контура тока системы управления в соответствии с техническим оптимумом	Расчет регулятора тока и моделирование контура тока системы управления в соответствии с техническим оптимумом	2
Тема 2. Законы изменения управляющего воздействия. Фазовая плоскость. Фазовое пространство. Фазовые координаты. Фазовое состояние объекта. Методы оптимизации: классическое вариационное исчисление, принцип максимума, динамическое программирование.	Расчет системы управления электроприводом с подчиненным регулированием координат	Расчет системы управления электроприводом с подчиненным регулированием координат	2
Тема 2. Законы изменения управляющего воз-	Расчет контура скорости САУ двигателя по-	Расчет контура скорости САУ двигателя по-	2

Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
действия. Фазовая плоскость. Фазовое пространство. Фазовые координаты. Фазовое состояние объекта. Методы оптимизации: классическое вариационное исчисление, принцип максимума, динамическое программирование.	стоянного тока на симметричный оптимум	стоянного тока на симметричный оптимум	
Тема 3. Экстремум функции. Методы поиска экстремума: метод наискорейшего спуска, градиентный метод, метод сканирования.	Исследование САУ, настроенных на технический и симметричный оптимумы	Исследование САУ, настроенных на технический и симметричный оптимумы	2
Тема 3. Экстремум функции. Методы поиска экстремума: метод наискорейшего спуска, градиентный метод, метод сканирования.	Структурно-параметрическая оптимизация САР	Структурно-параметрическая оптимизация САР	2
Тема 3. Экстремум функции. Методы поиска экстремума: метод наискорейшего спуска, градиентный метод, метод сканирования.	Оптимизация аппроксимации криволинейного контура детали, обрабатываемой на металлорежущем станке с ЧПУ	Оптимизация аппроксимации криволинейного контура детали, обрабатываемой на металлорежущем станке с ЧПУ	2
Тема 3. Экстремум функции. Методы поиска экстремума: метод наискорейшего спуска, градиентный метод, метод сканирования.	Оптимальная по быстродействию система автоматического управления	Оптимальная по быстродействию система автоматического управления	2
Тема 5. Идентификация объекта при адаптивном управлении. Активные и пассивные методы идентификации.	Одноканальная система с градиентным алгоритмом адаптации	Одноканальная система с градиентным алгоритмом адаптации	2
Тема 6. Следящие системы. Схема следящих систем. Экстремальные системы. Беспойсковые САУ. Схема беспойсковой экстремальной САУ. Поисковая экстремальная САУ. Схема поисковой экстремальной САУ. Самоорганизующаяся система. Самонастраи-	Система с пропорционально-интегральным алгоритмом изменения коэффициентов регулятора, синтезированным методом скоростного градиента	Система с пропорционально-интегральным алгоритмом изменения коэффициентов регулятора, синтезированным методом скоростного градиента	2

Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
вающаяся система.			
Тема 7. Адаптивные системы управления точностью статической и динамической настройки металлорежущего станка, а также производительностью обработки.	Идентификация динамических систем с применением нейрорегуляторов	Идентификация динамических систем с применением нейрорегуляторов	2
Тема 8. Самообучающаяся технологическая система с адаптивным управлением параметрами качества поверхностного слоя деталей машин. Алгоритм работы. Структура системы. Организация связи с внешним ЭВМ, реализующим алгоритм адаптации. Применение адаптивных систем в роботизированных технологических комплексах. Системы управления осязательными роботами. Системы с искусственным интеллектом.	Проектирование искусственных нейронных сетей для оптимального управления системами	Проектирование искусственных нейронных сетей для оптимального управления системами	2
<b>Итого</b>	—	—	<b>32</b>

## 5.6. Самостоятельная работа обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение, представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Вопросы для самостоятельного изучения дисциплины

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
Тема 1. Введение. Основные понятия оптимального управления. Задачи оптимального управления. Критерии оптимальности. Однокритериальная оптимизация. Многокритериальная оптимизация. Система с оптимальным программатором. Система с оптимальным регулятором. Статическая и динамическая оптимизация.	Многокритериальная оптимизация. Статическая и динамическая оптимизация.
Тема 2. Законы изменения управляющего воздействия. Фазовая плоскость. Фазовое пространство. Фазовые координаты. Фазовое состояние объекта.	Фазовая плоскость. Фазовое пространство. Фазовые координаты. Фазовое состояние объекта.

