

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Альметьевский профессиональный колледж»

«Рассмотрено»
на заседании ЦМК
Председатель ЦМК

 /И.М. Газизова/

Протокол
№ 1 от «29» 08. 2024 г.

«Утверждено»
Директор ГБПОУ «Альметьевский профессиональный колледж»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**ПМ.03. Разработка, моделирование и оптимизация
работы мехатронных систем**

по программе подготовки специалистов среднего звена
«15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)»

2024 г.

Программа профессионального модуля «Разработка, моделирование и оптимизация работы мехатронных систем» разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)

Организация – разработчик: ГБПОУ «Альметьевский профессиональный колледж»

Разработчик(и): Хакова А.Р.

Рекомендовано методическим советом протокол № ___ от «__» _____ 2024 г

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	4
2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	6
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	9
4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	17
5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	20

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

ПМ.03. Разработка, моделирование и оптимизация работы мехатронных систем

1.1. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы:

Программа профессионального модуля «Разработка, моделирование и оптимизация работы мехатронных систем» является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО по специальности 15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям).

1.2. Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля

В результате изучения профессионального модуля студент должен освоить основной вид деятельности **Разработка, моделирование и оптимизация работы мехатронных систем** и соответствующие ему общие компетенции и профессиональные компетенции:

1.2.1. Перечень общих и личностных компетенций

Код	Наименование общих компетенций
ОК 01.	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
ОК 02.	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
ОК 03.	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.
ОК 04.	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
ОК 05.	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК 09.	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 10.	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.
ЛР 1	Осознающий себя гражданином и защитником великой страны
ЛР 2	Проявляющий активную гражданскую позицию, демонстрирующий приверженность принципам честности, порядочности, открытости, экономически активный и участвующий в студенческом и территориальном самоуправлении, в том числе на условиях добровольчества, продуктивно взаимодействующий и участвующий в деятельности общественных организаций
ЛР 3	Соблюдающий нормы правопорядка, следующий идеалам гражданского общества, обеспечения безопасности, прав и свобод граждан России. Лояльный к установкам и проявлениям представителей субкультур, отличающий их от групп с деструктивным и девиантным поведением. Демонстрирующий неприятие и предупреждающий социально опасное поведение окружающих

ЛР 4	Проявляющий и демонстрирующий уважение к людям труда, осознающий ценность собственного труда. Стремящийся к формированию в сетевой среде личностно и профессионального конструктивного «цифрового следа»
------	--

1.2.2. Перечень профессиональных компетенций

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ВД 3	Разработка, моделирование и оптимизация работы мехатронных систем и мобильных робототехнических комплексов:
ПК 3.1.	Составлять схемы простых мехатронных систем и мобильных робототехнических комплексов в соответствии с техническим заданием.
ПК 3.2.	Моделировать работу простых мехатронных систем и мобильных робототехнических комплексов.
ПК 3.3.	Оптимизировать работу компонентов и модулей мехатронных систем и мобильных робототехнических комплексов в соответствии с технической документацией.

»

1.3. Количество часов, отводимое на освоение профессионального модуля

Всего часов – 568.

Из них:

на освоение МДК – 372 часа,

на практики, в том числе учебную – 72 часа и производственную 108 часов.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Результатом освоения программы профессионального модуля является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности **Разработка, моделирование и оптимизация работы мехатронных систем**, в том числе профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

Иметь практически йопыт	разрабатывать и моделировать простые устройства и функциональные блокимехатронных систем; моделировать простые устройства и функциональные блоки мехатронных систем; оптимизировать работы компонентов и модулей мехатронных систем; распознавание сложных проблемных ситуаций в различных контекстах; проведение анализа сложных ситуаций при решении задач профессиональной деятельности; определение этапов решения задачи; определение потребности в информации; осуществление эффективного поиска; выделение всех возможных источников нужных ресурсов, в том числе неочевидных; разработка детального плана действий; оценка рисков на каждом шагу; оценка плюсов и минусов полученного результата, своего плана и его реализации, предложение критериев оценки и рекомендации по улучшению плана; планирование информационного поиска из широкого набора источников, необходимого для выполнения профессиональных задач; проведение анализа полученной информации, выделение в ней главных аспектов; структурирование отобранной информации в соответствии с параметрами поиска; интерпретация полученной информации в контексте профессиональной деятельности; использование актуальной нормативно-правовой документации по профессии (специальности); применение современной научной профессиональной терминологии; определение траектории профессионального развития и самообразования; участие в деловом общении для эффективного решения деловых задач планирование профессиональной деятельности; грамотно устно и письменно излагать свои мысли по профессиональной тематике на государственном языке; проявление толерантность в рабочем коллективе;
--------------------------------	---

