

к программе СПО 15.02.10 «Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

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

Составитель:

Арефьев Александр Валерьевич, преподаватель ГБПОУ УКРТБ

Литвинова Ирина Владимировна, преподаватель ГБПОУ УКРТБ

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ 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

наименование профессионального модуля

1.1. Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля

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

Перечень общих 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 языке.

Перечень профессиональных компетенций

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

В результате освоения профессионального модуля студент должен:

Иметь практический опыт в	<ul style="list-style-type: none">- разработке и моделировании работы простых устройств и функциональных блоков мехатронных систем;- оптимизации работы компонентов и модулей мехатронных систем.
уметь	<ul style="list-style-type: none">- проводить расчеты параметров типовых электрических, пневматических и гидравлических схем узлов и устройств, разрабатывать несложные мехатронные системы;- применять специализированное программное обеспечение при разработке и моделировании мехатронных систем;- составлять структурные, функциональные и принципиальные схемы мехатронных систем;- оптимизировать работу мехатронных систем по различным параметрам.- <i>выбирать типовые узлы и компоненты мехатронной системы;</i>- <i>строить модели объектов и процессов различными методами.</i>
знать	<ul style="list-style-type: none">- правила техники безопасности при проведении работ по оптимизации мехатронных систем;- методы расчета параметров типовых электрических, пневматических и гидравлических схем;- типовые модели мехатронных систем;- методы оптимизации работы компонентов и модулей мехатронных систем.- <i> типовые компоненты и узлы мехатронных систем;</i>- <i>основные принципы и понятия моделирования;</i>- <i>классификацию методов моделирования;</i>- <i>методы моделирования сложных технических объектов;</i>- <i>основные задачи и принципы оптимизации.</i>

1.2. Количество часов, отводимое на освоение профессионального модуля

Всего часов – 582 часа, в том числе:

- 258 часов вариативной части, направленных на усиление обязательной части программы профессионального модуля.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

2.1. Структура профессионального модуля

Коды профессиональных компетенций	Наименования разделов профессионального модуля*	Суммарный объем нагрузок и, час	Объем профессионального модуля, час							
			Обучение по МДК				Практика		Промежуточная аттестация	
			Всего, часов	в т.ч. лабораторные работы и практические занятия, часов	в т.ч., курсовая работа (проект), часов	Самостоятельная работа	Учебная, часов	Производственная (по профилю специальности), часов		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ПК 3.1 ПК 3.2 ПК 3.3	Раздел 1. Разработка мехатронных систем	150	134	68	-	16				
	Раздел 2. Моделирование и оптимизация работы мехатронных систем	132	116	58	-	16				
	Учебная практика	108					108			
	Производственная практика (по профилю специальности), часов	180						180		
	Промежуточная аттестация (экзамен (квалификационный))	12								12
	Всего:	582	250	126	-	32	108	180		12

*Раздел профессионального модуля – часть программы профессионального модуля, которая характеризуется логической завершенностью и направлена на освоение одной или нескольких профессиональных компетенций. Раздел профессионального модуля может состоять из междисциплинарного курса или его части и соответствующих частей учебной и производственной практик. Наименование раздела профессионального модуля должно начинаться с отлагательного существительного и отражать совокупность осваиваемых компетенций, умений и знаний.