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
ты. Фазовое состояние объекта. Методы оптимизации: классическое вариационное исчисление, принцип максимума, динамическое программирование.	
Тема 6. Следящие системы. Схема следящих систем. Экстремальные системы. Беспойсковые САУ. Схема беспойсковой экстремальной САУ. Поисковая экстремальная САУ. Схема поисковой экстремальной САУ. Самоорганизующаяся система. Самонастраивающаяся система.	Самоорганизующаяся система. Самонастраивающаяся система.
Тема 8. Самообучающаяся технологическая система с адаптивным управлением параметрами качества поверхностного слоя деталей машин. Алгоритм работы. Структура системы. Организация связи с внешним ЭВМ, реализующим алгоритм адаптации. Применение адаптивных систем в роботизированных технологических комплексах. Системы управления осязательными роботами. Системы с искусственным интеллектом.	Применение адаптивных систем в роботизированных технологических комплексах. Системы управления осязательными роботами. Системы с искусственным интеллектом.

В процессе самостоятельной работы обучающиеся должны принимать решение по рассматриваемой проблеме с минимальным участием педагогического работника. Для решения поставленных задач может использоваться дополнительная литература и источники в информационно-коммуникационной сети «Интернет». Для закрепления пройденного материала педагогическим работником могут выдаваться домашние задания.

В таблице 8 указаны виды самостоятельной работы, выполняемые обучающимися при изучении соответствующих тем дисциплины.

Таблица 8 – Виды самостоятельной работы

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
Тема 1. Введение. Основные понятия оптимального управления. Задачи оптимального управления. Критерии оптимальности. Однокритериальная оптимизация. Многокритериальная оптимизация. Система с оптимальным программатором. Система с оптимальным регулятором. Статическая и динамическая оптимизация.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания
Тема 2. Законы изменения управляющего воздействия. Фазовая	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
плоскость. Фазовое пространство. Фазовые координаты. Фазовое состояние объекта. Методы оптимизации: классическое вариационное исчисление, принцип максимума, динамическое программирование.	Выполнение практического задания
Тема 3. Экстремум функции. Методы поиска экстремума: метод наискорейшего спуска, градиентный метод, метод сканирования.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания
Тема 4. Основные понятия адаптивных систем. Классификация адаптивных систем управления. Структура адаптивных систем.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы
Тема 5. Идентификация объекта при адаптивном управлении. Активные и пассивные методы идентификации.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания
Тема 6. Следящие системы. Схема следящих систем. Экстремальные системы. Беспойсковые САУ. Схема беспойсковой экстремальной САУ. Поисковая экстремальная САУ. Схема поисковой экстремальной САУ. Самоорганизующаяся система. Самонастраивающаяся система.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания
Тема 7. Адаптивные системы управления точностью статической и динамической настройки металлообрабатывающего станка, а также производительностью обработки.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания
Тема 8. Самообучающаяся технологическая система с адаптивным управлением параметрами качества поверхностного слоя деталей машин. Алгоритм работы. Структура системы. Организация связи с внешним ЭВМ, реализующим алгоритм адаптации. Применение адаптивных систем в роботизированных технологических комплексах. Системы управления осязательными роботами. Системы с искусственным интеллектом.	Проработка лекционного материала Изучение рекомендуемой литературы Выполнение практического задания

Учебным планом в рамках дисциплины не предусмотрено выполнение расчетно-графической работы (РГР)/курсовое проектирование.

## 5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины. Формы контрольно-оценочных мероприятий, проводимых в рамках текущего контроля успеваемости, представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Формы и периодичность текущего контроля успеваемости

Вид учебной работы	Форма текущего контроля успеваемости	Периодичность осуществления
Практические занятия	Устный экспресс-опрос, экспресс-тестирование.	На каждом занятии
Самостоятельная работа обучающихся	- устная (устный опрос, защита письменной работы, доклада по результатам самостоятельной работы, рефератов и т.д.); - письменная (письменный опрос, выполнение конспектов, глоссариев, расчетно-графической работы / курсового проекта / курсовой работы и т.д.); - тестовая (бланочное или компьютерное тестирование)	В течение семестра

Оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (промежуточная аттестация обучающихся) осуществляется в форме экзамена, проводимого в устной / письменной форме. Аттестационное испытание может включать в себя прохождение теста с использованием технологии компьютерного тестирования. Для уточнения оценки экзаменатор может проводить короткий опрос-собеседование с обучающимся и (или) выдавать ему дополнительные задания.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе освоения дисциплины применяются следующие образовательные технологии: личностно-ориентированные, активизации деятельности обучающихся, интеллектуальной направленности, проблемного обучения, диалоговые и профессионально-ориентированные (таблица 10).