	<p>применение средств информатизации и информационных технологий для реализации профессиональной деятельности;</p> <p>применение в профессиональной деятельности инструкций на государственном и иностранном языке;</p> <p>ведение общения на профессиональные темы;</p>
--	--

<p>уметь</p>	<p>проводить расчеты параметров типовых электрических, пневматических и гидравлических схем узлов и устройств, разрабатывать несложные мехатронные системы; рассчитывать основные технико-экономические показатели; оформлять техническую и технологическую документацию; составлять структурные, функциональные и принципиальные схемы мехатронных систем; применять специализированное программное обеспечение при моделировании мехатронных систем; применять технологии бережливого производства при выполнении работ по оптимизации мехатронных систем; обеспечивать безопасность работ при оптимизации работы компонентов и модулей мехатронных систем; применять технологии бережливого производства при выполнении работ по оптимизации мехатронных систем; выбирать наиболее оптимальные модели управления мехатронными системами; оптимизировать работу мехатронных систем по различным параметрам; распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; правильно выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; составлять план действия, определять необходимые ресурсы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; реализовать составленный план; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника); определять задачи поиска информации; определять необходимые источники информации; планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; выделять наиболее значимое в перечне информации; оценивать практическую значимость результатов поиска; оформлять результаты поиска; определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности; выстраивать траектории профессионального и личностного развития; организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами; излагать свои мысли на государственном</p>
--------------	---

	<p>языке; оформлять документы; применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; использовать современное программное обеспечение; понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые);</p>
--	---

	<p>понимать тексты на базовые профессиональные темы; участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; кратко обосновывать и объяснить свои действия (текущие и планируемые); писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы.</p>
<p>знать</p>	<p>концепцию бережливого производства; методы расчета параметров типовых электрических, пневматических и гидравлических схем; физические особенности сред использования мехатронных систем; типовые модели мехатронных систем; качественные показатели реализации мехатронных систем; типовые модели мехатронных систем; правила техники безопасности при проведении работ по оптимизации мехатронных систем; методы оптимизации работы компонентов и модулей мехатронных систем; актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; методы работы в профессиональной и смежных сферах; структура плана для решения задач; порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности; номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации; содержание актуальной нормативно-правовой документации; современная научная и профессиональная терминология; возможные траектории профессионального развития и самообразования психология коллектива; психология личности; основы проектной деятельности; особенности социального и культурного контекста; правила оформления документов; современные средства и устройства информатизации; порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности; правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; основные общеупотребительные глаголы (бытовая и</p>

	<p>профессиональная лексика); лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности; особенности произношения; правила чтения текстов профессиональной направленности.</p>
--	---

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

3.1. Структура профессионального модуля

Коды профессиональных компетенций	Наименования разделов профессионального модуля	Всего часов (макс. учебная нагрузка и практики)	Объем времени, отведенный на освоение междисциплинарного курса (курсов) Обязательная аудиторная учебная нагрузка обучающегося			Практика	
			Всего, часов	В т.ч. лабораторные работы и практические занятия, часов	в т.ч., курсовая работа (проект), часов	Учебная, часов	Производственная (по профилю специальности), часов
1	2	3	4	5	6	7	8
ПК 3.1 – ПК 3.2 ОК 1-5,9,10	Раздел 1 Разработка и моделирование мехатронных систем	216		96		-	
ПК 3.3 ОК 1-5,9,10	Раздел 2 Оптимизация работы мехатронных систем	156		76	-	72	
	Производственная практика (по профилю специальности), часов (если предусмотрена итоговая (концентрированная) практика)	108					108
	экзамен	6					
	Всего:	568		172		72	108

3.2. Тематический план и содержание профессионального модуля

Наименование разделов профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК) и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект)	Объем часов	Формируемые компетенции
1	2	3	5
Раздел 1 ПМ 2. Моделирование мехатронных систем			
МДК 03.01 Разработка и моделирование мехатронных систем			
Введение	Содержание		
	1. Обзор и области применения электропневматических систем.	2	
	2. Сравнение различных систем управления (электрика, электроника, пневматика).	2	
	3. Структура электропневматической системы и направление потока сигналов	2	
Тема 1.1. Проектирование автоматизированных систем	Содержание	20	
	1. Обзор и области применения электропневматических систем.		ПК 3.1 ОК 1-5,9,10
	2. Сравнение различных систем управления (электрика, электроника, пневматика).		
	3. Структура электропневматической системы и направление потока сигналов. Различия в направлении потоков сигналов.		ПК 3.1, ПК 3.2
	4. Электропневматический и пневмоэлектрический преобразователи – конструкция и принцип работы. Принцип работы электромагнитной катушки.		

