

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. Х.М. БЕРБЕКОВА (КБГУ)»**

**Институт информатики, электроники и робототехники**

**Кафедра «Мехатроника и робототехника»**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ Х.М. Сенов

Директор института \_\_\_\_\_ Н.В. Черкесова

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***«Теория автоматического управления»***

Направление подготовки

*15.03.06 Мехатроника и робототехника*

Профиль подготовки

Промышленная робототехника и робототехнические системы

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Нальчик 2021

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины *вариативной части блока 1 студентам очной формы обучения по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника в 5, 6 семестрах.*

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «12» марта 2015 г. № 206

## СОДЕРЖАНИЕ

	с.
1 Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	4
3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....	4
4 Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
5 Оценочные материалы для контроля успеваемости и промежуточной аттестации .....	9
6 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	15
7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	16
8 Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	17
9 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** изучения дисциплины состоит в овладении методологией и принципами управления, методами анализа и синтеза систем автоматического управления устройствами, техническими объектами и технологическими процессами.

**Задачами** дисциплины являются:

- изучение основных методов анализа и синтеза систем автоматического управления;
- освоение общих принципов управления и построения динамических систем различной физической природы;
- знакомство с техническими средствами систем автоматического управления.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к вариативной части дисциплин Б1.В.15.

Изучение дисциплины базируется на фундаментальных знаниях в области математики, информатики, физики, механики, электротехники и электроники. Необходимы также знания в области микропроцессорной техники, дискретной математики и теоретической механики.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

### **а) общепрофессиональных (ОПК):**

- владением физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем (ОПК-2);

### **б) профессиональных (ПК):**

- способностью производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием (ПК-11).

***В результате изучения дисциплины студент должен:***

**Знать:**

- основные понятия и общие принципы построения систем автоматического управления (САУ) (31);
- принципы управления и классификацию САУ;
- математические основы теории автоматического управления и регулирования, математические модели объектов управления, математическое описание САУ, формы записи дифференциальных уравнений САУ (32);
- временные и частотные характеристики САУ, динамические свойства звеньев САУ, передаточные функции соединений звеньев, передаточные функции замкнутых САУ (33);
- понятие устойчивости САУ, алгебраические критерии устойчивости САУ, частотные критерии устойчивости (34);

**Уметь:**

- использовать вычислительную технику для решения инженерных задач управления (У1);
- разрабатывать структурные и функциональные схемы систем автоматического управления и регулирования (У2);
- составлять дифференциальные уравнения и передаточные функции динамических звеньев автоматических систем управления (У3);
- проводить анализ устойчивости систем автоматического управления (У4);

**Владеть:**

- математическими методами описания систем автоматического управления и регулирования (В1);
- элементами теории линейных и нелинейных САУ (В2);
- частотными методами исследования САУ (преобразование Лапласа, преобразование функций-оригиналов в функции изображения и наоборот) (В3);
- методами анализа и оценки устойчивости САУ (В4); .

## 4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Содержание разделов дисциплины

№ раз-дела	Наименование раздела	Содержание раздела	Формируемая компетенция (часть компетенции)	Оценочные средства
1	2	3	4	5
1.	Основные понятия и общие принципы построения систем автоматического управления. Система управления как составная часть мехатронной и робототехнической системы.	Основные понятия и определения (автоматика, кибернетика, техническая кибернетика, автоматизация, механизация, технические устройства, управление, регулирование, объект управления, цель управления, управляющее воздействие, система автоматического управления, устройство управления, регулятор, внешние воздействия, возмущение, задающее возмущение, помехи, разомкнутые и замкнутые САУ, Обратная связь, сигнал ошибки). История и изобретатели. Достижения автоматизации. Кибернетика – наука об управлении. Блок-схема системы автоуправления. Схемы САУ. Примеры САУ. Система управления как составная часть мехатронной и робототехнической системы. Классификация роботов по типу управления (управляемые операторы, полуавтономные, автономные).	ОПК-2 ПК-11	Тестирование, вопросы на зачете, вопросы на экзамене

