

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Факультет среднего профессионального образования



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета СПО, к.т.н.

С.Л. Поляков

«21» июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Основы автоматического управления»**

для специальности среднего профессионального образования

**15.02.10 «Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)»**

<u>Объем образовательной нагрузки, часов</u>	108
Учебные занятия, часов	80
в т.ч. лабораторно–практические занятия, часов	30
Самостоятельная учебная работа, часов	16

Санкт-Петербург 2023

Рабочая программа учебной дисциплины разработана на основе  
Федерального государственного образовательного стандарта по  
специальности среднего профессионального образования

15.02.10

*код*

Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)

*наименование специальности(ей)*

РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА

Цикловой комиссией

приборостроения и робототехники

Протокол № 12 от 14.06.2023 г.

Председатель:  / Савельев Н.В./

РЕКОМЕНДОВАНА

Методическим

советом факультета СПО

Протокол № 10 от 14.06.2023 г.

Председатель:  /Шелешнева С.М./

Разработчики:

Поляков С.Л., преподаватель высшей квалификационной категории, к.т.н.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	11
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	12

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

## 1.1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа учебной дисциплины является составной частью программно-методического сопровождения образовательной программы (ОП) среднего профессионального образования (СПО) - программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 15.02.10 «Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)».

Программа учебной дисциплины может быть использована в профессиональных образовательных организациях при реализации программ подготовки специалистов среднего звена, повышения квалификации и переподготовки рабочих кадров и специалистов среднего звена по направлению 15.00.00 «Машиностроение».

## 1.2. Место дисциплины в структуре ОП СПО

Учебная дисциплина «Основы автоматического управления» является дисциплиной общепрофессионального цикла.

## 1.3. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 03 ОК 04 ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3	<ul style="list-style-type: none"><li>– читать принципиальные структурные схемы, схемы автоматизации, схемы соединений и подключений;</li><li>– визуализировать процесс управления и работу мехатронных систем;</li><li>– составлять структурные, функциональные и принципиальные схемы мехатронных систем.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– принципы работы и назначение устройств мехатронных систем.</li></ul>

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Объем часов</b>
<b>Объем образовательной программы</b>	<b>108</b>
<b>Учебная нагрузка обучающихся во взаимодействии с преподавателем (всего)</b>	<b>80</b>
в том числе:	
теоретическое обучение	50
лабораторные и практические занятия	30
<b>Самостоятельная учебная работа (всего)</b>	<b>16</b>
<b>Консультации</b>	<b>8</b>
<b>Промежуточная аттестация в форме экзамена в 4 семестре</b>	<b>4</b>

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий и (или) лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

## 2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины ОСНОВЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
1	2	3	4
<b>Введение</b>	<p><b>Содержание учебного материала</b></p> <p>1. Роль, задачи и содержание дисциплины, связь ее с другими специальными дисциплинами. Значение автоматического управления в развитии автоматизации технологических процессов и производств. Краткий обзор истории развития теории автоматического управления от элементов автоматики, управления и регулирования до методов анализа и синтеза систем управления. Вклад русских ученых в развитие теории автоматического регулирования.</p> <p>2. Перспективы развития автоматизации технологических процессов и производств, совершенствования систем регулирования и управления технологическими процессами с точки зрения экономического и социального развития страны.</p>	2	-
<b>Раздел 1. Статика и динамика элементов систем автоматического управления</b>		<b>60</b>	-
<b>Тема 1.1 Основные понятия о САУ</b>	<p><b>Содержание учебного материала</b></p> <p>1. Основные определения: параметры технологического процесса, виды управления регулирование, стабилизация; входная и выходная величина, начальная информация, регулируемые параметры, управление по заданию, регулирующие воздействия, возмущающие воздействия, их виды.</p> <p>2. Понятие объект управления (ОУ), автоматический регулятор и регулирующий орган. Принципы действия систем автоматического управления и их основные устройства.</p> <p>3. Понятие о системе автоматического управления (САУ): структурная схема простейшей и реальной системы, назначение и выполняемые функции элементов системы. Замкнутые и разомкнутые, одноконтурные и многоконтурные системы.</p> <p>4. Классификация САУ. Непрерывные и дискретные, экстремальные и самонастраивающиеся, оптимальные системы, системы связанного и несвязанного регулирования. Методы линеаризации нелинейных систем.</p> <p>5. Виды систем управления промышленным оборудованием. Разделение систем по функциональному назначению. Требования, предъявляемые к САУ.</p> <p><b>Тематика лабораторных работ</b></p> <p>Лабораторная работа №1 Исследование работы терморезистора.</p> <p><b>Самостоятельная работа обучающихся</b></p> <p>Анализ и составление структурных схем АСР различного назначения</p>	6	-
	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>6</b>	-