5.	Достоинства и недостатки электромагнитов постоянного и переменного тока.		ПК 3.2 ОК 1-5,9,10
6	Условные графические обозначения электропневматических и электрических элементов и их обозначение в принципиальных схемах.		
7	Контакты (отличие НЗ и НО контактов в пневматике и электрике).		ПК 3.1, ПК 3.2 ОК 1-5,9,10
8	Способы управления контактами, нумерация контактов, проектная документация		
9	Источники питания постоянного и переменного тока. Конструкции распределителей с электромагнитным управлением.		ПК 3.1, ПК 3.2 ОК1-5,9,10
10	Условные обозначения, пилотное управление, ручное дублирование.		
Самостоятельная работа		6	
Работа с конспектами занятий, учебной и специальной технической литературой по темам: - электромагниты постоянного и переменного тока; - источники питания постоянного и переменного тока; - типы сигналов;			

Тема 1.2. Логические операции в пневмоавтоматике	Содержание		14	
	1.	Прямое управление пневматическим цилиндром с помощью электрокнопки.		ПК 3.1
	2	Цепочки управления и их нумерация в схеме		
	3	Реализация логических функций «И», «ИЛИ», «ДА», «НЕТ» на контактах реле.		ПК 3.1 ОК 1-5,9,10
	4	Схемы с памятью (самоподхватом реле), доминирующее включение и выключение.		ПК 3.2
	5	Схемы с памятью на бистабильных распределителях (отличие от схем с самоподхватом по потреблению энергии)		
	6	Подтверждение положения штока пневмоцилиндра.		ПК 3.1, ПК 3.2 ОК 1-5,9,10
	7	Различные виды датчиков: электромеханические концевые выключатели, герконы, индуктивные, емкостные, оптические датчики положения.		
	Самостоятельная работа		6	
	Работа с конспектами занятий, учебной и специальной технической литературой по темам: - логические функции; - бистабильные распределители; - прямое управление пневмоцилиндром; - не прямое управление пневмоцилиндром; - подготовка к практическим занятиям; - оформление отчётов по практическим занятиям.			
Тема 1.3. Виды и принцип действия датчиков положения. Аналоговые датчики	Содержание		12	
	1.	Условные обозначения, конструкции и принцип действия. Двух- и трехпроводные датчики, способы их подключения.		ПК 3.1 ОК 1-5,9,10
	2	Области применения в различных отраслях промышленности: как концевые выключатели и датчики наличия объекта.		
3.	Управление по давлению. Датчики (реле) давления, вакуума и перепада давления. Условные обозначения, конструкция и принцип действия.	ПК 3.2 ОК 1-5,9,10		

4.	Управление по времени. Реле времени (таймеры).		ПК 3.1, ПК 3.2
5.	Условные обозначения, конструкция и принцип действия. Задержка по переднему и заднему фронту		ПК 3.1, ПК 3.2
6.	Схема управления исполнительным механизмом с экономией сжатого воздуха (реле давления, управляемый обратный клапан, концевые выключатели, отсечной клапан)		
Самостоятельная работа		6	
Работа с конспектами занятий, учебной и специальной технической литературой по темам: - логические функции; - бистабильные распределители; - прямое управление пневмоцилиндром; - не прямое управление пневмоцилиндром; - подготовка к практическим занятиям; - оформление отчётов по практическим занятиям.			

Тема 1.4. Проектирование электропневматической системы управления	Содержание		18	
	1.	Электрический счетчик циклов, суммирующий и вычитающий.		ПК 3.1 ОК 1-5,9,10
	2	Системы управления двумя исполнительными механизмами		
	3	Принцип построения самоблокирующихся (для управления моностабильными распределителями).		
	4	Принцип построения самовыключающихся (управление бистабильными распределителями) тактовых цепей с надежным обратным переключением		ПК 3.1, ПК 3.2 ОК 1-5,9,10
	5	Проектирование электропневматической системы управления		ПК 3.1 ОК 1-5,9,10
	6	Знакомство с полной версией программы FluidSIM-P.		
	7	Автоматизированное проектирование систем автоматизации и управления.		ПК 3.1, ПК 3.2
	8	Устройство для заполнения банок: система управления 3 цилиндрами с пропуском шагов и таймером.		
	9	Реализация дополнительных сервисных функций: старт, стоп, аварийный стоп, сброс (исходное положение), ручной/автомат, одиночный цикл/продолжительный, наличие детали.		
	Самостоятельная работа		2	
	Работа с конспектами занятий, учебной и специальной технической литературой по темам: - управление по давлению; - датчики положения (двухлинейные и трехлинейные); - управление по времени; - подготовка к практическим занятиям; - оформление отчетов по практическим занятиям.			
Тема 1.5. Стадии и этапы проектирования систем автоматизации управления	Содержание		18	
	1.	Стадии и этапы проектирования систем автоматизации управления несколькими исполнительными механизмами и несколькими сервисными функциями		
	2.	Проектирование системы управления с повторяющимися шагами		
	3.	Порядок ввода электропневматической системы в эксплуатацию.		