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 работа обучающихся, курсовая работ (проект)	Объем часов
1	2	3
Раздел 1.	Разработка мехатронных систем	150
МДК 1.	Разработка мехатронных систем	150
Тема 1.1	Содержание	58
Проектирование мехатронных систем	<p>1 Системный подход к проектированию. Основные методы и средства проектирования Инструменты исследования систем. Параметры проектирования (последовательное и параллельное проектирования). Обеспечение проектирования. Метод морфологических таблиц (морфологического анализа). Математические методы отыскания оптимальных проектных решений. Математические основы метода сканирования пространства параметров в функциях натурального ряда чисел. Примеры решения основных задач методом сканирования. Многокритериальная оптимизация на основе множества критериев, заданных таблично. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой</p>	2
	<p>2 Самостоятельная работа обучающихся Изучение темы Средства автоматизации проектирования на различных этапах принятия проектных решений. Разработка классификаторов для создания баз данных и баз знаний как инструмента проектирования.</p>	2
	<p>3 САПР системы автоматизированного проектирования Классификация САПР. Понятие онлайн-моделирования как средства автоматизации проектных работ. Специализированные компьютерные средства проектирования мехатронных устройств (САПР МУ). Вычислительные средства САПР МУ. использование символьной и вычислительной математике в САПР МУ. Выпуск проектной документации в САПР МУ. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой</p>	2
	<p>4 Базы данных и базы знаний при проектировании Базы данных и базы знаний как инструмент проектирования мехатронных устройств. Разработка классификаторов для создания баз данных и баз знаний как инструмента проектирования. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой</p>	2
	<p>5 Типовые комплектующие узлы мехатронных систем</p>	2

	<p>Марки и типы устройства числового программного управления. Средства представления информации операторам (источников световых, панелей, устройства печати, источников звуковых). Выбор марки и типа сенсора. Устройства ввода/вывода и предварительной обработки данных. Устройства ввода данных от оператора (источников звуковых). Интерфейсы аппаратные.</p> <p>Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой</p>	
6	<p>Самостоятельная работа обучающихся Изучение темы Адаптеры для аппаратного и логического согласования последовательных и параллельных интерфейсов цифровых устройств</p>	2
7	<p>Проектирование нетиповых комплектующих Алгоритм АП. Решение изобретательских задач.</p> <p>Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой</p>	2
8	<p>Имитационное и макетное моделирование Имитационное моделирование. Макетное моделирование. Испытание образцов.</p> <p>Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой</p>	2
9	<p>Требования к качеству. Нормативы проектирования Оценивание и определение качества проектной документации. Определение качества эксплуатационной документации. Определение стоимости и эффективности проектирования. Стадии проектирования.</p> <p>Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой</p>	2
10	<p>Самостоятельная работа обучающихся Изучение темы Эффективная организация разработки проектов.</p>	2
11	<p>Предпроектные работы. Техническое задание на проектирование мехатронного узла Разработка технико-экономических предложений. Бизнес-план на стадии предпроектных работ. Формирование критериев качества проекта. Исходные данные для проектирования. Схема состава технического задания.</p> <p>Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой</p>	2
12	<p>Разработка концепции изделия Алгоритм АП. Формирование ОПР по варианту проекта. Анализ ТЗ, формирование функциональной структуры.</p> <p>Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой</p>	2
13	<p>Декомпозиция изделия Цели декомпозиции. Виртуальная структура функциональных блоков на основании функциональной структуры. Формирование системы критериев качества.</p>	2

	Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	
14	Выбор и оценка комплектующих Оценка перспективности комплектующих. Критерии оценки перспективности комплектующих.	2
	Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	
15	Общее проектное решение (ОПР) Принятие общих проектных решений по механизму. Особенности притяия ОПР при выборе структуры многозвенного механизма. Моделирование взаимных соответствий частей изделия в силу принятых ОПР.	2
	Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	
16	Проектирование захватных устройств Классификация захватных устройств. Основные этапы и содержание проектирования захватного устройства. Алгоритм АП 4.1. Проектирование захватного устройства. Алгоритм АП 4.2. Расчёт электромагнита схвата.	2
	Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	
17	Проектирование кинематических механизмов Последовательность принятия проектных решений при проектировании механизмов. Разработка исходных данных для проектирования механизмов. Разработка кинематической модели механизма. Кинематические шарнирно-стержневые модели многоподвижных механизмов. Кинематические модели многоподвижных механизмов последовательной структуры. Кинематические модели механизмов параллельной структуры.	2
	Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	
18	Самостоятельная работа обучающихся Решение задач оптимального выбора геометрических параметров кинематических моделей многозвенных механизмов.	2
19	Разработка приводных механизмов Алгоритм АП 6.5. Проектирование мехатронного модуля с одноподвижным выходным звеном вращения. Предварительная компоновка механизма и конструкторская разработка постредукторной части.	2
	Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	
20	Выбор двигателей приводов мехатронных машин Выбор торговых марок типовых двигателей. Проектирование нетиповых встраиваемых двигателей. Разработка технических требований к МПД.	2
	Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	
Практические занятия		18
1	Знакомство с техническим оснащением лаборатории «Мехатроника»	

