

**Приложение 2.3**  
к ООП-П по специальности  
**15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**  
**«ПМ.03 Разработка, моделирование и оптимизация работы мехатронных систем»**

2022 г.

## *СОДЕРЖАНИЕ*

1. **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**
2. **СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**
3. **УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**
4. **КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

### **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

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

#### **1.1. Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля**

В результате изучения профессионального модуля обучающимися осваиваются умения и знания.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

Уд 01 проводить расчеты параметров типовых электрических, пневматических и гидравлических схем узлов и устройств, разрабатывать несложные мехатронные системы;

Уд 02 применять специализированное программное обеспечение при разработке и моделировании мехатронных систем;

Уд 03 составлять структурные, функциональные и принципиальные схемы мехатронных систем;

Уд 04 оптимизировать работу мехатронных систем по различным параметрам.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

Зд 01 правила техники безопасности при проведении работ по оптимизации мехатронных систем;

Зд 02 методы расчета параметров типовых электрических, пневматических и гидравлических схем;

Зд 03 типовые модели мехатронных систем;

Зд 04 методы оптимизации работы компонентов и модулей мехатронных систем.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен иметь практический опыт в:

ПО 01 разработке и моделировании работы простых устройств и функциональных блоков мехатронных систем;

ПО 02 оптимизации работы компонентов и модулей мехатронных систем.

В результате изучения профессионального модуля обучающихся должен освоить основной вид деятельности **Обязательный профессиональный блок** и соответствующие ему общие компетенции и профессиональные компетенции:

##### 1.1.1 Перечень общих компетенций

<i>Код</i>	<i>Наименование общих компетенций</i>
<i>ОК 01</i>	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

<b>ОК 02</b>	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности
<b>ОК 03</b>	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях
<b>ОК 04</b>	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде
<b>ОК 05</b>	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.

### 1.1.2 Перечень профессиональных компетенций

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

### 1.1.3 В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен

Владеть навыками	Н 3.1.01 разрабатывать и моделировать простые устройства и функциональные блоки мехатронных систем.
	Н 3.2.01 моделировать простые устройства и функциональные блоки мехатронных систем
	Н 3.3.01 оптимизировать работы компонентов и модулей мехатронных систем.
Уметь	У 3.1.01 проводить расчеты параметров типовых электрических, пневматических и гидравлических схем узлов и устройств, разрабатывать несложные мехатронные системы;
	У 3.1.02 оформлять техническую и технологическую документацию;
	У 3.1.03 составлять структурные, функциональные и принципиальные схемы мехатронных систем;
	У 3.1.04 рассчитывать основные технико-экономические показатели.
	У 3.2.01 применять специализированное программное обеспечение при моделировании мехатронных систем;
	У 3.2.02 применять технологии бережливого производства при выполнении работ по оптимизации мехатронных систем
	У 3.3.01 обеспечивать безопасность работ при оптимизации работы компонентов и модулей мехатронных систем;
	У 3.3.02 применять технологии бережливого производства при выполнении работ по оптимизации мехатронных систем;
	У 3.3.03 выбирать наиболее оптимальные модели управления мехатронными системами;
	У 3.3.04 оптимизировать работу мехатронных систем по различным параметрам.
Знать	З 3.1.01 концепцию бережливого производства;
	З 3.1.02 методы расчета параметров типовых электрических, пневматических и гидравлических схем;

	3 3.1. 03 физические особенности сред использования мехатронных систем
	3 3.1. 04 типовые модели мехатронных систем.
	3 3.2.01 качественные показатели реализации мехатронных систем;
	3 3.2.02 типовые модели мехатронных систем
	3 3.3.01 правила техники безопасности при проведении работ по оптимизации мехатронных систем;
	3 3.3.02 методы оптимизации работы компонентов и модулей мехатронных систем.

## **1.2. Количество часов, отводимое на освоение профессионального модуля**

Всего часов 472

в том числе в форме практической подготовки 408

Из них на освоение МДК 220

в том числе самостоятельная работа 14

практики, в том числе учебная 72

производственная 180

Промежуточная аттестация *ЭКЗАМЕН*.