	4	Регулярные процедуры по обслуживанию электропневматической системы. Документация.		
	5	Поиск неисправностей в электропневматических системах управления.		
	6	Типовые неисправности и их причины (недостаточное питание сжатым воздухом, качество сжатого воздуха, конденсат, чрезмерные нагрузки).		
	7	Процедуры поиска неисправностей (табличный и алгоритмический методы)		
	8	Пропорциональная пневматика. Аналоговый датчик давления (SDE), пропорциональные регуляторы давления (MPPE, MPPES), пропорциональный распределитель (MPYE).		

	9	Устройство, принцип действия, условные обозначения, области применения.		
	Практические занятия		96	
	1.	Прямое и не прямое управление		
	2.	Бистабильное управление с моностабильным распределителем.		
	3.	Концевые датчики		
	4.	Счетчик		
	5.	Клапан быстрого выхлопа		
	6.	Схемы с памятью и регулируемой скоростью цилиндра		
	7.	Управление по давлению		
	8.	Клапан выдержки времени		
	9.	Координированное перемещение		
	10	Совпадение сигналов		
	11	Переключающий распределитель		
	12	Проектирование и расчет электропневматических схем по заданной диаграмме перемещение-шаг (без совпадающих шагов)		
	13	Проектирование и расчет электропневматических схем по заданной диаграмме перемещение-шаг (с совпадающими шагами)		

<p>Курсовой проект Тематика курсовых проектов (работ)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Расчет и проектирование схемы управления двумя пневматическими цилиндрами с совпадающими шагами на базе пневмоавтоматики. 2) Расчет и проектирование схемы управления двумя пневматическими цилиндрами с совпадающими шагами на базе электроавтоматики. 3) Расчет и проектирование схемы управления тремя пневматическими цилиндрами с совпадающими шагами на базе пневмоавтоматики. 4) Расчет и проектирование схемы управления тремя пневматическими цилиндрами с совпадающими шагами на базе электроавтоматики. 5) Расчет и проектирование схемы управления устройством подачи деталей. 6) Расчет и проектирование схемы управления устройством сортировки металлических штамповок. 7) Расчет и проектирование схемы управления устройством контроля почтовых посылок. 8) Расчет и проектирование схемы управления устройством распределения брикетов. 9) Расчет и проектирование схемы управления гибочного устройства. 10) Расчет и проектирование схемы управления маркировочной машины. 11) Расчет и проектирование схемы управления устройством подачи штифтов. 12) Расчет и проектирование схемы управления барабана для сварки листов пленки. 13) Расчет и проектирование схемы управления станции распределения заготовок. 14) Расчет и проектирование схемы управления вибратора для банок с краской. 	<p>40</p>
--	-----------

<p>15) Расчет и проектирование схемы управления устройством подачи материалов. 16) Расчет и проектирование схемы управления сварочной машины для термопластиков. 17) Расчет и проектирование схемы управления устройством для сортировки камней. 18) Расчет и проектирование схемы управления устройством для прессования мусора. 19) Расчет и проектирование схемы управления крепежа для корпуса фотокамеры. 20) Расчет и проектирование схемы управления станции лазерной резки. 21) Частичная автоматизация установки для обработки внутренней цилиндрической поверхности. 22) Расчет и проектирование схемы управления сверлильного станка с четырьмя шпинделями 23) Расчет и проектирование схемы управления сверлильного станка с гравитационным магазином. 24) Расчет и проектирование схемы управления опрокидывающего устройства.</p>				
<p>МДК. 3.2. Оптимизация работы мехатронных систем</p>				
<p>Тема 2.1. Оценка качества процесса управления</p>	<p>Содержание</p>	<p>14</p>		
	1	Оценка качества процесса управления. Виды переходных процессов.		
	2	Оценка качества по переходным функциям. Частотные критерии качества.		
	3	Колебательность переходного процесса		
	4.	Оценка устойчивости системы управления.		
	5	Оценка устойчивости системы по критерию Найквиста		
	6	Запас устойчивости по модулю и по фазе.		
	7	Автоколебательный процесс.		
	<p>Практические занятия</p>		<p>30</p>	
	1.	Задача о наилучшем равномерном приближении. Пример Рунге.		<p>ПК 3.3 ОК 1-5,9,10</p>
	2.	Определение прямых показателей качества процесса регулирования по переходному процессу		
	3.	Определение качества процесса регулирования по АЧХ		
	4.	Анализ устойчивости системы по критерию Найквиста. Определение запаса по модулю и по фазе с использованием программы		
	5.	Комплексная оценка качества процесса регулирования с использованием программы		