Таблица 10 – Образовательные технологии, применяемые в ходе преподавания дисциплины

Вид учебной работы	Применяемые образовательные технологии
Лекции	Проблемная лекция. Лекция-визуализация. Лекция-беседа. Лекция-дискуссия.
Практические занятия	Решение практических задач. Тестирование.
Самостоятельная работа обучающихся	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы. Выполнение практического задания.

Вид учебной работы	Применяемые образовательные технологии
	Подготовка докладов, рефератов Подготовка к лекциям. Подготовка к практическим занятиям. Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта. Подготовка к экзамену.
Консультации	Концентрация внимания на отдельных вопросах. Личностно-ориентированный подход. Диалог.
Промежуточная аттестация обучающихся	экзамен (в устной или письменной форме).

## **7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

В электронной информационно-образовательной среде БГТУ размещается электронный курс дисциплины, включающий в себя:

- сведения об авторе курса;
- краткое описание курса;
- рабочую программу дисциплины;
- полный перечень тем дисциплины;
- презентационные материалы для проведения занятий лекционного типа;
- лекции/краткий конспект лекций по каждой теме;
- методические указания по выполнению каждого практического задания;
- материалы и тестовые задания для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Наименование электронного курса в электронной информационно-образовательной среде БГТУ — «Адаптивные и оптимальные системы управления – автор Съянов С.Ю. РПД для обучающихся по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств, профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами», форма обучения – очная.

Электронный курс предназначен для обеспечения обучающихся всеми необходимыми учебно-методическими материалами, а также проведения контрольно-оценочных мероприятий в процессе обучения. При необходимости осуществляется файловый обмен отчетами о выполнении обучающимися самостоятельной работы.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Агеенко, А.В. Адаптивные и оптимальные системы управления. Расчет регуляторов тока и скорости в соответствии с техническим оптимумом [Текст]+[Электронный ресурс]: методические указания к выполнению практических занятий для магистров очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 15.04.04 – «Автоматизация технологических процессов и производств». - Брянск: БГТУ, 2018. - 10 с.

2. Агеенко, А.В. Адаптивные и оптимальные системы управления. Настройка контура скорости САУ ДПТ на симметричный оптимум [Текст]+[Электронный ресурс]: методические указания к выполнению практических занятий для магистров очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 15.04.04 – «Автоматизация технологических процессов и производств». - Брянск: БГТУ, 2018. - 8 с.

### 8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### *а) основная литература*

1. Безъязычный В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. М.: Машиностроение, 2013. - 568 с.

2. Веремей Е.И. Линейные системы с обратной связью: Учебное пособие. - СПб.: Издательство «Лань», 2013. - 448 с.

3. Кудинов Ю.И., Пащенко Ф.Ф. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB - SIMULINK): Учебное пособие. - СПб.: Издательство «Лань», 2016. - 256 с.

4. Ким, Д.П. Теория автоматического управления: учеб. и практикум для акад. бакалавриата. - М.: Юрайт, 2016. - 275 с.

5. Певзнер Л.Д. Теория систем управления: Учебное пособие. - 2-е изд., испр. И доп. - СПб.: Издательство «Лань», 2013. - 424 с.

6. Певзнер Л.Р. Теория автоматического управления. Задачи и решения: Учебное пособие. - СПб.: Издательство «Лань», 2016. - 604 с.

#### *б) дополнительная литература*

1. Гибридные адаптивные интеллектуальные системы. Часть 1. Теория и технология разработки [Электронный ресурс] : монография / П.М. Клачек [и др.]. - Электрон. текстовые данные. - Калининград: Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2011. - 375 с.

2. Диагностика автоматизированного производства / С.Н. Григорьев, В.Д. Гурин, М.П. Козочкин и др.; под ред. С.Н. Григорьева. М.: Машиностроение, 2011. - 600 с.

3. Климов А.С., Машнин Н.Е. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке: учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. - СПб.: Издательство «Лань», 2011. - 240 с.

4. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: Учебное пособие. - СПб: Издательство «Лань», 2012. - 608 с. 11. Металлорежущие станки: учебник. В 2 т. /Т.М. Авраамова, В.В. Бушуев, Л.Я. Гиловой и др.; под ред. В.В. Бушуева. Т.1. - М.: Машиностроение, 2011. - 608 с.

5. Наукоемкие технологии в машиностроении / А.Г. Суслов, Б.М. Базров, В.Ф. Безъязычный и др.; под ред. А.Г. Суслова. М.: Машиностроение, 2012. 528 с.

6. Основы проектирования заготовок в автоматизированном машиностроении: учебник / С.И. Богодухов, А.Г. Схиртладзе, Р.М. Сулейманов, Е.С. Козик. М.: Машиностроение, 2009. - 432 с.

7. Петраков Ю.В., Драчев О.И. Теория автоматического управления технологическими системами: учебное пособие для студентов вузов. - М.: Машиностроение, 2008 - 336 с.

8. Старков В.К. Физика и оптимизация резания материалов. М.: Машиностроение, 2009. 640 с.

9. Тимирязев В.А., Вороненко В.П., Схиртладзе А.Г. Основы технологии машиностроительного производства: Учебник/ Под ред. В.А. Тимирязева. - СПб.: Издательство «Лань», 2012. - 448 с.

10. Цыкунов, А.М. Адаптивное и робастное управление динамическими объектами по выходу: [монография]. - М.: Физматлит, 2009. - 267 с.

#### **б) справочная литература**

1. Машиностроение. Энциклопедия / ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. М.: Машиностроение. Электроприводы. Т. IV-2 / Л.Б. Масандилов, Ю.Н. Сергиевский, С.К. Козырев и др.; под общ. Ред. Л.Б. Масандилова, 2012. 520 с.

2. ГОСТ 34.003-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения.

### **8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины**

- 1). Сайт научной библиотеки БГТУ (<https://libri.tu-bryansk.ru>)
- 2). Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com>).
- 3). Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>).
- 4). Электронно-библиотечная система ИД «Гребенников» (<https://grebennikon.ru>).
- 5). Единое окно доступа к информационным ресурсам (<http://window.edu.ru>).
- 6). Национальная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>).
- 7). Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» (<http://school-collection.edu.ru>).
- 8). Федеральный Интернет-портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru>).

#### **8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем**

- 1). *Операционная система класса Microsoft Windows.*
- 2). *Пакет офисных прикладных программ OpenOffice или Microsoft Office.*
- 3). *Система автоматизированного проектирования «КОМПАС-3D».*
- 4). *Справочная правовая система «КонсультантПлюс»*

### **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения обучения необходима следующая материально-техническая база:

- аудитория для проведения лекционных занятий, оборудованная персональными компьютерами, мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном, наличием доступа в информационно-коммуникационную сеть Интернет;
- компьютерный класс для проведения лабораторных работ с установленным комплектом программного обеспечения и доступом в информационно-коммуникационную сеть интернет, оборудованный мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном;
- учебная аудитория, оснащенная комплектом мебели и доской, для проведения консультаций, зачета, зачета с оценкой, экзамена;
- компьютерные классы с постоянным доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», а также читальные залы научной библиотеки БГТУ для самостоятельной работы обучающихся.

### **10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Изучение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья организуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

При проведении учебных занятий обеспечивается соблюдение следующих требований:

- учебные занятия проводятся для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся в ходе учебных занятий;
- присутствие ассистента из числа работников БГТУ или привлеченных лиц, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом

их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитывать и оформить задание, общаться с педагогическим работником и т. п.);

- обучающиеся с учетом их индивидуальных особенностей могут пользоваться необходимыми им техническими средствами;

- материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже; наличие специальных кресел и других приспособлений).

Университетом созданы специальные условия для получения высшего образования обучающимися с ОВЗ:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;

- размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (информация должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля);

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию организации;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров (мониторы, их размеры и количество необходимо определять с учетом размеров помещения);

- обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения Университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, локальное понижение стоек-барьеров; наличие специальных кресел и других приспособлений).

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 11.1. Методические материалы для педагогических работников

Основными формами организации обучения по дисциплине являются лекции, практические занятия и самостоятельная работа обучающихся.

**Организация теоретического обучения** предполагает использование инновационных технологий проведения занятий лекционного типа, к которым, в частности, относятся: проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-исследование.