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

### 2.1. Структура профессионального модуля

Коды профессиональных общих компетенций	Наименования разделов профессионального модуля	Всего, час.	В т.ч. в форме практической подготовки	Объем профессионального модуля, ак. час.							
				Всего	Обучение по МДК				Практики		
					В том числе				Учебная	Производственная	
					Лабораторных и практических занятий	Курсовых работ (проектов)	Самостоятельная работа	Промежуточная аттестация			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	
ПК 3.1, ПК 3.2 ОК 01, ОК 02 ОК 03, ОК 04 ОК 05	МДК 03.01 Разработка и моделирование мехатронных систем	<b>142</b>	64	142	64	40	8				
ПК 3.3 ОК 01, ОК 02 ОК 03, ОК 04 ОК 05	МДК 03.02 Оптимизация мехатронных систем	<b>150</b>	52	78	52		6				
	Производственная практика (по профилю специальности), часов	<b>180</b>									<b>180</b>
	Промежуточная аттестация										
	<b>Всего:</b>	<b>472</b>	116	<b>220</b>	116	40	14		<b>72</b>		<b>180</b>

## 2.2. Тематический план и содержание профессионального модуля (ПМ)

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная учебная работа обучающихся, курсовая работа (проект) (если предусмотрены)	Объем, акад. ч / в том числе в форме практической подготовки, акад ч	Код ПК, ОК	Код Н/У/З
1	2	3	4	5
МДК 03.01 Разработка и моделирование мехатронных систем		142/64		
Тема 1.1. Основы построения автоматизированных систем	<b>Содержание</b>	4	ПК	Н 3.1.01
	1. <b>Принципы регулирования.</b> Системы регулирования по возмущению. Системы регулирования по отклонению. Регуляторы прямого и непрямого действия.	2	3.1, ПК 3.2	Н 3.2.01 У 3.1.01 У 3.1.02
	2. <b>Классификация АСР.</b> Системы автоматического контроля. Системы автоматического регулирования: разомкнутые и замкнутые. Системы программного регулирования. Следящие системы. Статические и астатические АСР. АСР непрерывного действия, АСР дискретного типа, релейные и импульсные АСР. Самонастраивающиеся системы.	2	ОК 01, ОК 02 ОК 03, ОК 04 ОК 05	У 3.1.03 У 3.1.04 У 3.2.01 У 3.2.02 3 3.1.01 3 3.1.02 3 3.1. 03 3 3.1. 04 3 3.2.01 3 3.2.02
<b>Тема 1.2.</b>	<b>Содержание</b>	32/30	ПК	Н 3.1.01
Проектирование систем управления и мехатронных систем	1. <b>Проектирование систем автоматизации.</b> Структурные схемы систем автоматического управления. Функциональные схемы автоматизации. Принципиальные электрические схемы систем автоматизации. Электрические схемы питания. Схемы технологической сигнализации, защит и блокировок	2	3.1, ПК 3.2	Н 3.2.01 У 3.1.01 У 3.1.02
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	30	ОК	У 3.1.03 У 3.1.04 У 3.2.01
	<b>Лабораторная работа №1</b> Разработка схемы электрических	4	02	У 3.2.02

	подключений мехатронной системы.		ОК 03, ОК 04 ОК 05	3 3.1.01
	<b>Лабораторная работа №2</b> Разработка схемы электрических подключений мехатронной системы.	4		3 3.1.02
	<b>Практическое занятие № 1.</b> Чтение условных обозначений средств автоматизации. Графическое изображение элементов автоматизированных систем	2		3 3.1.03
	<b>Практическое занятие № 2.</b> Выполнение функциональной схемы локальной САР.	2		3 3.1.04
	<b>Практическое занятие № 3.</b> Выполнение схемы системы автоматического регулирования в программе САПР КД.	2		3 3.2.01
	<b>Практическое занятие № 4.</b> Выполнение принципиальной электрической схемы.	2		3 3.2.02
	<b>Практическое занятие № 5.</b> Построение и чтение схем сигнализации.	2		
	<b>Практическое занятие № 6.</b> Выполнение принципиальной электрической схемы системы автоматического регулирования в программе САПР КД.	2		
	<b>Практическое занятие № 7.</b> Заполнение символьной таблицы по схеме электрических подключений мехатронной системы	2		
	<b>Практическое занятие № 8.</b> Разработка схемы электрических подключений элементов мехатронной станции «Распределения заготовок» в соответствии с алгоритмом функционирования системы	2		
	<b>Практическое занятие № 9.</b> Разработка схемы электрических подключений элементов мехатронной станции «Сортировки заготовок» в соответствии с алгоритмом функционирования системы	2		
	<b>Практическое занятие № 10.</b> Разработка схемы электрических подключений элементов «Буферной станции» в соответствии с алгоритмом функционирования системы	2		