6.	Анализ факторов, оказывающих влияние на качество процесса регулирования	
7.	Интерполяция сплайнами. МНК.	ПК 3.3 ОК 1-5,9,10
8.	Численное дифференцирование.	ПК 3.3 ОК 1-5,9,10
9.	Введение в методы численного интегрирования: простейшие квадратурные формулы, квадратурные формулы Гаусса.	ПК 3.3 ОК 1-5,9,10
10.	Построение кубического интерполяционного сплайна для функции Рунге.	ПК 3.3 ОК 1-5,9,10
11.	Аппроксимация данных методом наименьших квадратов.	ПК 3.3 ОК 1-5,9,10
12.	Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Одношаговые методы: метод Эйлера, методы Рунге-Кутты.	ПК 3.3 ОК 1-5,9,10
13.	Численные методы решения задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений.	ПК 3.3 ОК 1-5,9,10
14.	Методы одномерной минимизации. Задача одномерной минимизации. Метод дихотомии, метод золотого сечения.	ПК 3.3 ОК 1-5,9,10
15.	Методы многомерной оптимизации. Безусловная минимизация функции нескольких переменных. Методы спуска: метод покоординатного спуска. Градиентные методы.	ПК 3.3 ОК 1-5,9,10

Тема 2.2. оптимизации управления	Методы систем	Содержание		24	
		1.	Структурная оптимизация. Условия эффективного функционирования САУ.		
		2	Сочетание различных законов регулирования в процессе формирования контура регулирования.		
		3	Компенсация инерционных свойств объекта управления. Динамическая оптимизация контура управления объектом с самовыравниванием.		
		4	Оптимизация настройки регулятора методом «пригонки» модуля передаточной функции замкнутой системы к единице (ОМ).		
		5	Рекомендации по выбору П- регулятора для управления инерционным процессом. Рекомендации по выбору интегрального (И) регулятора для управления инерционным объектом.		
		5	Сумма малых постоянных времени и возникновение явления динамического (переходного) запаздывания.		
		6	Типовой переходный процесс в контуре, настроенном по методу пригонки модуля передаточной функции к единице.		
		7	Сопоставление показателей качества переходных процессов при использовании различных типов регуляторов в контурах, оптимизированных по методу ОМ при управлении инерционными объектами		
		8	Динамическая оптимизация контура управления объектом без самовыравнивания.		
		9	Оптимизация настройки регулятора методом «симметричного оптимума» (СО). Определение параметров настройки ПИ- и ПИД-регуляторов методом СО.		
		10	Типовой переходный процесс в контуре, настроенном по методу «симметричного оптимума».		
		11	Управление объектом, структурная схема которого содержит интегральную составляющую.		
12	Сглаживание задающего сигнала. Условие улучшения показателей контура оптимизированного по методу «СО».				
		Практические занятия		30	
1.	Монтаж и наладка исполнительных элементов.				
2.	Применение структурной оптимизации для компенсации инерционных свойств объекта управления				
3.	Моделирование и оптимизация контура управления инерционным объектом в программе				
4.	Моделирование и оптимизация контура управления				

		инерционным объектом управления с запаздыванием в программе		
	5.	Монтаж и подключение датчиков.		
	6.	Монтаж отборных устройств и первичных преобразователей.		
	7.	Монтаж и подключение процессорных элементов.		
	8.	Монтаж и подключение распределительной техники.		
	9.	Установка сужающих устройств для измерения расхода. Установка отборных устройств.		
	10.	Установка первичных приборов для измерения температуры.		
	11	Монтаж микропроцессорных устройств, технических средств АСУ ТП.		
	12	Монтаж нормирующих преобразователей.		
	13	Монтаж технических средств АСУ ТП и мехатронных систем.		
	14	Монтаж приборов, регулирующих устройств и аппаратуры управления на щитах и пультах.		
	15	Монтаж регулирующих устройств.		
Тема 2.3. Методы повышения качества процесса управления	Содержание		6	
	1	Сглаживание задающего сигнала.		
	2	Условие улучшения показателей контура оптимизированного по методу «СО».		
	3	Структурная схема контура управления с дифференцированием и демпфированием сигнала задания		
	Практические занятия		4	
1	Реализация сглаживания задающего сигнала с применением программы.			
	2	Реализация сглаживания и демпфирования задающего сигнала с применением программы.		
Тема 2.4. Системы автоматической оптимизации	Содержание		4	
	1	САО с запоминанием максимума выходного параметра. Системы автоматической оптимизации дискретного принципа действия		