1. *Проблемная лекция* предполагает преимущественно всесторонний анализ исторических и социокультурных, образовательных явлений, научный поиск истины. Проблемная лекция опирается на логику последовательно моделируемых проблемных ситуаций путем постановки проблемных вопросов или предъявления проблемных задач.

2. *Лекция-визуализация* реализует принцип наглядности и учит обучающихся преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения.

3. *Лекция-беседа* является наиболее распространенной и сравнительно простой формой активного вовлечения обучающихся в учебный процесс. Такая лекция предполагает непосредственный контакт (диалог) педагогического работника с аудиторией.

4. *Лекция-дискуссия*, в которой в отличие от лекции-беседы педагогический работник при изложении лекционного материала не только использует ответы обучающихся на свои вопросы, но и организует свободный обмен мнениями в интервалах между логическими разделами.

**Организация практических занятий по дисциплине** направлена на углубление научно-теоретических знаний обучающихся, формирование практических умений и овладение определенными методами самостоятельной работы.

Практические занятия представляют собой занятия по решению различных прикладных задач, образцы которых были даны на лекциях.

Задачи практических занятий:

- помочь обучающимся систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера;
- научить обучающихся приемам решения задач из предметной области дисциплины;
- способствовать овладению навыками и умениями, входящих в структуру формируемых компетенций в результате освоения дисциплины;
- научить их работать с информацией, книгой, пользоваться справочной и научной и методической литературой;
- формировать умение учиться самостоятельно, т.е. овладевать методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля.

Содержание практических работ составляют:

- устные экспресс-опросы;
- групповые дискуссии;
- выполнение практических заданий;
- письменное или компьютерное экспресс-тестирование и др.

Цели практических занятий наилучшим образом достигаются в том случае, если студент предварительно проработал тематику практического занятия. Поэтому преподаватель должен информировать студентов о теме следующего практического занятия, чтобы они могли целенаправленно самостоятельно заниматься в домашних условиях.

**Организация лабораторных занятий по дисциплине** направлена на следующие цели и задачи:

- углубление и закрепление знания теоретического курса путем практического изучения в лабораторных условиях изложенных в лекциях законов и положений;
- приобретение навыков в научном экспериментировании, анализе полученных результатов;
- формирование первичных навыков организации, планирования и проведения научных исследований.

Порядок подготовки лабораторного занятия:

- изучение требований программы дисциплины;
- формулировка цели и задач лабораторного занятия;
- разработка плана проведения лабораторного занятия;
- подбор содержания лабораторного занятия;
- разработка необходимых для лабораторного занятия инструкционных карт;
- моделирование лабораторного занятия;
- проверка специализированной лаборатории на соответствие санитарно-гигиеническим нормам, требованиям по безопасности и технической эстетике;
- проверка количества лабораторных мест, необходимых и достаточных для достижения поставленных целей обучения;
- проверка материально-технического обеспечения лабораторных занятий на соответствие требованиям программы дисциплины.

Формы проведения лабораторных занятий:

- фронтальная;
- по циклам;
- индивидуальная;
- смешанная (комбинированная).

При проведении лабораторных работ используют три подхода к их выполнению:

- на основе рецептурных действий обучающихся, когда они проявляют умение работать преимущественно в стандартных условиях, отраженных в руководстве по лабораторному практикуму;
- на основе частично поисковых действий, когда обучающиеся могут действовать достаточно самостоятельно, решать несложные творческие задачи при подсказке или непосредственном руководстве преподавателя;

– на основе активных творческих действий обучающихся, когда они проявляют способность действовать в условиях, близких к реальным, используя запас приобретенных знаний.

**Самостоятельная работа обучающихся** предполагает аудиторную и внеаудиторную формы организации.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся без участия педагогического работника являются: формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.); подготовка к занятиям; составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний и т.п.; текущий самоконтроль, выполнение расчетно-графической работы/курсового проекта/курсовой работы.

Выполнение курсового проекта/курсовой работы по дисциплине предусматривает информирование студентов о ее целях, структуре, выдачу методических указаний и задания, разъяснения по выбору варианта, ознакомление с порядком и сроками сдачи готовых материалов, проведение индивидуальных консультаций и разъяснение отдельных вопросов при необходимости.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся с участием педагогического работника являются: текущие консультации, прием и разбор домашних заданий и др.

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, консультации преподавателя и др.