2.	Режимы работы систем автоматического управления и регулирования.	Статический и динамический режим работы систем автоматического управления и автоматических систем регулирования (АСР). Звено САУ. Линейные и нелинейные САУ и АСР. Статическая характеристика замкнутой САУ. Статическая ошибка САУ. Устойчивость САУ. Время переходного процесса. Типовые формы переходных процессов САУ. Максимальное перерегулирование. Колебательность САУ.	ОПК – 2 ПК-11	Тестирование, задачи для практического занятия, вопросы на зачете, вопросы на экзамене
3.	Принципы и законы управления и регулирования САУ. Классификация САУ.	Принципы управления и регулирования. Управление и регулирование по отклонению. Управление и регулирование по возмущению. Комбинированное управление. Закон регулирования. Математическое выражение принципа управления.	ОПК – 2 ПК-11	Тестирование, задачи для практического занятия, вопросы на зачете, вопросы на экзамене
4.	Классификация систем автоматического управления и регулирования	Статические и астатические САУ. Системы автоматической стабилизации. Системы программного управления. Следящие системы. Линейные и нелинейные САУ. Непрерывные и дискретные САУ. Одномерные и многомерные САУ. Одноконтурные и многоконтурные САУ.	ОПК – 2 ПК-11	Тестирование, задачи для практического занятия, вопросы на зачете, вопросы на экзамене
5.	Общая характеристика математического описания систем автоматического управления.	Математическая модель САУ. Прямое и обратное преобразование Лапласа. Функции-оригиналы и функции изображения. Дифференциальные уравнения линейных САУ. Преобразование дискретных сигналов. Математическое обеспечение систем управления роботами.	ОПК – 2 ПК-11	Тестирование, задачи для практического занятия, вопросы на зачете, вопросы на экзамене
6.	Типовые динамические звенья САУ и АСР.	Типовые звенья САУ. Аперiodическое звено. Передаточная функция. Колебательное звено. Интегрирующее звено. Дифференцирующее звено. Усилительное звено. Звено с запаздыванием.	ОПК – 2 ПК-11	Тестирование, задачи для практического занятия, лабораторные работы, вопросы

		ванием. Дифференциальные уравнения звеньев. Передаточные функции звеньев. Переходные характеристики звеньев.		на зачете, вопросы на экзамене, расчетно-графическая работы
7.	Передаточные функции и уравнения САУ.	Дифференциальное уравнение САУ. Передаточная функция САУ. Последовательное и параллельное соединение звеньев. Передаточная функция по возмущающему воздействию. Примеры структурных схем САУ.	ОПК – 2 ПК-11	Тестирование, задачи для практического занятия, вопросы на зачете, вопросы на экзамене
8.	Устойчивость САУ.	Устойчивость замкнутой САУ. Анализ устойчивости САУ. Критерии устойчивости САУ. Критерий устойчивости Рауса. Критерий устойчивости Гурвица.	ОПК – 2 ПК-11	Тестирование, задачи для практического занятия, вопросы на зачете, вопросы на экзамене
9.	Переходные процессы и качество САУ	Оценка качества управления. Прямая оценка. Косвенные оценки. Построение переходных процессов операторным методом.	ОПК – 2 ПК-11	Тестирование, задачи для практического занятия, лабораторные работы, вопросы на зачете, вопросы на экзамене

#### 4.2. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы (180 часов)

Вид работы	5 семестр	6 семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>72</b>	<b>108</b>	<b>180</b>
<b>Аудиторная работа:</b>	<b>48</b>	<b>51</b>	<b>99</b>
<i>Лекции (Л)</i>	32	17	49
<i>Лабораторные занятия (ЛР)</i>		17	17
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	16	17	33
<b>Самостоятельная работа, в том числе контактная:</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>54</b>
Расчетно-графическая работа (РГР)	3	3	6
Самостоятельное изучение разделов	8	12	20
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.),	10	15	25
Подготовка и сдача зачета	3		3
<b>Контроль (подготовка и сдача экзамена)</b>		<b>27</b>	<b>27</b>
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	зачет	экзамен	

#### 4.3 Лекционные занятия

№	Темы
1.	Основные понятия и общие принципы построения систем автоматического управления (САУ). Система управления как составная часть мехатронной и робототехнической системы. Основные понятия и общие принципы построения систем автоматического управления (автоматика, кибернетика, техническая кибернетика, автоматизация, механизация, технические устройства, управление, регулирование, объект управления, цель управления, управляющее воздействие, система автоматического управления, устройство управления, регулятор, внешние воздействия, возмущение, задающее возмущение, помехи). Разомкнутые и замкнутые САУ. Обратная связь, сигнал ошибки.
2.	Режимы работы систем автоматического управления и регулирования.
3.	Принципы и законы управления и регулирования САУ. Классификация САУ.
4.	Классификация систем автоматического управления и регулирования.
5.	Общая характеристика математического описания систем автоматического управления.