	2	Математическое описание траекторий дрейфа статических характеристик оптимизируемого процесса под действием технологических возмущений		
	Практические занятия		6	
	1	Разработка структурой схемы САО с запоминанием максимума скорости изменения выходного параметра.		
	2	Разработка блок-схемы алгоритма реализации САО с запоминанием максимума скорости изменения выходного параметра.		
	3	Математическое моделирование работы САО с запоминанием максимума скорости изменения выходного параметра.		
- Тема 2.5. Оптимизация функционирования мехатронных систем	Содержание		10	
	1	Оптимизация по времени выполнения алгоритма функционирования.		
	2	Методы оптимизации работы механических и пневматических элементов мехатронной системы. Программная оптимизация «по времени».		
	3	Оптимизация по расходу электрической энергии. Программная оптимизация «по электричеству».		
	4	Методы оптимизации работы механических, пневматических и электрических элементов мехатронной системы.		
	5	Оптимизация по расходу воздуха. Программная оптимизация «по воздуху».		
	Практические занятия			
	1	Оптимизация по времени выполнения алгоритма функционирования производственной линии «Распределения и сортировки» заготовок	6	
	2	Оптимизация по расходу электрической энергии на функционирование мехатронной станции «Перемещения заготовок»		
	3	Оптимизация по расходу воздуха на функционирование производственной линии «Распределения и перекладки» заготовок		

Тема 2.6. Оптимизация технологических процессов	Содержание		4	
	1	Экономическая эффективность внедрения системы управления. Сметная стоимость оборудования.		
	2	Себестоимость продукции. Экономическая эффективность внедрения автоматизированных систем		
	Практические занятия		2	
1	Расчет штата оперативно-ремонтного персонала по обслуживанию мехатронной системы.			
Самостоятельная работа при изучении раздела ПМ 3.2			18	
Внеаудиторная (самостоятельная) учебная работа при изучении раздела 2 - подготовка к практическим занятиям; - оформление отчётов по практическим занятиям. - работа с конспектами занятий, учебной и специальной технической литературой по темам: - применение сглаживания задающих сигналов (сглаживающий фильтр) - оптимизация работы мехатронных станций по времени и расходу воздуха - определение экономической эффективности внедрения мехатронной системы				

<p>Учебная практика Виды работ: 1. Разработка структурной схемы и алгоритма функционирования контура регулирования параметра технологического объекта управления, с учетом его реальных статических и динамических характеристик. 2. Разработка функциональной схемы локальной САР 3. Разработка принципиальной электрической схемы локальной САР 4. Разработка схем электрических и пневматических подключений мехатронной станции «Перекладки заготовок» 5. Реализация алгоритма функционирования разработанной системы 6. Моделирование систем управления реальными объектами автоматизации с применением специализированного программного обеспечения и учетом их статических и динамических свойств 7. Моделирование алгоритма функционирования производственной линии «Распределения и сортировки» заготовок 8. Применение структурной оптимизации контуров регулирования технологических параметров реальных объектов автоматизации. 9. Динамическая оптимизация параметров настройки регулятора. Определение показателей качества процессов регулирования в контурах с различными типами регуляторов. Анализ и выбор оптимального регулятора и параметров его настройки. 10. Оптимизация «по времени» производственной линии «Распределения и сортировки» заготовок 11. Оптимизация «по времени» производственной линии «Переноса и проверки» заготовок 12. Оптимизация «по воздуху» производственной линии «Переноса и проверки» заготовок</p>	72	
<p>Производственная практика (концентрированная) практика Виды работ: 1. Разработка схемы и осуществления электрических подключений производственной линии «Распределения и сортировки» заготовок в соответствии с алгоритмом функционирования мехатронной системы 2. Разработка схемы и осуществления электрических подключений производственной линии «Переноса и проверки» заготовок в соответствии с алгоритмом функционирования мехатронной системы 3. Разработка схемы и осуществления электрических подключений производственной линии «Распределения и перекладки» заготовок в соответствии с алгоритмом функционирования мехатронной системы 4. Оптимизация «по воздуху» производственной линии «Распределения и сортировки» заготовок 5. Анализ технико-экономических показателей технологического процесса. Расчет затрат на внедрение и обслуживание системы 6. Определение экономической эффективности внедрения мехатронной системы. Расчет периода окупаемости системы. Анализ целесообразности внедрения системы автоматического регулирования</p>	108	
<p>Всего</p>	568	

10. Введение в методы численного интегрирования: простейшие квадратурные формулы, квадратурные формулы Гаусса		
11. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Одношаговые методы: метод Эйлера, методы Рунге-Кутты		
12. Численные методы решения задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Многошаговые методы: методы Адамса – Башфорта, Адамса – Моултона		
13. Методы одномерной минимизации. Задача одномерной минимизации. Метод дихотомии, метод золотого сечения		
14. Методы многомерной оптимизации. Безусловная минимизация функции нескольких переменных. Методы спуска: метод покоординатного спуска. Градиентные методы		
Производственная практика Виды работ: - участие в организации работ по производственной эксплуатации систем автоматического управления; - участие в организации работ по наладке систем автоматического управления; - проведение настройки и регулировки средств автоматизации контроля; - определение причин отказов и неисправностей в работе средств автоматизации контроля; - поиск и устранение неисправностей и отказов в работе средств автоматизации контроля	108	
экзамен	6	
Всего	568	