## 11.2. Методические материалы для обучающихся

Обучающимся, изучающим дисциплину, необходимо знать требования, предъявляемые к их различным видам учебных занятий, в том числе лекционным, практическим, индивидуальным и др. (таблица 11).

Таблица 11 – Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Вид учебной работы	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Изучение дисциплины следует начинать с прослушивания и конспектирования лекций, перечитывать конспект перед выполнением домашних заданий и практическими занятиями. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать педагогическому работнику на консультации, на практическом занятии. Над конспектами лекций надо рабо-

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Организация деятельности обучающегося</b>
	тать систематически: первый просмотр рекомендуется сделать вечером того же дня, когда была прочитана лекция, затем просмотреть через 3-4 дня, и сделать это еще раз накануне практического занятия.
Практические занятия	Ознакомление с целью и задачами занятия. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме. Выполнение (решение) практических заданий и задач по алгоритму, на основе частично поисковой и или исследовательской деятельности и др.
Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта	Ознакомление с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в конкретной теме. Составление аннотаций к прочитанным источникам и др. Рефлексия собственных достижений
Подготовка к экзамену	При подготовке к зачету/зачету с оценкой/экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, шкалу оценивания и др.

## 12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины

Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины

<b>Код индикатора достижения компетенции</b>	<b>Оценочные средства текущего контроля успеваемости</b>	<b>Оценочные средства промежуточной аттестации обучающихся</b>
ОПК-5.1 Знает аналитические и численные методы математического моделирования технических систем	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-9). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-9).	Вопросы к экзамену представлены в ФОС по дисциплине
ОПК-5.2 Умеет разрабатывать математические модели машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов.	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-9). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-9).	Вопросы к экзамену представлены в ФОС по дисциплине
ОПК-5.3 Имеет навыки создания математических моде-	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-9). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-9).	Вопросы к экзамену представлены в ФОС по дисциплине

Код индикатора достижения компетенции	Оценочные средства текущего контроля успеваемости	Оценочные средства промежуточной аттестации обучающихся
лей технических систем		
ОПК-12.1 Знает принципы построения и функционирования современных систем автоматизированного проектирования технологических процессов	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-9). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-9).	Вопросы к экзамену представлены в ФОС по дисциплине
ОПК-12.2 Умеет создавать программы изготовления деталей и узлов различной сложности на станках с числовым программным управлением, проектировать алгоритмы функционирования гибких производственных систем.	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-9). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-9).	Вопросы к экзамену представлены в ФОС по дисциплине
ОПК-12.3 Имеет навыки проектирования алгоритмов функционирования и управления гибкими производственными системами.	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-9). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-9).	Вопросы к экзамену представлены в ФОС по дисциплине

## 12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости

Оценивание отдельных видов работ в процессе изучения дисциплины рекомендуется осуществлять с использованием следующей шкалы:

– обучающийся ответил правильно на более, чем 90 % заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и успешно защитил практические работы, показал отличное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «отлично» (максимальный уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на 75-89% заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и защитил практические работы с незначительными замечаниями, показал хорошее владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного

учебного материала и т.д. – «хорошо» (средний уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на 60-74% заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и защитил практические работы со значительными замечаниями, показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «удовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на менее, чем 60% заданных вопросов или вопросов-тестов, не выполнил все или выполнил часть практических работ, не защитил или защитил их со значительными замечаниями, при выполнении задания обучающийся не продемонстрировал уровень самостоятельного владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «неудовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций не достигнут).

Критерии и шкала оценки доклада (реферата), его презентации по дисциплине представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Критерии и шкала оценки доклада (реферата), его презентации по дисциплине

Оценка	Оцениваемые параметры
«отлично»	Теоретический вопрос раскрыт полностью без смысловых и логических ошибок. Задание решено верно. На защите ответ обучающегося полный и правильный. Обучающийся способен изложить решение задания, сделать собственные выводы, проанализировать основные показатели. В полном объеме представлен соответствующий графический материал.
«хорошо»	Теоретический вопрос раскрыт на достаточно высоком уровне без смысловых и логических ошибок. Задание решено верно. Имеются незначительные недочеты в определении единиц измерения, точности вычислений и т.п. На защите ответ обучающегося в целом полный и правильный. Обучающийся способен изложить решение задания, сделать собственные выводы, проанализировать основные показатели. В полном объеме представлен соответствующий графический материал.
«удовлетворительно»	Теоретический вопрос раскрыт на достаточном уровне, без существенных смысловых и логических ошибок. Задание решено верно, но имеются значительные недочеты в его решении, связанные с неполнотой ответа, с правильным исчислением одних данных и неверным – других и пр. На защите ответ неполный. Обучающийся способен четко изложить решение задания, но допускает неточности в формулировке собственных выводов и анализе основных показателей. В неполном объеме представлен графический материал.
«неудовлетворительно»	Теоретический вопрос не раскрыт или раскрыт не полностью при наличии разного рода неточностей и ошибок. Задание решено со значительными недочетами, с неполными ответами, с неправильным исчислением данных. На защите ответ обучающегося не-