	2	Изучение конструктора Lego WeDO. Создание моделей конструктора Lego WeDO	
	3	Проектирование моделей под решение прикладных задач	
	4	Изучение конструктора Lego Mindstorms Сборка и настройка	
	5	Lego Mindstorms движение модели по кривой	
	6	Lego Mindstorms перемещение предмета	
	7	Lego Mindstorms остановка у предмета и остановка под углом	
	8	Lego Mindstorms остановка на линии	
	9	Применение датчиков касания, звука, света.	
Тема 1.2 Проектирование механизмов	Содержание		70
	1	Проектный расчет и выбор механизмов управления движением Проектный расчёт и выбор муфт с функциями управления движения. Классификация электромагнитных муфт. Параметры проектного выбора электромагнитных муфт. Схема оптимального выбора марки электромагнитной муфты. Выбор устройств торможения. Схема расчёта электромагнитных тормозных устройств. Выбор ограничителей движения. Классификация ограничителей движения. Параметры выбора ограничителей. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	2
	2	Выбор и расчет подвижных опор Классификация подшипников качения. Классификация подшипников скольжения. Газовые (воздушные) подшипники. Гидравлические подшипники. Подвесы в электромагнитных полях. Активные магнитные подшипники (АМП). Мехатронные подшипники. Выбор марки и компоновка датчиков внутренней информации модуля. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	2
	3	Самостоятельная работа обучающихся Моделирование работы двигателя с нагрузкой и оценка качества принятых проектных решений.	2
	4	Передача крутящего момента между двумя валами Передача крутящего момента жёсткими опорами. Передача крутящего момента силами трения. Передача крутящего момента силами трения и упора. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	2
	5	Разработка корпуса модуля Арматура интерфейсных линий. Параметры выбора элементов арматуры. Конструкторские расчёты механизмов. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	2
	6	Датчики состояния мехатронных устройств Характеристики датчиков. Проектирование датчиков конечных и промежуточных дискретных положений подвижных звеньев мехатронного устройства. ДКП на основе элементов прямого	2

	электрического контакта. Микровыключатели нажимного действия. Герконы. Оптопары с открытым оптическим каналом. Индуктивные датчики. Ёмкостные датчики. Датчики Холла. Датчики приближения.	
	Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	
7	Датчики перемещения Потенциометрические датчики перемещений. Импульсные (инкрементальные) цифровые датчики перемещений. Классификация магнитоимпульсных датчиков перемещения. Реализация носителей шкалы индуктивных импульсных датчиков. Кодовые датчики импульсные (цифровые) датчики. Лазерные датчики перемещений. Индуктивные датчики перемещений. Датчики перемещений на элементах Холла. Датчики перемещений на магниторезисторах. Ёмкостные датчики угловых и линейных перемещений. Электростатические датчики перемещений. Датчики наклона. Жидкостные инклинометры. Датчики скорости.	2
	Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	
8	Самостоятельная работа обучающихся Изучение темы Гирскопические датчики. Пьезокерамические гироскопы.	2
9	Датчики ускорения. Датчики тока. Силомоментные датчики Классификация акселерометров. Параметры выбора типовых акселераторов. Резистивный датчик тока. Трансформаторы тока (ТГ). Линейные токовые датчики на элементах Холла. Классификация силомоментных датчиков. Нетиповые датчики усилий. Классификация тензодатчиков на наклеиваемых тензорезисторах.	2
	Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	
10	Датчики температуры. Датчики внешних воздействий Термопары. Термометры сопротивления. Термисторы. Полупроводниковые датчики. Размещение датчиков температуры. Классификация сенсоров. Системы технического зрения (СТЗ). Общая схема проектного выбора сенсоров.	2
	Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	
11	Средства ввода данных от оператора Классификация по типу источника входной информации, по служебному назначению (по выполняемым функциям), по способу взаимодействия с оператором, по способу преобразования входного потока в выходной сигнал, прочие классы и подклассы. Известные средства ввода.	2
	Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	
12	Управляемые источники питания (УИП) Основные функции УИП. Классификация УИП.	2
	Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	