6.	Типовые динамические звенья САУ и АСР.
7.	Передаточные функции и уравнения САУ.
8.	Переходные процессы и качество САУ.
9.	Устойчивость САУ.

#### 4.4. Лабораторные занятия

№	Темы занятий
1.	Исследование потенциметрических измерительных преобразователей и дистанционной передачи на потенциометрах
2.	Исследование частотных характеристик апериодического звена
3.	Исследование частотных характеристик интегрирующего звена на базе RC цепи.
4.	Исследование частотных характеристик дифференцирующего звена на базе CR цепи
5.	Исследование переходного процесса интегрирующего звена
6.	Исследование переходного процесса дифференцирующего звена

#### 4.5. Практические занятия

№	Тема
1	Уравнения движения САУ. Составление исходных дифференциальных уравнений. Преобразование Лапласа. Запись операторных уравнений. Передаточные функции.
2	Построение частотных характеристик САУ. Амплитудно-фазовые характеристики. Вещественные частотные характеристики. Логарифмические характеристики.
3	Правила составления и преобразования структурных схем САУ. Последовательное, параллельное и другие виды соединений.
4	Точность САУ в установившемся режиме. Расчет статических параметров и статических ошибок САУ.
5	Построение переходных характеристик САУ. Нахождение переходных характеристик классическим и операторным методом.
6	Устойчивость САУ. Критерии устойчивости. Решение задач по определению устойчивости САУ.

#### 4.6. Курсовая работа

Курсовая работа не предусмотрена.

#### 4.7 Расчетная работа

Студенты в 5 семестре выполняют расчетную работу по теме «Составление дифференциального уравнения и нахождение передаточной функции заданного типового динамического звена».

В 6 семестре выполняют расчетную работу по теме «Расчет и построение амплитудно-фазовых характеристик двигателя постоянного тока».

Они получают индивидуальные задания по вариантам.

#### 4.8. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1.	Разомкнутые и замкнутые САУ. Обратная связь, сигнал ошибки.
2.	Режимы работы систем автоматического управления и регулирования.
3.	Принципы и законы управления и регулирования САУ. Классификация САУ.
4.	Классификация систем автоматического управления и регулирования.
5.	Общая характеристика математического описания систем автоматического управления.
6.	Типовые динамические звенья САУ и АСР.
7.	Передаточные функции и уравнения САУ.
8.	Устойчивость САУ.
9.	Переходные процессы и качество САУ.

### 5 Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

#### 5.1. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой аттестации студентов, обучающихся в КБГУ. Сведения об организации работы по этой системе приведены в таблице.

№	Контрольные мероприятия	Макс. балл (распред.)
5 семестр		
1	Посещение занятий	10 (3+3+4)
2	Коллоквиум	18 (6+6+6)
3	Тестирование	18 (6+6+6)
4	Решение задач на практических занятиях и выполнение расчетно-графической работы	24(8+8+8)
Итого		70(23, 23, 24)
6 семестр		
1	Посещение занятий	10 (3+3+4)
2	Решение задач на практических занятиях и выполнение расчетно-графической работы	24 (8+8+8)
3	Тестирование	18 (6+6+6)
4	Защита лабораторных работ	18 (6+6+6)
Итого		70

#### Коллоквиумы

Коллоквиумы проводятся в 5 семестре по вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию. При этом на каждый из трех рубежных контрольных мероприятия выносятся одна треть вопросов из общего их числа к зачету. Подготовка к коллоквиуму осуществляется по материалам лекций, лабораторных работ и основной и дополнительной литературы, рекомендуемой по дисциплине.

### **Тесты**

Для текущего контроля успешности обучения используются разработанные на кафедре аттестационные педагогические измерительные материалы (тестовые задания).