Оценка	Оцениваемые параметры
	полный. Обучающийся не способен четко изложить решение задания, допускает неточности в формулировке собственных выводов, не способен проанализировать основные показатели. Графический материал не представлен или представлен не в полном объеме.

В процесс преподавания дисциплины педагогическим работником формируется оценка, характеризующая текущую успеваемость обучающегося.

### 12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

При проведении промежуточной аттестации обучающихся в форме экзамена используется шкала оценивания, представленная в таблице 14.

Таблица 14 – Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
Высокий (зачтено / «отлично»)	Обучающийся глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, уверенно это демонстрирует в ходе промежуточной аттестации. Исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения. Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе.
Повышенный (зачтено / «хорошо»)	Обучающийся знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей. Правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.
Базовый (зачтено / «удовлетворительно»)	Обучающийся знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами. Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.
Низкий (не зачтено / «неудовлетворительно»)	Обучающийся не знает на пороговом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине.

#### 12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине

Итоговая оценка по дисциплине определяется с учетом результатов промежуточной аттестации обучающегося (экзамена) и оценок, полученных обучающимся в ходе текущего контроля успеваемости в семестре.

#### 12.5. Характеристика результатов обучения

Характеристики результатов обучения по дисциплине в зависимости от полученной обучающимся оценки приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Характеристика результатов обучения по дисциплине

Оценка	Характеристика результатов обучения
«Отлично» (высокий уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено полностью, все цели достигнуты, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены
Хорошо» (повышенный уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями
«Удовлетворительно» (базовый уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки
«Неудовлетворительно» (низкий уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины не освоено, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий

#### 12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся представлены в электронном курсе «Адаптивные и оптимальные системы управления», размещенном в системе электронной поддержки учебных курсов на базе программного обеспечения Moodle со встроенной подсистемой тестирования ([edu.tu-bryansk.ru](http://edu.tu-bryansk.ru)), входящей в состав электронной информационно-образовательной среды БГТУ (<http://edu.tu-bryansk.ru>) и «Фонд оценочных средств по дисциплине «Адаптивные и оптимальные системы управления».

### 13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

В соответствии с Федеральным законом «Об образовании в Российской

Федерации» воспитание - «деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде».

В учебном процессе воспитательная работа с обучающимися реализуется средствами учебных дисциплин.

Воспитательная деятельность в ходе преподавания дисциплины направлена на формирование у обучающегося системы убеждений, нравственных норм и общекультурных качеств, на оказание им помощи в жизненном самоопределении, нравственном, гражданском и профессиональном становлении, на создание условий для самореализации личности. Воспитательная работа также ориентирует обучающихся на будущую профессиональную деятельность, формируя не только личностные, но и профессионально значимые качества.

Воспитательные задачи во время учебных занятий выполняются в скрытой (контекстной) и открытой (целенаправленной) формах. Скрытая форма воспитательной работы представляет собой воздействие всего хода педагогического процесса на становление личностных качеств обучающихся. Например, соблюдение педагогическим работником трудовой дисциплины, демонстрация преданности науке, заинтересованность в успехе обучающихся, правильная речь, хорошие манеры и т.п. имеют положительное воспитательное значение и формируют у обучающихся добросовестность, исполнительность, трудолюбие, ответственность и другие положительные качества. Обучающиеся неосознанно перенимают данные черты у педагогического работника.

Воспитание в открытой форме – это целенаправленное воздействие содержанием учебной дисциплины на становление личности обучающегося. Например, решение проблем и исследовательская работа формируют у обучающихся умение аргументировать, самостоятельно мыслить, стремление к научному поиску, развивают творчество, профессиональные умения.