	<b>Практическое занятие № 11.</b> Разработка схемы электрических подключений элементов мехатронной станции «Переноса заготовок» в соответствии с алгоритмом функционирования системы	2		
<b>Тема 1.3. Разработка мехатронных систем управления металлургическими печами</b>	<b>Содержание</b>	<b>10/8</b>	<i>ПК</i>	Н 3.1.01
	<b>1. Типовые системы автоматического регулирования металлургических печей</b> САР температуры в печи. САР давления в рабочем пространстве печи. САР давления вещества в трубопроводе. САР расхода вещества в трубопроводе. САР соотношения расходов топлива и воздуха. САР связного регулирования.	2	<i>3.1, ПК</i>	Н 3.2.0
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	8	<i>3.2</i>	1
	<b>Практическое занятие № 12.</b> Разработка схемы электрических подключений элементов мехатронной системы на основе функциональной схемы САР температуры в нагревательной печи	2	<i>ОК</i>	У
	<b>Практическое занятие № 13.</b> Разработка схемы электрических подключений элементов мехатронной системы на основе функциональной схемы САР давления в рабочем пространстве печи	2	<i>01, ОК</i>	3.1.0
	<b>Практическое занятие № 14.</b> Разработка схемы электрических подключений элементов мехатронной системы на основе функциональной схемы САР расхода воды	2	<i>02, ОК</i>	1 У
	<b>Практическое занятие № 15.</b> Разработка схемы электрических подключений элементов мехатронной системы на основе функциональной схемы САР соотношения расходов газ/воздух	2	<i>03, ОК</i>	3.1.0
			<i>04</i>	3
			<i>05</i>	У
				3.1.0
				4
				У
				3.2.0
				1
				У
				3.2.0
				2
				3
				3.1.0
				1
				3
				3.1.0

				2 3 3.1. 03 3 3.1. 04 3 3.2.0 1 3 3.2.02
<b>Тема 1.4.</b> <b>Автоматизация технологических процессов и производств в металлургии</b>	<b>Содержание</b>	<b>6</b>	<i>ПК</i>	Н 3.1.01
	1. <b>Автоматизация режима нагрева заготовок в нагревательных и термических печах.</b> Особенности управления нагревательными печами. Автоматизация теплового и технологического режимов печей камерного типа. Автоматизация теплового и технологического режимов нагревательных печей проходного типа.	2	3.1, <i>ПК</i> 3.2 ОК	Н 3.2.0 1 У 3.1.0
	2. <b>Автоматизация прокатного производства.</b> Прокатный стан как объект автоматического управления. Автоматический контроль параметров прокатки. Локальные системы управления и регулирования прокатного стана.	2	01, ОК 02 ОК	1 У 3.1.0
	3. <b>Автоматизация процесса оцинкования проката.</b> АНГЦ как объект автоматического управления. Автоматический контроль параметров цинкования. Локальные системы управления и регулирования АНГЦ	2	03, ОК 04 ОК 05	2 У 3.1.0 3 У 3.1.0 4 У 3.2.0 1 У 3.2.0 2

				3 3.1.0 1 3 3.1.0 2 3 3.1. 03 3 3.1. 04 3 3.2.0 1 3 3.2.02
<b>Тема 1.5. Основы моделирования</b>	<b>Содержание</b>	<b>12/8</b>	<i>ПК</i>	Н
	1. <b>Основы моделирования.</b> Классификация моделей. Классификация статических моделей. Графический метод получения характеристики модели. Уравнение статической модели. Аппроксимация линейной и нелинейной статических характеристик методом наименьших квадратов.	2	3.1, <i>ПК</i> 3.2 ОК 01,	3.1.01 Н 3.2.01 У 3.1.01
	2. <b>Активный эксперимент.</b> Планирование полно-факторного эксперимента. ПФЭ на примере математической модели газодинамического режима методической печи. Оценка погрешностей измерения и результата эксперимента	2	ОК 02 ОК 03,	У 3.1.02 У 3.1.03
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	<b>8</b>	ОК 04	У 3.1.04
	<b>Практическое занятие № 16.</b> Получение результирующей статической характеристики	2	ОК 05	У 3.2.01
	<b>Практическое занятие № 17.</b> Вывод уравнения нелинейной характеристики методом наименьших квадратов	2		У 3.2.02
	<b>Практическое занятие № 18.</b> Планирование активного эксперимента	4		3