4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

4.1. Реализация программы учебной дисциплины предусматривает наличие следующих специальных помещений:

Лаборатория «Пневматики и гидравлики»:

1. Дидактические стенды пневматики и электропневмоавтоматики;
2. Дидактические стенды гидравлики и электрогидравлики;
3. Лабораторные стенды для изучения основ пневматики, электропневмоавтоматики, пропорциональной и серво-гидравлики (не менее, чем на 12 обучающихся) включающие:
 - монтажная плита для сборки схем,
 - гидравлическая насосная станция,
 - малошумный компрессор,
 - учебные комплекты элементов по пневмоавтоматике и электропневмоавтоматике,
 - учебные комплекты элементов по гидроавтоматике и электрогидроавтоматике,
 - учебные комплекты элементов по пропорциональной гидравлике и серво гидравлике,
 - учебные комплекты элементов по датчикам в гидравлических и пневматических системах,
 - системы управления гидро- и пневмоприводом на базе ПЛК промышленного образца,
 - наборы соединительных электробезопасных проводов и шлангов,
 - измерительные приборы (мультиметры),
 - система сбора данных с интерфейсом подключения к ПК,
 - пневмоострова,
 - различные типы исполнительных устройств (линейные, вращательные, неполноповоротные, мембранные);
4. Учебное программное обеспечение для симуляции работы пневматических и гидравлических систем,
5. Интерактивные электронные средства обучения,
6. Персональный компьютер или ноутбук.

Оборудование слесарной мастерской:

- рабочее место преподавателя;
- рабочие места по количеству обучающихся;
- станки (настольно-сверлильные, заточные и др.);
- набор слесарных инструментов;
- набор измерительных инструментов;
- приспособления для выполнения слесарных работ;
- заготовки для выполнения слесарных работ.

Мастерская конструирования мобильных робототехнических комплексов:

Индивидуальные рабочие места обучающихся (не менее 12 шт.) в составе:

- персональный компьютер или ноутбук с установленной средой разработки и отладки программ управляющего контроллера мобильного робота.

- набор инструмента (пинцеты, бокорезы, плоскогубцы, отвертки, гаечные ключи, шестигранные ключи, инструмент для снятия изоляции с проводов, инструмент для обжима клемм (наконечников), мультиметр).

Проектные наборы для конструирования и программирования мобильных робототехнических комплексов (не менее 4 шт.) включающие:

- конструктивные элементы и крепёж (балки, кронштейны, планки, шестерни, подшипники, винты и т.д.),

- двигатели постоянного тока и серводвигатели,

- аккумуляторы с зарядным устройством, колеса и приводные компоненты,

- датчики касания, положения, приближения, цвета, индуктивные и емкостные датчики,

- гироскоп, акселерометр и система технического зрения,

- управляющий контроллер с модулем дискретных и аналоговых входов/выходов,

- драйверы управления двигателями,

- электрические провода,

- кнопки, переключатели и индикационные элементы.

Требования к оснащению баз практик

1. Пневматические или гидравлические, или электрические приводы.
2. Программируемые логические контроллеры (ПЛК)
3. Конвейерные линии
4. Промышленные роботы (манипуляторы)
5. Контрольно-измерительные приборы
6. НМІ панели (панели оператора)

4.2. Информационное обеспечение реализации программы

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации предусматривает печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы, рекомендуемые для использования в образовательном процессе.

4.2.1. Печатные издания

1. Босинзон М.А. Современные системы ЧПУ и их эксплуатация. Учебник–М.: ОИЦ «Академия», 2017.
2. В. Л. Сосонкин, Г. М. Мартинов "Системы числового программногоуправления. Учебное пособие" М.: Логос, 2017
3. Южаков Б.Г. Монтаж, наладка и ремонт электрических установок.Учебник– М.: УМЦ ЖДТ, 2017.
4. Технологическое оборудование. Металлорежущие станки : учебник / М.Ю. Сибикин. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : ФОРУМ, 2017. — 448 с.
5. Технологическое оборудование: учебное пособие / О.И. Аверьянов, И.О. Аверьянова, В.В. Клепиков. - М.: Форум: ИНФРА-М, 2016. - 240 с.
6. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учеб. пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. — Минск : Новое знание ; М. :ИНФРА-М, 2017. — 264 с.
7. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учеб. пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. — Минск : Новое знание ; М. :ИНФРА-М, 2017. — 264 с.
8. Теоретические основы разработки и моделирования систем автоматизации : учеб. пособие / А.М. Афонин, Ю.Н. Царегородцев, А.М. Петрова, Ю.Е. Ефремова. — М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. — 192 с.
9. Технологическая оснастка: Учебное пособие / Клепиков В.В., Бодров А.Н. - М.:Форум, 2017. - 608 с.