<b>Тема 1.2 Типовые элементарные звенья, свойства и характеристик и звеньев и систем</b>	1. Дифференциальные уравнения элементов систем управления. Преобразование Лапласа и его применение для решения дифференциальных уравнений. Полное уравнение динамики системы управления. Передаточная функция системы. Динамические характеристики систем автоматизированного управления. Временные динамические характеристики: переходная и импульсная. Частотные характеристики: амплитудные, фазовые и амплитудно-фазовые.	2	ПК 3.2
	2. Принципы расчленения систем автоматического управления на элементарные звенья. Характеристики элементарных звеньев.	2	ПК 3.2
	3. Понятие о записи дифференциальных уравнений системы в операторной форме, действия с операторами. Понятие о характеристическом уравнении. Передаточная функция звена (системы). Получение аналитического выражения амплитудно – фазовой характеристики (АФХ) из передаточной функции. Запись аналитического выражения АФХ в комплексно-показательной форме. Графическое изображение АФХ. Геометрические методы построения АФХ. Методика проведения и анализа эксперимента по определению частотных характеристик системы. Понятие о годографе. Типовые элементарные звенья: усилительное, апериодические, колебательное, интегрирующие, дифференцирующие и чистого запаздывания. Дифференциальное уравнение, переходная и передаточная функция, частотные характеристики и годограф звена. Примеры элементарных звеньев, составляющих автоматические системы регулирования и управления.	2	ПК 3.2
	<b>Тематика лабораторных работ</b>	<b>10</b>	-
	Лабораторная работа №2 Исследование работы дифференциальных сельсинов	2	ОК 04, ПК 3.1, ПК 3.2
	Лабораторная работа №3 Исследование работы генератора синусоидальных сигналов	2	
	Лабораторная работа №4 Исследование работы индуктивного датчика	2	
	Лабораторная работа №5 Исследование работы емкостного датчика	2	
	Лабораторная работа №6 Исследование работы потенциометрического датчика	2	
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> Решение дифференциальных уравнений Анализ частотных характеристик элементарных звеньев	<b>2</b>	ОК 04, ПК 3.1, ПК 3.2
<b>Тема 1.3 Передаточные функции соединений звеньев и систем</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>4</b>	-
	1. Виды соединений звеньев: последовательное, параллельное, встречнопараллельное. Передаточные функции соединений звеньев. Понятие об обратной связи. Положительная и отрицательная обратная связь. Гибкая и жесткая обратная связь.	2	ПК 3.1, ПК 3.2
	2. Замена нескольких звеньев одним эквивалентным звеном, эквивалентные преобразования структурных схем систем, передаточная функция сложных многоконтурных систем, приведение многоконтурной системы к одноконтурной.	2	ПК 3.1, ПК 3.2
	<b>Тематика лабораторных занятий</b>	<b>6</b>	-
	Лабораторная работа №7 Исследование работы магнитного усилителя с ОС	2	ОК 04, ПК 3.1, ПК 3.2
	Лабораторная работа №8 Исследование магнитоуправляемых контактов	2	
	Лабораторная работа №9 Изучение конструкции и работы поляризованных реле	2	
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> Преобразование структурных схем	<b>2</b>	ОК 03
<b>Содержание учебного материала</b>	<b>6</b>	-	