				3.1.01 3 3.1.02 3 3.1. 03 3 3.1. 04 3 3.2.01 3 3.2.02
<b>Тема 1.6.</b> <b>Основы построения динамических моделей</b>	<b>Содержание</b>	<b>18/10</b>	<i>ПК</i>	Н
	1. <b>Дифференциальные уравнение динамических моделей.</b> Дифференциальные уравнения типовых звеньев, преобразование Лапласа. Дифференциальные уравнения объекта с самовыравниванием и без самовыравнивания. Основы построения динамических моделей. Динамические характеристики объектов управления.	2	3.1, <i>ПК</i> 3.2 ОК 01, ОК	Н 3.1.01 3.2.01 У 3.1.01 У
	2. <b>Типовые динамические звенья</b> и их передаточные функции: усилительное (пропорциональное), апериодическое, апериодическое второго порядка, интегрирующее, дифференцирующее и звено чистого запаздывания.	2	02 ОК 03, ОК	3.1.02 У 3.1.03 У
	3. <b>Соединение звеньев в системах.</b> Передаточные функции соединений. Построение динамической модели объекта управления с применением прикладных компьютерных программ	2	04 ОК 05	3.1.04 У 3.2.01 У
	4. <b>Моделирование переходного процесса реального объекта.</b> Выходные характеристики динамических звеньев. Расчет переходного процесса объекта управления методом Эйлера. Методы экстраполяции и аппроксимации переходных характеристик объекта управления.	2		3.2.02 3 3.1.01 3
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	<b>10</b>		3.1.02
	<b>Лабораторная работа №3.</b> Снятие статической характеристики	2		3 3.1.

	оптического датчика. Получение экспериментальной модели			03
	<b>Лабораторная работа №4.</b> Снятие статической характеристики индукционного датчика. Получение экспериментальной модели	2		3 3.1.04
	<b>Лабораторная работа №5.</b> Динамической характеристики нагрева электрической печи и термопары ТХК. Получение экспериментальной модели	2		3 3.2.01 3 3.2.02
	<b>Практическое занятие № 19.</b> Определение динамических параметров объекта управления по кривой разгона. Моделирование объекта.	2		
	<b>Практическое занятие № 20.</b> Определение выходного сигнала каждого звена и математической модели объекта управления в целом.	2		
<b>Тема 1.7. Моделирование систем автоматического регулирования</b>	<b>Содержание</b>	<b>12/8</b>	<i>ПК</i>	Н
	<b>1. Моделирование САР.</b> Типовые законы регулирования: П-, И-, Д-, ПИ-, ПИД – регуляторы. Алгоритмы управления. Выбор закона регулирования. Методы расчета параметров настройки и критерии выбора закона регулирования	2	<i>3.1, ПК 3.2 ОК</i>	Н 3.1.01 3.2.01 У
	<b>2. Системы двухпозиционного регулирования.</b> Структурная схема САР с 2-х позиционным регулятором. Статическая характеристика 2-х позиционного регулятора. Описание алгоритма функционирования Системы трехпозиционного регулирования. Структурная схема САР с 3-х позиционным регулятором. Статическая характеристика 3-х позиционного регулятора. Описание алгоритма функционирования. Контур управления с аналоговым регулятором. Структурная схема САР с аналоговым регулятором. Описание алгоритма функционирования	2	<i>01, ОК 02 ОК 03, ОК 04 ОК 05</i>	3.1.01 У 3.1.02 У 3.1.03 У 3.1.04 У 3.2.01 У
	<b>В том числе практических занятий и лабораторных работ</b>	<b>8</b>		У
	<b>Лабораторная работа №6.</b> Создание функционального блока системы нелинейного двухпозиционного регулирования	2		3.2.02 3
	<b>Лабораторная работа №7.</b> Создание функционального блока системы нелинейного трехпозиционного регулирования	2		3.1.01 3