#### *Примеры тестовых заданий*

#### **Что представляет собой система автоматического управления (САУ)?**

- 1.1. Это система, позволяющая автоматически находить требуемое решение. -
- 1.2. Это система, состоящая из объекта управления и устройства управления, в которой автоматически выполняется заданный процесс. +
- 1.3. Это система, состоящая из объекта управления и системы управления, которая обеспечивает требуемые выходные и входные характеристики. -
- 1.4. САУ это система, которая необходима для устойчивого функционирования субъекта управления. -

#### **2. Что представляет собой управляющее воздействие?**

- 2.1. Это воздействие на субъект управления для получения заданного выходного параметра. -
- 2.2. Это случайное воздействие на субъект управления для получения заданного входного параметра. -
- 2.3. Это воздействие на объект управления, предназначенное для достижения цели управления. +
- 2.4. Это стихийное воздействие на систему управления для осуществления управляющих процессов. -

#### **3. Для чего нужна отрицательная обратная связь (ООС)?**

- 3.1. ООС нужна для случайного увеличения величины отклонения текущих значений выходного параметра от номинального значения. -
- 3.2. ООС нужна для уменьшения величины отклонения текущих значений выходного параметра от номинального значения. +
- 3.3. ООС нужна для поддержания постоянства входной величины.-
- 3.4. ООС нужна для случайного воздействия на величину отклонения текущих значений выходного параметра от номинального значения. -

### **Расчетно-графическая работа**

Студенты в 5 семестре выполняют 1 расчетно-графическую работу по теме «Составление дифференциального уравнения и нахождение передаточной функции заданного типового динамического звена».

#### *Пример индивидуального задания*

Для пассивного дифференцирующего корректирующего звена (параметры звена выдаются по вариантам):

1. составить уравнение для нахождения выходного напряжения;
2. на основании преобразования Лапласа найти передаточную функцию звена;
3. рассчитать и построить амплитудно-частотную функцию звена.

В 6 семестре выполняют 2 расчетно-графическую работу по теме «Расчет и построение амплитудно-фазовых характеристик двигателя постоянного тока».

*Пример индивидуального задания*

Для двигателя постоянного тока с независимым возбуждением с заданными параметрами (параметры выдаются по вариантам):

1. Составить эквивалентную схему двигателя постоянного тока с независимым возбуждением;
2. Составить дифференциальное уравнение движения двигателя;
3. На основе преобразования Лапласа записать операторное уравнение и найти передаточную функцию. Входной величиной является напряжение на якоре, а выходной – угловая скорость вращения двигателя.
4. Построить амплитудно-частотные характеристики.

**Примеры задач для практических занятий:**

1. Найти передаточную функцию и дифференциальное уравнение пассивной электрической цепи (рис. 3) относительно напряжений  $u_1$  и  $u_2$ .

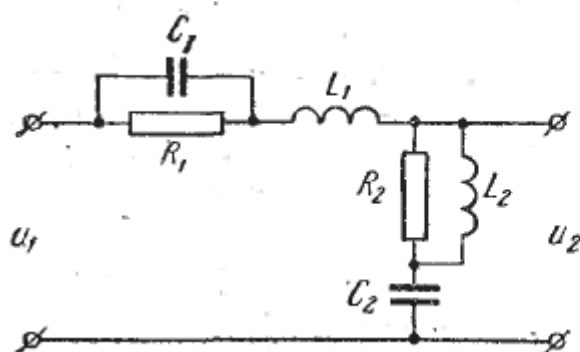


Рис. 1а. Схема к задаче 1.

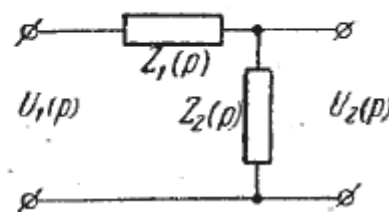


Рис. 1 б. Эквивалентная схема

2. Составить дифференциальное уравнение движения и передаточную функцию двигателя постоянного тока с независимым возбуждением относительно угловой скорости  $\omega$  при моменте нагрузки  $M_H = 0$ .

