

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

Факультет среднего профессионального образования



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 | 40 |
| Самостоятельная учебная работа, часов | 16 |

Санкт-Петербург 2022

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 04.06.2022 г.

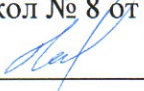
Председатель:  Савельев Н.В./

РЕКОМЕНДОВАНА

Методическим

советом факультета СПО

Протокол № 8 от 15.06.2022 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">– 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. | <ul style="list-style-type: none">– принципы работы и назначение устройств мехатронных систем. |

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Объем часов |
|--|--------------------|
| Объем образовательной программы | 108 |
| Учебная нагрузка обучающихся во взаимодействии с преподавателем (всего) | 80 |
| в том числе: | |
| теоретическое обучение | 40 |
| лабораторные и практические занятия | 40 |
| Самостоятельная учебная работа (всего) | 16 |
| Консультации | 8 |
| Промежуточная аттестация в форме экзамена в 4 семестре | 4 |

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 |
| Введение | <p>Содержание учебного материала</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 | - |
| Раздел 1. Статика и динамика элементов систем автоматического управления | | 60 | - |
| Тема 1.1 Основные понятия о САУ | <p>Содержание учебного материала</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>Тематика лабораторных работ</p> <p>Лабораторная работа №1 Исследование работы терморезистора.</p> <p>Самостоятельная работа обучающихся</p> <p>Анализ и составление структурных схем АСР различного назначения</p> | 6 | - |
| | Содержание учебного материала | 6 | - |

| | | | |
|--|--|--------------------------|--------------------------|
| Тема 1.2 Типовые элементарные звенья, свойства и характеристик и звеньев и систем | 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 |
| | Тематика лабораторных работ | 10 | - |
| | 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 | |
| | Самостоятельная работа обучающихся Решение дифференциальных уравнений Анализ частотных характеристик элементарных звеньев | 2 | ОК 04, ПК 3.1, ПК 3.2 |
| Тема 1.3 Передаточные функции соединений звеньев и систем | Содержание учебного материала | 4 | - |
| 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 | |
| Тематика лабораторных занятий | 6 | - | |
| 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 | | |
| Самостоятельная работа обучающихся Преобразование структурных схем | 2 | ОК 03 | |
| | Содержание учебного материала | 6 | - |

| | | | |
|--|---|-----------|-----------------------|
| Тема 1.4 Свойства объектов управления с сосредоточенными параметрами и их определения | 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 |
| | Тематика лабораторных работ | 2 | - |
| | Лабораторная работа №10 Исследование работы следящего электропривода | 2 | ОК 04, ПК 3.1, ПК 3.2 |
| | Самостоятельная работа обучающихся Анализ статических и астатических объектов управления. | 2 | ОК 03 |
| Тема 1.5 Управляющие устройства | Содержание учебного материала | 4 | - |
| | 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 |
| | Тематика лабораторных работ | 4 | - |
| | Лабораторная работа №11 Исследование переходных процессов динамических звеньев | 4 | ОК 04, ПК 3.1, ПК 3.2 |
| | Самостоятельная работа обучающихся Анализ структурных схем реализации законов управления. Составление передаточных функций и частотных характеристики регуляторов | 2 | ОК 03 |
| Раздел 2. Линейные автоматические системы управления | | 26 | - |
| Тема 2.1 Передаточные функции замкнутых систем | Содержание учебного материала | 4 | - |
| | 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 |
| | Тематика лабораторных работ | 6 | - |
| | 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 | |
| | Самостоятельная работа обучающихся Разбор примеров преобразования сложных систем управления | 2 | ОК 03 |
| Тема 2.2 Устойчивость систем автоматического управления | Содержание учебного материала | 2 | - |
| | 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 |
| Тема 2.3 Качество систем автоматического управления | Содержание учебного материала | 4 | - |
| | 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 |
| | Самостоятельная работа обучающихся Анализ типовых переходных процессов регулирования | 4 | ОК 03 |
| Тема 2.4 Коррекция линейных систем автоматического управления | Содержание учебного материала | 4 | - |
| | 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 |
| Раздел 3. Дискретные САУ | | 8 | - |
| Тема 3.1 Основные понятия и определения дискретных САУ | Содержание учебного материала | 2 | - |
| | 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 |
| Тема 3.2 Анализ дискретных САУ | Содержание учебного материала | 6 | - |
| | 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 |
| Консультации | | 8 | - |
| Промежуточная аттестация | | 4 | - |
| Всего: | | 108 | - |

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Для реализации программы учебной дисциплины предусмотрены следующие специальные помещения: лаборатория автоматизации производства.

Оборудование в соответствии с Распоряжением декана факультета СПО № 11-СПО-01/21 от 11.01.2021.

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, 2021. — 240 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-467-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1226456>
- 2 Гальперин, М. В. Автоматическое управление : учебник / М.В. Гальперин. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 224 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-016930-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1815957>

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, 2021. - 219 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-006216-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1225674>

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> |