	<b>Лабораторная работа №8.</b> Создание функционального блока ПИ-регулирующего. Масштабирование аналоговых сигналов	2		3.1.02 3 3.1.03
	<b>Лабораторная работа №9.</b> Создание функционального блока ПИД-регулирующего. Масштабирование аналоговых сигналов	2		3 3.1.04 3 3.2.01 3 3.2.02
<b>Курсовой проект (работа)</b> Выполнение курсового проекта является обязательным <b>Тематика курсовых проектов (работ)</b> Разработка и моделирование системы автоматического регулирования и управления технологическим параметром производственного объекта (по вариантам).		<b>40</b>	<i>ПК</i>	Н 3.1.01
1. Разработка и моделирование мехатронной системы управления тепловым режимом парового котла.			<i>3.1,</i>	Н 3.2.01
2. Разработка и моделирование мехатронной системы автоматического регулирования разряжения в топке парового котла.			<i>ПК</i>	Н 3.3.01
3. Разработка и моделирование мехатронной системы подачи охлаждающей воды в зону вторичного охлаждения.			<i>3.2</i>	У 3.1.01
4. Разработка и моделирование мехатронной системы подачи воды на секции ламинарного охлаждения.			<i>ОК</i>	У 3.1.02
5. Разработка и моделирование мехатронной системы регулирования скорости барабана моталки.			<i>01,</i>	У 3.1.03
6. Разработка и моделирование мехатронной системы управления температурным режимом процесса отжига листа в колпаковой печи.			<i>ОК</i>	У 3.1.04
7. Разработка и моделирование мехатронной системы управления процессом сжигания топлива в зоне методической печи.			<i>02</i>	У 3.2.01
8. Разработка и моделирование мехатронной системы управления тепловым режимом зоны методической печи.			<i>ОК</i>	У 3.2.02
9. Разработка и моделирование мехатронной системы регулирования температуры ванны цинкования.			<i>03,</i>	У 3.3.01
10. Разработка и моделирование мехатронной системы управления сжиганием газа в зоне башенной печи.			<i>ОК</i>	У 3.3.02
11. Разработка и моделирование мехатронной системы подачи воды в котёл – утилизатор.		<i>04</i>	У 3.3.03	
		<i>05</i>	У 3.3.04	
			3 3.1.01	
			3 3.1.02	
			3 3.1.03	
			3 3.1.04	
			3 3.2.01	
			3 3.2.02	
			3 3.3.01	
			3 3.3.02	

<p>12. Разработка и моделирование мехатронной системы регулирования температуры перегретого пара.</p> <p>13. Разработка и моделирование мехатронной системы регулирования уровня воды в барабане парогенератора.</p> <p>14. Разработка и моделирование мехатронной системы регулирования питания парогенератора.</p>			
<p><b>Обязательные аудиторские учебные занятия по курсовому проекту (работе)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Распределение тем. Составление цели, задач и структуры курсового проекта. Технологические и конструктивные особенности агрегата.</li> <li>2. Постановка задач управления технологическим процессом.</li> <li>3. Составление плана раскрытия теоретической части курсового проекта. Проработка и подбор материала по информационным источникам</li> <li>4. Написание теоретической части курсового проекта</li> <li>5. Написание теоретической части курсового проекта</li> <li>6. Написание теоретической части курсового проекта</li> <li>7. Составление плана раскрытия практической части курсового проекта.</li> <li>8. Выполнение схем</li> <li>9. Выполнение схем</li> <li>10. Выполнение схем</li> <li>11. Написание практической части курсового проекта</li> <li>12. Написание практической части курсового проекта</li> <li>13. Написание практической части курсового проекта</li> <li>14. Разработка алгоритма функционирования</li> <li>15. Разработка управляющей программы</li> <li>16. Оформление заключения и приложений</li> <li>17. Составление презентационного материала</li> <li>18. Составление и оформление презентационного материала</li> <li>19. Составление доклада для защиты курсового проекта</li> <li>20. Защита курсового проекта</li> </ol>			
<p><b>Самостоятельная учебная работа обучающегося над курсовым проектом (работой)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Моделирование нелинейных систем двухпозиционного регулирования технологических параметров</li> <li>2. Расчет и моделирование переходных процессов в системах трехпозиционного регулирования</li> </ol>	8		

3. Разработка структурной схемы и алгоритма работы системы с ПИ-регулятором. Моделирование процесса регулирования				
4. Синтез системы замкнутого управления с ПИ-регулятором. Расчет параметров настройки и моделирование процесса управления в программе				
<b>МДК. 03.02 Оптимизация мехатронных систем</b>		<b>150/52</b>		
<b>Тема 2.1.</b> <b>Оценка качества процесса управления</b>	<b>Содержание</b>	<b>14/10</b>	ПК	Н
	1. <b>Оценка качества процесса управления.</b> Виды переходных процессов. Оценка качества по переходным функциям. Частотные критерии качества. Колебательность переходного процесса.	2	3.3 ОК 01,	3.3.01 У 3.3.01
	2. <b>Оценка устойчивости системы управления.</b> Оценка устойчивости системы по критерию Найквиста. Запас устойчивости по модулю и по фазе. Автоколебательный процесс.	2	ОК 02 ОК	У 3.3.02 У 3.3
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	<b>10</b>	03,	03
	<b>Практическое занятие № 1.</b> Определение прямых показателей качества процесса регулирования по переходному процессу	2	ОК 04	У 3.3.04
	<b>Практическое занятие № 2.</b> Определение качества процесса регулирования по АЧХ	2	ОК 05	3 3.3.01
	<b>Практическое занятие № 3.</b> Анализ устойчивости системы по критерию Найквиста. Определение запаса по модулю и по фазе с использованием программы	2		3 3.3.02
	<b>Практическое занятие № 4.</b> Комплексная оценка качества процесса регулирования с использованием программы	2		
	<b>Практическое занятие № 5.</b> Анализ факторов, оказывающих влияние на качество процесса регулирования	2		
<b>Тема 2.2.</b> <b>Методы оптимизации систем управления</b>	<b>Содержание</b>	<b>18/14</b>	ПК	Н
	1. Структурная оптимизация. Условия эффективного функционирования САУ. Сочетание различных законов регулирования в процессе формирования контура регулирования. Компенсация инерционных свойств объекта управления. <b>Динамическая оптимизация контура управления объектом с</b>	2	3.3 ОК 01, ОК 02	3.3.01 У 3.3.01 У 3.3.02