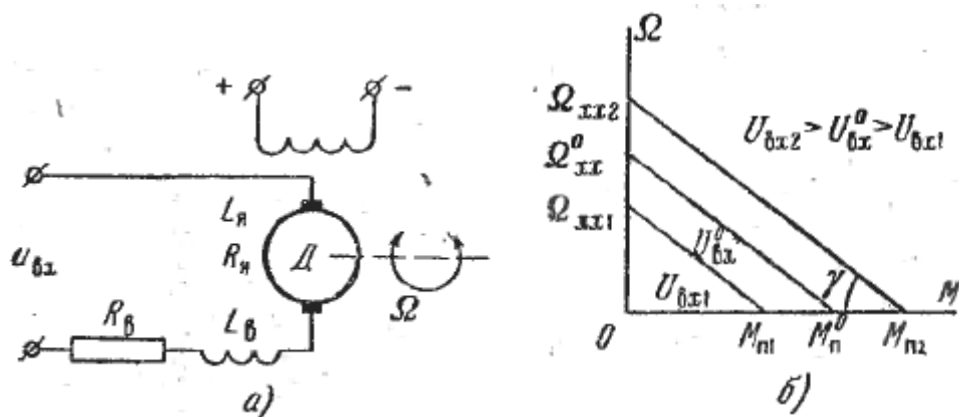


Рис. 2 Схема и механические характеристики

3. Найти передаточную функцию разомкнутой цепи, состоящей из трех последовательно соединенных звеньев с передаточными функциями  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $W_3$ . если  $W_1(p) = k_1$ ;  $W_2(p) = \tau p$ ;  $W_3(p) = \frac{k_2}{T_1 p + 1}$ . Найти дифференциальное уравнение системы.

4. Построить амплитудно-фазовую характеристику звена с передаточной функцией  $W_1(p) = k/p$ .

5. Построить амплитудно-фазовую характеристику цепи RC, представленной на рис. 3.  $R = 1$  ком,  $C = 10$  мкф.

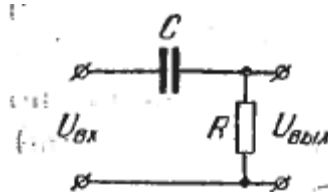


Рис. 3 Схема к задаче 5.

6. Построить вещественную частотную характеристику  $P(\omega)$  замкнутой системы автоматического регулирования. Передаточная функция разомкнутой системы

$$W(p) = \frac{K}{p(1+Tp)}$$

### Задания к лабораторным работам

Лабораторные работы по ТАУ выполняются 6 семестре на стенде НТЦ-12 «Основы автоматики». К лабораторным работам имеются методические указания по выполнению работы.

Образцы заданий для выполнения лабораторных работ представлены ниже.

Так, например, лабораторная работа №1. Исследование потенциметрических преобразователей.

1. Задание на выполнение лабораторной работы.

1.1. Ознакомиться с лабораторной установкой и приборами необходимыми для исследования.

1.2. Исследовать влияние сопротивлений нагрузки на величину выходного напряжения однотактного потенциметрического измерительного преобразователя.

- 1.3. Исследовать влияние сопротивлений нагрузки на величину выходного напряжения потенциометрического преобразователя, включенного по мостовой схеме.
- 1.4. Построить статические характеристики потенциометрических измерительных преобразователей по экспериментальным данным.
- 1.5. Определить чувствительность и максимальную относительную погрешность потенциометрических измерительных преобразователей при различных нагрузках. Рассчитать максимальную относительную погрешность потенциометрических измерительных преобразователей при различных нагрузках. Оформить отчет о проделанной работе.

## **5.2. Оценочные материалы для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация проходит в форме зачета в 5 семестре и экзамена в 6 семестре. Задание на зачет состоит из задачи и теоретического вопроса. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и одну задачу. На зачете и экзамене студент может набрать максимум 30 баллов.