13	Усилители, прерыватели, электронные ключи Усилители входного сигнала с источником первичной энергии постоянного тока или напряжения. Усилители аналогового сигнала. Усилители гармонического сигнала. Прерыватели управляемые. Ключи электронные, транзисторные. Классификация электронных ключей. Области применения ключей. Основные характеристики ключей.	2
Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой		
14	Интерфейсы Проектирование интерфейсов. Устройства сопряжения с системной магистралью. Параллельные порты. Проектирование последовательных интерфейсов	2
Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой		
15	Контроллеры Программируемые логические контроллеры. Программируемые (интеллектуальные) реле. Программные ПЛК на базе IBM PC-совместимых компьютеров. Контроллер ЭСУД (Электронная система управления двигателем).	2
Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой		
16	Самостоятельная работа обучающихся Изучение темы ПЛК на базе простейших микропроцессоров (i8088/8086/8051)	2
Практические занятия		38
10	Конструирование мобильных роботов	
11	Построение шагающей платформы	
12	ROBONOVA-1 Андроидные системы	
13	ROBONOVA-1 Реализация мгновенных состояний	
14	ROBONOVA-1 Максимальные значения параметров отклонений	
15	ROBONOVA-1 Точность позиционирования	
16	AP100	
17	BIOLogic Антропоморфные системы	
18	Мобильные многоцелевые платформы	
19	Копирующие задающие устройства	
20	Информационно - сервисные системы	
21	Промышленные системы	
22	Чертёж кронштейна в САПР MICROSTATION v8i	
23	3D-модель кронштейна в САПР MICROSTATION V8i	
24	Создание параметрической модели контура в САПР MICROSTATION V8i	
25	Моделирование крышки со скруглениями в САПР MICROSTATION V8i	

	26	Применение эффектов визуализации к трёхмерной модели в САПР MICROSTATION V8i	
	27	Выбор двигателей приводов мехатронных машин	
	28	Гидроприводы и пневмоприводы	
Тема 1.3 Проектирование систем управления	Содержание		22
	1	Общий алгоритм оптимального выбора датчиков внутренней информации. Внепроцессорные устройства контроля и управления Алгоритм АП 7.4. Общий алгоритм выбора датчика состояния мехатронного устройства. Классификация внепроцессорных устройств Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	2
	2	Обратные связи Сбор и анализ информации для выработки и принятия решения. Планирование действий - разработка и принятие решения. Реализация. Учет результатов реализации решения. Контроль - сравнение факта с намеченными результатами и построение контрольных индикаторов, оценивающих степень их реализации. Анализ - выявление и анализ причин отклонения от намеченных результатов. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	2
	3	Интеллектуальные и адаптивные системы управления Экспертные системы. Системы интеллектуального управления, построенные на математике нечёткой логики. Системы интеллектуального управления, построенные с использованием искусственных нейронных сетей (ИНС). Классификация адаптивных систем управления. Схема проектирования адаптивной системы управления. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	2
	4	Самостоятельная работа обучающихся Изучение темы Системы интеллектуального управления, использующие технологию ассоциативной памяти.	2
	5	Оптимизация работы компонентов и модулей Методика оптимизации технологических операций АТОПКРП. Сборка в роботизированном комплексе ГАСК электронных модулей из разнотипных компонентов многономенклатурного производства. Компьютерное проектирование и оптимизация операций выполняются на моделях, получаемых при разработке роботизированного комплекса ГАСК. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	2
	Практические занятия		12
	29	Базы данных и базы знаний при проектировании	
	30	Типовые комплектующие узлы мехатронных систем	
	31	Проектирование нетиповых комплектующих	