<b>Тема 1.4 Свойства объектов управления с сосредоточенными параметрами и их определения</b>	1. Свойства объектов регулирования, объект регулирования как важнейшая составная часть автоматической системы регулирования. Элементы, входящие в состав ОУ. Статические и динамические свойства ОУ. Статические и динамические ОУ. Кривая разгона объектов управления, параметры кривой разгона: постоянная времени, полное время запаздывания, коэффициент передачи, отношение $t/T$ .	2	ПК 3.1, ПК 3.2
	2. Понятие о нагрузке, емкости и самовыравнивании. Объекты управления с самовыравниванием и астатические объекты. Их характеристики.	2	ПК 3.1, ПК 3.2
	3. Определение динамических характеристик объектов управления экспериментальным путем и с помощью моделирования на ЭВМ. Представление ОУ и устройств автоматического управления с сосредоточенными параметрами в виде передаточных функций.	2	ПК 3.1, ПК 3.2
	<b>Тематика лабораторных работ</b>	<b>2</b>	-
	Лабораторная работа №10 Исследование работы следящего электропривода	2	ОК 04, ПК 3.1, ПК 3.2
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> Анализ статических и астатических объектов управления.	<b>2</b>	ОК 03
<b>Тема 1.5 Управляющие устройства</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>4</b>	-
	1. Линейные законы управления: пропорциональный (П-управление), интегральный (И-управление), пропорционально-интегральный (ПИ-управление), пропорционально-дифференциальный (ПД-управление), пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД-управление) и управляющие устройства (регуляторы), реализующие эти законы: П-, И-, ПИ-, ПД-, ПИД-регуляторы.	1	ПК 3.1, ПК 3.2
	2. Дифференциальные уравнения, описывающие линейные законы управления. Структурная схема идеального и реального регуляторов. Передаточные функции и частотные характеристики идеальных и реальных регуляторов.	1	ПК 3.1, ПК 3.2
	3. Влияние параметров настроек регулятора на получение законов регулирования. Структурное представление П-, И-, ПИ-, ПД-, ПИД- регуляторов. Исследование их на ЭВМ.	1	ПК 3.1, ПК 3.2
	4. Основные элементы, с помощью которых формируются соответствующие законы управления: преобразующие элементы, исполнительные механизмы (ИМ) и корректирующие обратные связи. Реализация законов управления с помощью охвата отрицательной обратной связью. Обратная связь по положению ИМ и внутренняя ОС. Структурные схемы реализации законов управления. Расчет оптимальных настроек. Моделирование на ЭВМ.	1	ПК 3.1, ПК 3.2
	<b>Тематика лабораторных работ</b>	<b>4</b>	-
	Лабораторная работа №11 Исследование переходных процессов динамических звеньев	4	ОК 04, ПК 3.1, ПК 3.2
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> Анализ структурных схем реализации законов управления. Составление передаточных функций и частотных характеристики регуляторов	<b>2</b>	ОК 03
<b>Раздел 2. Линейные автоматические системы управления</b>		<b>26</b>	-
<b>Тема 2.1 Передаточные функции замкнутых систем</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>4</b>	-
	1. Исследование динамических процессов, происходящих в системах автоматического управления при приложении к системе воздействий произвольной формы. Воздействия управляющие и возмущающие. Передаточные функции замкнутых и разомкнутых систем. Структурные схемы.	1	ПК 3.1, ПК 3.2
	2. Передаточные функции замкнутых систем управления по каналу управления (возмущение со стороны регулирующего органа), по внешнему возмущению и по возмущению по заданию.	1	ПК 3.1, ПК 3.2



	3. Получение характеристического уравнения замкнутой системы регулирования по передаточной функции разомкнутой системы. Правила эквивалентного преобразования для получения передаточных функций сложных систем с различными перекрестными связями: правило переноса точки съёма сигнала и точки суммирования сигналов и др. Структурные схемы, передаточные функции. Примеры преобразования сложных систем управления.	2	ПК 3.1, ПК 3.2
	<b>Тематика лабораторных работ</b>	<b>6</b>	-
	Лабораторная работа №12 Испытание датчика давления	2	ОК 04, ПК 3.1, ПК 3.2
	Лабораторная работа №13 Испытание датчиков температуры	2	
	Лабораторная работа №14 Испытание резистивного датчика положения	2	
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> Разбор примеров преобразования сложных систем управления	<b>2</b>	ОК 03
<b>Тема 2.2</b> <b>Устойчивость систем автоматического управления</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>2</b>	-
	Понятие об устойчивости линейных систем регулирования и анализ устойчивости линейных систем методом Ляпунова. Определение устойчивости систем по знаку вещественной части корней характеристического уравнения систем и расположению корней характеристического уравнения в комплексной плоскости. Граница устойчивости. Необходимые и достаточные условия устойчивости системы регулирования. Критерии устойчивости. Критерий устойчивости Михайлова. Годограф Михайлова и его особенности. Критерий устойчивости Найквиста. Комплексные частотные характеристики устойчивых и неустойчивых систем. Понятие о запасе устойчивости. Построение областей устойчивости. Анализ устойчивости одноконтурных и многоконтурных систем автоматического управления.	2	ПК 3.3
<b>Тема 2.3</b> <b>Качество систем автоматического управления</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>4</b>	-
	1. Основные показатели, определяющие качество процесса регулирования: статическая и динамическая ошибки, максимальное динамическое отклонение, время регулирования, величина перерегулирования, колебательность и др.	1	ПК 3.3
	2. Типовые переходные процессы регулирования: аperiodический, с 20% перерегулированием и др. Построение переходных процессов по заданным передаточным функциям замкнутых систем.	1	ПК 3.3
	3. Оценка качества регулирования по корням характеристического уравнения. Степень устойчивости и степень колебательности: Интегральные оценки качества.	1	ПК 3.3
	4. Частотные характеристики и их связь с характеристиками переходных процессов. Частотные методы анализа качества процесса регулирования: по вещественной частотной характеристике замкнутой системы, построение переходного процесса с помощью трапецеидальных характеристик.	1	ПК 3.3
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> Анализ типовых переходных процессов регулирования	<b>4</b>	ОК 03
<b>Тема 2.4</b> <b>Коррекция линейных систем автоматического управления</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>4</b>	-
	1. Основные меры, применяемые для улучшения процессов управления. Введение корректирующих звеньев и их влияние на точность и качество регулирования. Последовательная и параллельная коррекция, ОС; их особенности и области применения.	1	ПК 3.3
	2. Передаточные функции соединений звеньев при введении корректирующих устройств. Активные и пассивные корректирующие звенья. Примеры корректирующих звеньев: интегрирующие, дифференцирующие, интегро-дифференцирующие, варианты их включения. Корректирующие обратные связи (отрицательные и положительные) и их применение. Методика расчета параметров корректирующих звеньев.	1	ПК 3.3