### **Вопросы к зачёту**

1. Понятие системы автоматического управления (САУ).
2. Что представляет собой объект управления?
3. Охарактеризуйте разомкнутые и замкнутые САУ.
4. Что представляет собой управляющее воздействие?
5. Что понимают под процессом автоматического регулирования?
6. Приведите и охарактеризуйте функциональную схему САУ.
7. Для чего нужна обратная связь? Охарактеризуйте понятие обратной связи.
8. Приведите пример автоматического регулирования на базе двигателя постоянного тока.
9. Режимы работы САУ. Статический и динамический режимы САУ.
10. Что представляет собой звено САУ ?
11. Охарактеризуйте линейные и нелинейные САУ.
12. Статическая ошибка САУ.
13. Понятие устойчивости САУ.
14. Время переходного процесса САУ.
15. Максимальное перерегулирование.
16. Колебательность САУ.
17. Классификация САУ.
18. Статические и астатические САУ.
19. Системы автоматической стабилизации.
20. Системы программного управления.
21. Математическая модель САУ.
22. Преобразование Лапласа. Функции-оригиналы и функции-изображения.

### **Экзаменационные вопросы**

1. Классификация систем автоматического управления. Функциональная схема САУ.
2. Датчики САУ. Емкостные датчики.
3. Математическое описание систем автоматического управления.
4. Приведите схему для снятия статической характеристики емкостного датчика.
5. Преобразование Лапласа. Функции оригиналы и функции изображения.
6. Принципы и законы регулирования. Регулирование по отклонению, по возмущению, комбинированное регулирование.
7. Классификация схем автоматического управления.
8. Типовые динамические звенья. Аперiodическое звено.

9. Типовые динамические звенья. Колебательное звено.
10. Типовые динамические звенья. Интегрирующее звено.
11. Типовые динамические звенья. Дифференцирующее звено.
12. Типовые динамические звенья. Усилительное звено
13. Типовые динамические звенья. Звено с запаздыванием.
14. Способы соединения звеньев. Последовательное соединение.
15. Способы соединения звеньев. Параллельное соединение.
16. Передаточная функция звена, охваченная обратной связью.
17. Устойчивость систем автоматического управления.
18. Критерий устойчивости Рауса.
19. Управляющие воздействия. Входные, выходные и управляемые переменные.
20. Разомкнутые и замкнутые системы управления.
21. Обратная связь. Виды обратных связей.
22. Режимы работы САУ.
23. Статический и динамический режим работы САУ.
24. Линейные и нелинейные звенья САУ.
25. Статическая характеристика САУ.
26. Статическая ошибка САУ.
27. Понятие устойчивости САУ.
28. Время переходного процесса САУ.
29. Максимальное перерегулирование и колебательность САУ.
30. Передаточные функции и уравнения САУ.
31. Передаточные функции звеньев. Дайте определение передаточной функции.
32. Передаточная функция по возмущению.
33. Передаточная функция ошибки.
34. Передаточная функция замкнутой системы автоматического управления.
35. Переходные процессы и качество САУ.
36. Оценка качества управления.
37. Построение переходных процессов операторным методом.
38. Частотные характеристики динамических звеньев.
39. Амплитудно-частотные характеристики апериодического звена.
40. Амплитудно-частотные характеристики интегрирующего звена.
41. Амплитудно-частотные характеристики дифференцирующего звена.

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

### **6.1 Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке**

<b>Контролируемые компетенции (часть компетенций)</b>	<b>Результаты обучения</b>	<b>Основные показатели оценки результатов</b>	<b>Оценочные средства</b>
владением физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем	-Знать мехатронную и робототехническую систему как элемент системы автоматического управления. - Знать основные понятия и общие принципы построения систем автоматическо-	- Перечисление основных понятий и определений; - Описание функциональной схемы автоматического управления - Математическая модель САУ;	Практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, коллоквиум, вопросы на

