

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

«19» июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы автоматического управления

для специальности среднего профессионального образования

12.02.01 «Авиационные приборы и комплексы»

<u>Объем дисциплины, часов</u>	57
Учебные занятия, часов	48
в т.ч. лабораторно–практические занятия, часов	12
Самостоятельная работа, часов	9

Санкт-Петербург 2024

Рабочая программа дисциплины разработана на основе ФГОС СПО по специальности среднего профессионального образования

12.02.01

код

Авиационные приборы и комплексы

наименование специальности

РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА

Цикловой комиссией

приборостроения и робототехники

Протокол № 11 от 14.06.2024 г.

Председатель:  / Савельев Н.В./

РЕКОМЕНДОВАНА

Методическим

советом факультета СПО

Протокол № 8 от 19.06.2024 г.

Председатель:  /Шелешчева С.М./

Разработчики:

Бабик А.Н., преподаватель

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ 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 ДИСЦИПЛИНЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

1.1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа дисциплины является составной частью программно-методического сопровождения образовательной программы (ОП) среднего профессионального образования (СПО) по специальности 12.02.01 «Авиационные приборы и комплексы».

1.2. Место дисциплины в структуре ОП СПО

Дисциплина «Системы автоматического управления» является дисциплиной общепрофессионального цикла.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

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

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Объем дисциплины	57
Объем учебных занятий	48
в том числе:	
теоретическое обучение	36
лабораторные и практические занятия	12
Самостоятельная учебная работа	9
Консультации	-
Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета в 4 семестре	-

Практическая подготовка при реализации 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 дисциплины СИСТЕМЫ 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	Содержание учебного материала	2	-
	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.	1	ОК 03
	2. Перспективы развития автоматизации технологических процессов и производств, совершенствования систем регулирования и управления технологическими процессами с точки зрения экономического и социального развития страны.	1	ОК 03
Раздел 1. Статика и динамика элементов систем автоматического управления		60	-
Тема 1.1 Основные понятия о САУ	Содержание учебного материала	6	-
	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.	1	ОК 03
	2. Понятие объект управления (ОУ), автоматический регулятор и регулирующий орган. Принципы действия систем автоматического управления и их основные устройства.	1	ОК 03
	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.	1	ОК 03
	4. Классификация САУ. Непрерывные и дискретные, экстремальные и самонастраивающиеся, оптимальные системы, системы связанного и несвязанного регулирования. Методы линеаризации нелинейных систем.	1	ПК 3.1
	5. Виды систем управления промышленным оборудованием. Разделение систем по функциональному назначению. Требования, предъявляемые к САУ.	2	ПК 3.1
	Тематика лабораторных работ	2	-
	Лабораторная работа №1 Исследование работы терморезистора.	2	ОК 04, ПК 3.1, ПК 3.2
	Самостоятельная работа обучающихся Анализ и составление структурных схем АСР различного назначения	2	ОК 03
	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
Всего:		57	-

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Для реализации программы дисциплины предусмотрены следующие специальные помещения: кабинет технологии производства авиационных приборов и систем.

Оснащение учебных кабинетов и лабораторий установлено в соответствии с протоколом Методического совета факультета № 8 от 19.06.2024 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 Российское образование. Федеральный портал. — URL: <http://www.edu.ru>

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Критерии оценки	Формы и методы оценки
<p>Знания: принципы работы и назначение различных устройств.</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, – дифференцированный зачет.</p>
<p>Умения: читать принципиальные структурные схемы, схемы автоматизации, схемы соединений и подключений; визуализировать процесс управления и работу систем автоматического управления; составлять структурные, функциональные и принципиальные схемы.</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>