4.2.2. Электронные издания (электронные ресурсы)

1. Готлиб Б.М. Проектирование мехатронных систем [Электронный ресурс]. – Екатеринбург: УрГУПС, 2012. – Режим доступа: http://gendocs.ru/docs/6/5481/conv_1/file1.pdf

5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

Код и наименование профессиональных и общих компетенций, формируемых в рамках модуля	Критерии оценки	Методы оценки
ПК 3.1. Составлять схемы простых мехатронных систем в соответствии с техническим заданием.	Знания: концепцию бережливого производства; методы расчета параметров типовых электрических, пневматических и гидравлических схем; физические особенности сред использования мехатронных систем; типовые модели мехатронных систем.	Тестирование
	Умения: проводить расчеты параметров типовых электрических, пневматических и гидравлических схем узлов и устройств, разрабатывать несложные мехатронные системы; оформлять техническую и технологическую документацию; составлять структурные, функциональные и принципиальные схемы мехатронных систем; рассчитывать основные технико-экономические показатели.	Лабораторная работа
	Практический опыт:	Практическая работа

	Разрабатывать и моделировать простые устройства и функциональные блоки мехатронных систем.	
ПК 3.2. Моделировать работу простых мехатронных систем	Знания: качественные показатели реализации мехатронных систем; типовые модели мехатронных систем.	Тестирование
	Умения: применять специализированное программное обеспечение при моделировании мехатронных систем; применять технологии бережливого производства при выполнении работ по оптимизации мехатронных систем.	Лабораторная работа
	Практический опыт: Моделировать простые устройства и функциональные блоки мехатронных систем.	Лабораторная работа
ПК 3.3. Оптимизировать работу компонентов и модулей мехатронных систем в соответствии с технической документацией	Знания: правила техники безопасности при проведении работ по оптимизации мехатронных систем; методы оптимизации работы компонентов и модулей мехатронных систем.	Тестирование
	Умения: обеспечивать безопасность работ при оптимизации работы компонентов и модулей мехатронных систем; применять технологии бережливого производства при выполнении работ по	Лабораторная работа

	<p>оптимизации мехатронных систем; выбирать наиболее оптимальные модели управления мехатронными системами; оптимизировать работу мехатронных систем по различным параметрам.</p>	
	<p>Практический опыт: Оптимизировать работы компонентов и модулей мехатронных систем.</p>	Лабораторная работа
<p>ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам</p>	<p>Умения: распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; определять этапы решения задачи; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; составить план действия; определить необходимые ресурсы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; реализовать составленный план; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).</p>	<p>Практические занятия Ситуационные задания</p>
	<p>Знания: актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится</p>	<p>Тестирование Собеседование Экзамен</p>

	<p>работать и жить; основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте. алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; методы работы в профессиональной и смежных сферах; структуру плана для решения задач; порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности</p>	
<p>ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности</p>	<p>Умения: определять задачи поиска информации; определять необходимые источники информации; планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; выделять наиболее значимое в перечне информации; оценивать практическую значимость результатов поиска; оформлять результаты поиска</p>	<p>Практические занятия</p>
	<p>Знания: номенклатура информационных источников применяемых в профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации</p>	<p>Тестирование Собеседование Экзамен</p>
<p>ОК 03. Планировать и реализовывать собственное</p>	<p>Умения: определять актуальность</p>	<p>Практические занятия</p>

профессиональное и личностное развитие.	нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности; выстраивать траектории профессионального и личностного развития	
	Знания: содержание актуальной нормативно-правовой документации; современная научная и профессиональная терминология; возможные траектории профессионального развития и самообразования	Тестирование Собеседование Экзамен
ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.	Умения: организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами	Практические занятия Деловая игра
	Знания: психология коллектива; психология личности; основы проектной деятельности	Тестирование Собеседование Экзамен
ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста	Умения: излагать свои мысли на государственном языке; оформлять документы.	Практические занятия
ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности	Знания: особенности социального и культурного контекста; правила оформления документов.	Тестирование Собеседование Экзамен
	Умения: применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; использовать современное программное обеспечение	Практические занятия

	<p>Знания: современные средства и устройства информатизации; порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности.</p>	<p>Тестирование Собеседование Экзамен</p>
<p>ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.</p>	<p>Умения: понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы; участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; кратко обосновывать и объяснить свои действия (текущие и планируемые); писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы</p>	<p>Практические занятия Деловая игра</p>
	<p>Знания: правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности;</p>	<p>Тестирование Собеседование Экзамен</p>

	особенности произношения; правила чтения текстов профессиональной направленности	
--	---	--