(ОПК-2);	<p>го управления (САУ).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Знать математические и физические основы теории автоматического управления, математические модели объектов управления, математическое описание САУ, формы записи дифференциальных уравнений САУ.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Преобразование Лапласа;</li> <li>- Функции – оригиналы и функции – изображения;</li> <li>- Описание дифференциальных уравнений операторными уравнениями.</li> <li>- нахождение передаточной функции различных соединений</li> <li>- Сформулировать понятие устойчивости САУ.</li> </ul>	зачет и экзамен, расчетно-графическая работа
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Уметь разрабатывать структурные и функциональные схемы систем автоматического управления и регулирования.</li> <li>- Уметь составлять дифференциальные уравнения и передаточные функции динамических звеньев.</li> <li>- Уметь проводить расчет и анализ частотных характеристик</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Структурная схема разомкнутой САУ;</li> <li>- Структурная схема замкнутой САУ;</li> <li>Особенности автоматического управления.</li> <li>- Умение составления дифференциальных уравнений звеньев;</li> <li>- Умение нахождения передаточных функций динамических звеньев.</li> <li>- Умение проводить расчеты характеристик САУ с использованием программных пакетов Matlab и Mathcad;</li> <li>- Расчет переходных и частотных характеристик</li> </ul>	Практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, коллоквиум, вопросы на зачет и экзамен, расчетно-графическая работа
	<p>Владеть математическими методами описания систем автоматического управления и регулирования.</p> <p>Владеть частотными методами исследования САУ (преобразование Лапласа, преобразование функций-оригиналов в функции изображения и наоборот)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Владеть методом преобразования Лапласа для перехода от дифференциальных уравнений к алгебраическим;</li> <li>- владеть методами обратного преобразования Лапласа.</li> <li>- В рамках линейной теории владеть понятием суперпозиции;</li> <li>- Показать умение нахождения амплитудно-частотных и фазово-частотных характеристик САУ;</li> </ul>	Практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, коллоквиум, вопросы на зачет и экзамен, расчетно-графическая работа
	<p>- способностью производить расчеты и проектирование</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Знать, что СУ является составной частью мехатронной и робототехнической системы.</li> <li>- Перечисление состава мехатронной и робототехнической системы.</li> <li>- Перечисление основных</li> </ul>	Практическое занятие, лабораторная работа, те-



отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием (ПК-11).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Знать основные понятия и общие принципы построения систем автоматического управления (САУ)</li> <li>- Знать принципы и законы управления, управляющие средства.</li> <li>- Знать методы расчета и проектирования СУ мехатронными и робототехническими системами.</li> </ul>	<p>понятий и определений систем автоматического управления (САУ);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Описание функциональной схемы автоматического управления;</li> <li>- Перечисление принципов и законов управления;</li> <li>- Перечисление основных методов расчета и проектирования СУ мехатронными и робототехническими системами.</li> </ul>	стирование, коллоквиум, вопросы на зачет и экзамен, расчетно-графическая работа
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Уметь использовать вычислительную технику для решения задач управления мехатронными и робототехническими системами;</li> <li>- Уметь разрабатывать структурные и функциональные схемы систем автоматического управления и регулирования</li> <li>- Уметь производить расчеты на ЭВМ основных характеристик САУ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Умение проводить расчеты характеристик САУ с использованием программных пакетов Matlab и Mathcad;</li> <li>- Умение составления дифференциальных уравнений звеньев;</li> <li>- Умение нахождения передаточных функций динамических звеньев.</li> <li>- Умение расчета на ЭВМ частотных и переходных характеристик динамических звеньев САУ.</li> </ul>	Практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, коллоквиум, вопросы на зачет и экзамен, расчетно-графическая работа
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Владеть математическими методами описания систем автоматического управления и регулирования.</li> <li>- Владеть элементами теории линейных САУ</li> <li>- Владеть частотными методами исследования САУ (преобразование Лапласа, преобразование функций оригиналов в функции изображения и наоборот)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Владеть методом преобразования Лапласа для перехода от дифференциальных уравнений к алгебраическим;</li> <li>- владеть методами обратного преобразования Лапласа.</li> <li>- В рамках линейной теории владеть понятием суперпозиции;</li> <li>- Показать умение нахождения амплитудно-частотных характеристик САУ;</li> <li>- Показать умение нахождения фазово-частотных характеристик САУ.</li> </ul>	Практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, коллоквиум, вопросы на зачет и экзамен, расчетно-графическая работа

## 6.2 Шкала оценивания планируемых результатов обучения

### 6.2.1 Текущий и рубежный контроль

В рамках текущего и рубежного контроля по дисциплине студент может набрать до 70 баллов

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
5, 6	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение лабораторных и практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических занятий. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «отлично».