	<p><b>самовыравниванием.</b> Оптимизация настройки регулятора методом «пригонки» модуля передаточной функции замкнутой системы к единице (ОМ). Рекомендации по выбору П- регулятора для управления инерционным процессом. Рекомендации по выбору интегрального (И) регулятора для управления инерционным объектом. Сумма малых постоянных времени и возникновение явления динамического (переходного) запаздывания. Типовой переходный процесс в контуре, настроенном по методу пригонки модуля передаточной функции к единице. Сопоставление показателей качества переходных процессов при использовании различных типов регуляторов в контурах, оптимизированных по методу ОМ при управлении инерционными объектами</p>		<p>ОК 03, ОК 04 ОК 05</p>	<p>У 3.3 03 У 3.3.04 3 3.3.01 3 3.3.02</p>
	<p><b>2. Динамическая оптимизация контура управления объектом без самовыравнивания.</b> Оптимизация настройки регулятора методом «симметричного оптимума» (СО). Определение параметров настройки ПИ- и ПИД-регуляторов методом СО. Типовой переходный процесс в контуре, настроенном по методу «симметричного оптимума». Управление объектом, структурная схема которого содержит интегральную составляющую. Сглаживание задающего сигнала. Условие улучшения показателей контура оптимизированного по методу «СО».</p>	<p>2</p>		
	<p><b>В том числе практических и лабораторных занятий</b></p>	<p>14</p>		
	<p><b>Практическое занятие № 6.</b> Применение структурной оптимизации для компенсации инерционных свойств объекта управления</p>	<p>2</p>		
	<p><b>Практическое занятие № 7.</b> Моделирование и оптимизация контура управления инерционным объектом в программе</p>	<p>2</p>		
	<p><b>Практическое занятие № 8.</b> Моделирование и оптимизация контура управления инерционным объектом управления с запаздыванием в программе</p>	<p>2</p>		
	<p><b>Практическое занятие № 9.</b> Практическая реализация метода пригонки модуля к единице при управлении инерционными</p>	<p>2</p>		

	объектами			
	<b>Практическое занятие № 10.</b> Определение оптимальных настроек ПИ-регулятора при управлении инерционным процессом	2		
	<b>Практическое занятие № 11.</b> Определение оптимальных настроек ПИД-регулятора при управлении инерционным процессом	2		
	<b>Практическое занятие № 12.</b> Сравнение показателей качества различных типов регуляторов, оптимизированных по методу ОМ	2		
<b>Тема 2.3.</b> <b>Методы повышения качества процесса управления</b>	<b>Содержание</b>	<b>6/4</b>	ПК	Н
	1. Сглаживание задающего сигнала. Условие улучшения показателей контура оптимизированного по методу «СО». Структурная схема контура управления с дифференцированием и демпфированием сигнала задания	2	3.3 ОК 01, ОК	3.3.01 У 3.3.01 У
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	<b>4</b>	02	3.3.02
	12. Реализация сглаживания задающего сигнала с применением программы.	2	ОК 03, ОК	У 3.3 03
	13. Реализация сглаживания и демпфирования задающего сигнала с применением программы.	2	ОК 04 ОК 05	У 3.3.04 3 3.3.01
<b>Тема 2.4.</b> <b>Системы автоматической оптимизации</b>	<b>Содержание</b>	<b>12/10</b>	ПК	3 3.3.02
	1. САО с запоминанием максимума выходного параметра. Системы автоматической оптимизации дискретного принципа действия. Математическое описание траекторий дрейфа статических характеристик оптимизируемого процесса под действием технологических возмущений	2	3.3 ОК 01, ОК 02	
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	<b>10</b>	ОК	
	<b>Практическое занятие № 14.</b> Разработка структурной схемы САО с запоминанием максимума скорости изменения выходного параметра.	2	03, ОК 04	
	<b>Практическое занятие № 15.</b> Разработка блок-схемы алгоритма реализации САО с запоминанием максимума скорости изменения	2	ОК 05	