	32	Проектирование захватных устройств	
	33	Проектирование кинематических механизмов	
	34	Разработка приводных механизмов	
Раздел 2.	Моделирование и оптимизация работы мехатронных систем		132
МДК 2.	Моделирование и оптимизация работы мехатронных систем		132
Тема 2.1.	Содержание		32
Общие понятия и методы моделирования	1	Понятие моделирования Термины и понятия в моделировании. Виды моделирования. Физическое и математическое моделирование. Домашнее задание: Чтение и анализ литературы [2] стр. 4-17	2
	2	Классификация математических моделей Линейные и нелинейные модели. Детерминированные и вероятностные модели. Модели с сосредоточенными и распределенными параметрами. Домашнее задание: Чтение и анализ литературы [2] стр. 18-24	2
	3	Аналитическое моделирование Понятие аналитического моделирования. Применение. Примеры построения моделей. Домашнее задание: Чтение и анализ литературы [2] стр. 25-27	2
	4	Имитационное моделирование Понятие имитационного моделирования. Основные этапы моделирования. Применение программ для имитационного моделирования. Домашнее задание: Чтение и анализ литературы [2] стр. 28-31	2
	5	Моделирование на аналоговых вычислительных машинах Элементы аналоговых решателей. Решение дифференциальных уравнений на аналоговых вычислительных машинах. Домашнее задание: Чтение и анализ литературы [2] стр. 32-37	2
	6	Методы синтеза рекуррентных моделирующих алгоритмов Моделирующие алгоритмы для типовых звеньев систем автоматического регулирования. Расчет переходных процессов в непрерывных системах с помощью рекуррентных моделирующих алгоритмов. Домашнее задание: Чтение и анализ литературы [2] стр. 50-64	2
	7	Экспериментальное получение модели Сглаживание данных эксперимента. Регрессионный анализ (метод наименьших квадратов). Параметрическая идентификация модели. Домашнее задание: Чтение и анализ литературы [2] стр. 92-110	2
	8	Самостоятельная работа обучающихся	2

		Изучение темы Модели в дискретной форме	
		Практические занятия	16
	1, 2	Построение математической аналитической модели пружинного маятника в среде Matlab	
	3, 4	Построение модели для решения дифференциальных уравнений	
	5, 6	Прямое аналоговое моделирование в среде Matlab	
	7, 8	Сглаживание входных данных методом скользящей средней в среде Matlab	
Тема 2.2. Моделирование сложных технических систем		Содержание	12
	1	Особенности моделирования сложных технических систем Виды описания технической системы. Использование аналитического и имитационного моделирования. Домашнее задание: Чтение и анализ литературы [1] стр. 60-62	2
	2	Имитационное моделирование объектов автоматизированного производства с использованием сетей Петри Понятие моделирования с использованием сетей Петри. Графическое изображение и описание сети Петри. Применение сетей Петри. Домашнее задание: Чтение и анализ литературы [1] стр. 63-68	2
	3	Самостоятельная работа обучающихся Пример имитационной модели для гибкого производственного модуля.	2
	4	Имитационное моделирование объектов автоматизированного производства на основе теории массового обслуживания Виды систем массового обслуживания и применение их на производстве. Вывод основных уравнений системы массового обслуживания. Построение имитационных моделей Домашнее задание: Чтение и анализ литературы [1] стр. 63-77	2
	5	Моделирование технической системы по параметру надежности Применение принципа резервирования. Построение графа модели и определение основных параметров. Домашнее задание: Чтение и анализ литературы [1] стр. 78-81	2
	6	Моделирование системы массового обслуживания с использованием метода статистических испытаний Моделирование случайных чисел. Пример построения модели с использованием метода	2