### 6.2.2 Промежуточная аттестация

Оценка результатов освоения учебной дисциплины в 5 семестре проводится по следующей шкале, применяемой на зачете:

Семестр	Шкала оценивания	
	Не зачтено (36-60 баллов)	Зачтено (61-100 баллов)
5	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачёте не ответил на теоретический вопрос и не решил задачу.	Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный (частичный) ответ на теоретический вопрос и частично (полностью) решил задачу. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ на один вопрос или решил задачу. Студенту, имеющему 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, выставляется отметка «зачтено» без сдачи зачёта.

Оценка результатов освоения учебной дисциплины в 6 семестре проводится по шкале, используемой на экзамене:

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
6	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и ру-	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и ру-	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего

	рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос	бежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.	бежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос.	и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.
--	---	--	---	---

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Гаврилов А.Н. Теория автоматического управления технологическими объектами (линейные системы) [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гаврилов А.Н., Барметов Ю.П., Хвостов А.А.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016.— 244 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/50645.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Федотов, А. В. Основы теории автоматического управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Федотов. — Электрон. текстовые данные. — Омск : Омский государственный технический университет, 2012. — 279 с. — 978-5-8149-1144-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/37832.html>. — ЭБС «IPRbooks»
3. Ерофеев А.А. Теория автоматического управления. Политехника, С-П,2005. - 302 с.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Бушуев С.Д., Михайлов В.С. Автоматика и автоматизация производственных процессов. М.: Высшая школа, 1990.
2. Сборник задач по теории автоматического регулирования. Под ред. Бессекерского В.В., М.: Наука, 1978.
3. Зайцев В.И., Чинаев П.И. Основы автоматического управления и регулирования Киев.: Техника, 1975.
4. Бородин И.Ф., Кириллин Н.И. Основы автоматизации производственных процессов. М.:Колос, 1977.
5. Воронов А.А. Теория автоматического регулирования. Ч. 1,2.М.: Высшая школа,1986.
6. Нетушил А.В. Теория автоматического управления. М.: Высшая школа, 1976.

7. Егоркин, О. В. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Теория автоматического управления» / О. В. Егоркин, Н. В. Назарова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 59 с. — 978-5-4487-0184-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73607.html>. — ЭБС «IPRbooks».
8. Музылева И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям/ Музылева И.В., Муравьев А.А.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 84 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22938.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### **7.3 Перечень учебно-методических разработок**

1. Руководство по выполнению лабораторных работ на лабораторном стенде НТЦ-12 «Основы автоматики». Могилев: НТП «Центр», 2011. – 76 с.
2. Теория автоматического управления. Методические указания к выполнению лабораторных работ. / Сенов Х.М. Каб.-Балк. ун-т., 2018 г. (Рукопись).

### **7.4 Интернет-ресурсы**

1. <http://www.openkbsu.ru> - Открытый университет.
2. [elibrary.altstu.ru/ elibrary/int.htm](http://elibrary.altstu.ru/elibrary/int.htm) - Образовательные ресурсы Интернета.
3. <http://lib-bkm.ru/load/2-1-0-20> - Библиотека машиностроителя.
4. <http://www.iprbookshop.ru> - ЭБС «IPR book».
5. <http://www.viniti.ru> - РЖ ВИНТИ. Электронный Банк данных реферативных журналов ВИНТИ РАН по широкому спектру наук.
6. <http://www2.viniti.ru/> - электронный каталог научно-технической продукции.
7. <http://www.consultant.ru> - СИС «Консультант плюс».
8. <http://www.garant.ru> - СИС «Гарант».

### **7.5 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий.**

При проведении лекций, практических занятий используется  
*лицензионное программное обеспечение:*

ОС Windows, пакет Microsoft Office (Word, EXCEL), MATLAB, MATHCAD, Acrobat Reader.

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

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях (аудиториях) для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия.

Лабораторные работы, проводятся в компьютерном классе с современным компьютерным оборудованием, использующим в процессе обучения студентов программное обеспечение, прописанное в п. 7.5., а также стенд НТЦ-12 «Основы автоматики».

Для самостоятельной работы обучающихся имеются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

## **9 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
  2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)
    - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невидимого доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;
    - задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;
    - письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;
  3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):
    - на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
    - зачет/экзамен проводится в письменной форме;
  4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).
    - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
    - по желанию студента экзамен проводится в устной форме.
- Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.