	выходного параметра.			
	<b>Практическое занятие № 16.</b> Математическое моделирование работы САО с запоминанием максимума скорости изменения выходного параметра.	2		
	<b>Практическое занятие № 17.</b> Исследование влияния параметров настройки САО на показатели качества переходного процесса.	2		
	<b>Практическое занятие № 18.</b> Реализация САО посредством ПЛК. Создание функционального блока САО с запоминанием максимума скорости изменения выходного параметра.	2		
<b>Тема 2.5.</b> <b>Оптимизация функционирования мехатронных систем</b>	<b>Содержание</b>	<b>12/6</b>	ПК	Н
	<b>1. Оптимизация по времени выполнения алгоритма функционирования.</b> Методы оптимизации работы механических и пневматических элементов мехатронной системы. Программная оптимизация «по времени».	2	3.3 ОК 01, ОК	Н 3.3.01 У 3.3.01 У
	<b>2. Оптимизация по расходу электрической энергии.</b> Методы оптимизации работы механических, пневматических и электрических элементов мехатронной системы. Программная оптимизация «по электричеству».	2	02 ОК 03, ОК	3.3.02 У 3.3 03 У
	<b>1. Оптимизация по расходу воздуха.</b> Методы оптимизации работы механических, пневматических и электрических элементов мехатронной системы. Программная оптимизация «по воздуху».	2	04 ОК 05	3.3.04 3 3.3.01
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	<b>6</b>		3 3.3.02
	<b>Лабораторная работа №1.</b> Оптимизация по времени выполнения алгоритма функционирования производственной линии «Распределения и сортировки» заготовок	2		
	<b>Лабораторная работа №2.</b> Оптимизация по расходу электрической энергии на функционирование мехатронной станции «Перемещения заготовок»	2		
	<b>Лабораторная работа №3.</b> Оптимизация по расходу воздуха на функционирование производственной линии «Распределения и перекладки» заготовок	2		

Тема 2.6.	Содержание	10/8	ПК	Н
<b>Оптимизация технологических процессов</b>	<b>1. Экономическая эффективность внедрения системы управления.</b> Сметная стоимость оборудования. Себестоимость продукции. Основные технико-экономические показатели технологических процессов. Экономическая эффективность внедрения автоматизированных систем	2	3.3 ОК 01,	3.3.01 У 3.3.01
	<b>В том числе практических и лабораторных занятий</b>	8	ОК 02	3.3.02
	<b>Практическое занятие №19.</b> Расчет штата оперативно-ремонтного персонала по обслуживанию мехатронной системы. Заполнение штатной ведомости	2	ОК 03, 04	У 3.3 03 3.3.04
	<b>Практическое занятие №20.</b> Расчет планового фонда заработной платы оперативно-ремонтного персонала по обслуживанию мехатронной системы.	2	ОК 05	3 3.3.01 3 3.3.02
	<b>Практическое занятие №21.</b> Расчет сметной стоимости оборудования. Заполнение заявочной ведомости на оборудование, входящее в состав мехатронной системы.	2		
	<b>Практическое занятие №22.</b> Расчет экономической эффективности внедрения мехатронной системы. Техничко-экономические показатели цеха	2		
<b>Примерная тематика самостоятельной учебной работы при изучении раздела</b> 1. Применение сглаживания задающих сигналов (сглаживающий фильтр) 2. Оптимизация работы мехатронных станций по времени и расходу воздуха 3. Определение экономической эффективности внедрения мехатронной системы		6		
<b>Учебная практика раздела</b> <b>Виды работ</b> 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 «Переключки		72		

<p>заготовок»</p> <p>5. Реализация алгоритма функционирования разработанной системы</p> <p>6. Моделирования систем управления реальными объектами автоматизации с применением специализированного программного обеспечения и учетом их статических и динамических свойств</p> <p>7. Моделирование алгоритма функционирования производственной линии «Распределения и сортировки» заготовок</p> <p>8. Применение структурной оптимизации контуров регулирования технологических параметров реальных объектов автоматизации.</p> <p>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.</p> <p>10. Оптимизация «по времени» производственной линии «Распределения и сортировки» заготовок</p> <p>11. Оптимизация «по времени» производственной линии «Переноса и проверки» заготовок</p> <p>12. Оптимизация «по воздуху» производственной линии «Переноса и проверки» заготовок</p>			
<p><b>Производственная практика (концентрированная) практика</b></p> <p><b>Виды работ</b></p> <p>1. Разработка схемы и осуществления электрических подключений производственной линии «Распределения и сортировки» заготовок в соответствии с алгоритмом функционирования мехатронной системы</p> <p>2. Разработка схемы и осуществления электрических подключений производственной линии «Переноса и проверки» заготовок в соответствии с алгоритмом функционирования мехатронной системы</p> <p>3. Разработка схемы и осуществления электрических подключений производственной линии ««Распределения и перекладки»» заготовок в соответствии с алгоритмом функционирования мехатронной системы</p> <p>4. Оптимизация «по воздуху» производственной линии «Распределения и сортировки» заготовок</p> <p>5. Анализ технико-экономических показателей технологического процесса. Расчет затрат на внедрение и обслуживание системы</p> <p>6. Определение экономической эффективности внедрения мехатронной системы. Расчет периода окупаемости системы. Анализ целесообразности внедрения системы автоматического регулирования</p>	<p><b>180</b></p>		
<p><b>Всего</b></p>	<p><b>472/116</b></p>		