	3. Введение дополнительных контуров. Особенности применения дополнительных контуров для улучшения качеств регулирования при больших возмущениях. Понятия об инвариантных системах.	2	ПК 3.3
<b>Раздел 3. Дискретные САУ</b>		<b>8</b>	-
<b>Тема 3.1 Основные понятия и определения дискретных САУ</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>2</b>	-
	1. Основные определения. Классификация дискретных систем управления. Импульсные элементы 1, 2 и 3 видов. Виды сигналов при различных формах импульсной модуляции. Структурная схема дискретной системы. Понятие о дискретном преобразовании Лапласа и математические основы теории дискретных систем. Решетчатые функции их изображения.	2	ПК 3.1
<b>Тема 3.2 Анализ дискретных САУ</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>6</b>	-
	1. Уравнения дискретных систем управления. Применение принципа суперпозиции для исследования дискретной системы управления. Расчленение на дискретную и линейную части системы автоматического управления. Определение временной и частотной характеристик линейной части при воздействии на нее последовательности импульсов.	1	ПК 3.2
	2. Передаточные функции замкнутых и разомкнутых дискретных систем. Определение передаточной функции разомкнутой системы через передаточную функцию линейной части. Методы анализа устойчивости линейных систем и их аналоги для дискретных систем автоматического регулирования.	1	ПК 3.2,
	3. Определение устойчивости по расположению корней характеристического уравнения. Частотные методы определения устойчивости дискретных систем. Аналоги критериев Михайлова и Найквиста.	2	ПК 3.3
	4. Понятие о качестве переходных процессов дискретных САУ. Определение качества переходных процессов с использованием методов косвенной оценки. Определение по степени устойчивости и с помощью интегральной оценки. Понятие о коррекции дискретных систем автоматического управления.	2	ПК 3.3
<b>Консультации</b>		<b>8</b>	-
<b>Промежуточная аттестация</b>		<b>4</b>	-
<b>Всего:</b>		<b>108</b>	-

### **3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1. Материально-техническое обеспечение**

Для реализации программы учебной дисциплины предусмотрены следующие специальные помещения: кабинет основ автоматического управления.

Оборудование в соответствии с Распоряжением декана факультета СПО № 212-68-04/23 от 27.01.2023 г..

#### **3.2. Информационное обеспечение реализации программы**

Перечень используемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

##### **Основные источники**

- 1 Петрова, А. М. Автоматическое управление : учебное пособие / А.М. Петрова. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. — 240 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-467-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1937949>
- 2 Гальперин, М. В. Автоматическое управление : учебник / М.В. Гальперин. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 224 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-016930-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1914758>

##### **Дополнительные источники**

- 1 Рульнов, А. А. Автоматическое регулирование : учебник / А. А. Рульнов, И. И. Горюнов, К. Ю. Евстафьев. — 2-е изд., стер. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 219 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-006216-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1937948>
- 2 Ким, Д. П. Основы автоматического управления : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Д. П. Ким. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 276 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-11687-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/518524>

##### **Электронные ресурсы**

- 1 Федеральный портал "Российское образование". - URL: <https://www.edu.ru/>

## 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Критерии оценки	Формы и методы оценки
<p>Знания: принципы работы и назначение устройств мехатронных систем.</p>	<p>«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.</p>	<p>Знания: – оценка по результатам устного опроса, – оценка по результатам письменного опроса, – экзамен.</p>
<p>Умения: читать принципиальные структурные схемы, схемы автоматизации, схемы соединений и подключений; визуализировать процесс управления и работу мехатронных систем; составлять структурные, функциональные и принципиальные схемы мехатронных систем.</p>	<p>«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.</p> <p>«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.</p> <p>«Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.</p>	<p>Умения: – экспертная оценка результатов деятельности студентов при выполнении и защите практических работ; – экспертная оценка результатов деятельности студентов при тестировании, внеаудиторной самостоятельной работы и других видов текущего контроля.</p>