### **3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

#### **3.1. Для реализации программы профессионального модуля должны быть предусмотрены следующие специальные помещения:**

Реализация профессионального модуля предполагает наличие учебного кабинет Мехатроника и мобильная робототехника

Лаборатории: Электротехники, электроники, электрических машин; Мехатроника (автоматизация производства); Мехатроника (программирование контролёров)

Оснащенные базы практики в соответствии с п 6.1.2.5 образовательной программы по специальности 15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям).

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

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

##### **3.2.1. Основные печатные издания**

1. Селевцов, Л.И. Автоматизация технологических процессов [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/Л.И. Селевцов, А.Л. Селевцов. -2-е изд., испр.– М.: «Академия», 2012. – 352с.
2. Шишмарев, В.Ю. Автоматизация технологических процессов [Текст]: учебное пособие для студ.учреждений сред. проф. образования / В.Ю. Шишмарев. – М.: Издательский центр «Академия», 2017. – 352с.

##### **3.2.2. Основные электронные издания**

1. Электронный ресурс «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». Форма доступа: <http://window.edu.ru>
2. Электронный ресурс «Российский общеобразовательный портал». Форма доступа: <http://www.school.edu.ru/>
3. Электронный ресурс «Федеральный портал «Российское образование». Форма доступа:<http://www.edu.ru/>
4. Электронный ресурс «Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов». Форма доступа: <http://fcior.edu.ru>
  - i. *Дополнительные источники (при необходимости)*
5. Егоров О.Д., Подураев Ю.В. Мехатронные модули. Расчет и проектирование: Учебное пособие [Текст] / О.Д. Егоров, Ю.В.Подураев. – М.: МГТУ «СТАНКИН», 2004. – 360с.
6. Подураев Ю.В., Кулешов В.С. Принципы построения и современные тенденции развития мехатронных систем [Текст] / Ю.В. Подураев, В.С. Кулешов// Мехатроника. – 2000. - №1.
7. ГОСТ 2.102-68 ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов
8. ГОСТ 21480-76 Система "Человек-машина". Мнемосхемы. Общие эргономические требования

9. ГОСТ 22269-76 Система "Человек-машина". Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования
10. ГОСТ 22613-77 Система "Человек-машина". Выключатели и переключатели поворотные. Общие эргономические требования
11. ГОСТ 22615-77 Система "Человек-машина". Выключатели и переключатели типа "Тумблер". Общие эргономические требования

#### 4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Код и наименование профессиональных и общих компетенций, формируемых в рамках модуля	Критерии оценки	Методы оценки
ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	Выбирает способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	Экспертное наблюдение выполнения практических работ
ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	Использует современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной дея	Экспертное наблюдение выполнения практических работ
ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	Планирует и реализовывает собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использует знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	Экспертное наблюдение выполнения практических работ
ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде	Эффективно взаимодействует и работает в коллективе и команде	Экспертное наблюдение выполнения практических работ
ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.	Осуществляет устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	Экспертное наблюдение выполнения практических работ

<i>ПК 3.1.</i> Составлять схемы простых мехатронных систем в соответствии с техническим заданием	Составляет схемы простых мехатронных систем в соответствии с техническим заданием	Экспертное наблюдение выполнения практических работ
<i>ПК 3.2.</i> Моделировать работу простых мехатронных систем	Моделирует работу простых мехатронных систем	Экспертное наблюдение выполнения практических работ
<i>ПК 3.3.</i> Оптимизировать работу компонентов и модулей мехатронных систем в соответствии с технической документацией	Оптимизирует работу компонентов и модулей мехатронных систем в соответствии с технической документацией	Экспертное наблюдение выполнения практических работ