	статистических испытаний.	
	Домашнее задание: Чтение и анализ литературы [1] стр. 81-84	
Тема 2.3. Моделирование мехатронных систем	Содержание	44
	1 Метод графов связей Основные определения графов связей. Переменные связей. Интерпретация переменных связей. Типовые элементы графов связей и их физическая интерпретация. Получение математической модели графов связей в форме системы уравнений. Причинные отношения в графах связей. Построения операторно-структурных схем. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	2
	2 Моделирование электрических систем Правила построения графов связей для электрических цепей. Примеры построения моделей. Эквивалентные преобразования. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	2
	3 Моделирование механических систем Особенности моделирования механических систем. Подвижное соединение твердых тел. Источники механической энергии. Примеры построения моделей. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	2
	4 Моделирование электромеханических систем Разбиение модели на части: электрическая, механическая и электромеханический преобразователь. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	2
	5 Самостоятельная работа обучающихся Пример построения модели для электрического двигателя с независимым возбуждением	2
	6 Графическое представление мехатронных систем в пакетах автоматизированного моделирования Формализованная схема построения. Операторно-структурная схема представления. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	2
	7 Моделирование мехатронных систем во временной области Механизмы продвижения модельного времени. Алгоритмы численного моделирования нелинейных динамических систем. Моделирования событийно-управляемых мехатронных систем. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	2
	8 Самостоятельная работа обучающихся Изучение темы Выбор между явными и неявными методами в процедурах моделирования мехатронных систем	2
	Практические занятия	28
9	Изучение основ работы с библиотеками блоков для структурного моделирования мехатронных	

		систем	
	10	Построение структурной схемы объекта мехатронной системы	
	11, 12	Исследование переходных процессов объекта на основе структурной схемы мехатронной системы	
	13, 14	Исследование устойчивости объекта на основе структурной схемы мехатронной системы	
	15, 16	Построение схемы объекта в нотации конечных автоматов	
	17, 18	Построение SF-модели мехатронной системы	
	19, 20	Построение функциональной модели объекта мехатронной системы	
	21, 22	Разработка диаграммы состояний и переходов мехатронной системы	
Тема 2.4. Автоматизированное моделирование мехатронных систем	Содержание		20
	1	Системы автоматизированного моделирования Виды систем автоматизированного моделирования. Особенности современных систем автоматизированного моделирования. Архитектура программ автоматизированного моделирования. Графический интерфейс. Языки описания объекта. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	2
	2	Самостоятельная работа обучающихся Изучение темы Инструментальные средства моделирования	2
	3	Методы построения моделирующих программ Структурное моделирование. Физическое мультидоменное моделирование. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	2
	4	Иерархическое проектирование и многоуровневое моделирование мехатронных систем Уровни проектирования. Понятие многоуровневого моделирования. Метод локальной детализации объекта. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	2
	5	Самостоятельная работа обучающихся Изучение темы Пакеты визуального моделирования мехатронных систем	2
	Практические занятия		10
	23	Изучение пакета Matlab/Simulink для структурного моделирования	

	24	Изучение пакета Modelica/Dymola для физического мультидоменного моделирования	
	25	Моделирование механических систем в пакете SimMechanics	
	26	Моделирование электрических систем в пакете SimPowerSystems	
	27	Моделирование гибридных систем в пакете StateFlow	
Тема 2.5.	Содержание		24
Оптимизация работы мехатронных систем	1	Задачи оптимизации. Техника безопасности при проведении работ по оптимизации мехатронных систем Общая характеристика задач оптимизации: конечномерная оптимизация и оптимальное управление. Оптимальная программа и оптимальная стратегия. Понятие оптимального выбора. Понятия области допустимых решений, множества достижимых целей, оптимального решения, критерия оптимальности. Правила техники безопасности при работах с мехатронными модулями Домашнее задание: Чтение и анализ литературы [1] стр. 85-86	2
	2	Принцип максимума Общая характеристика принципа максимума. Постановка задачи оптимального управления. Вспомогательная вектор-функция и условие максимума. Формулировка основной теоремы. Полнота системы уравнений, задаваемых принципом максимума. Пример на определение оптимального по быстродействию управления. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	2
	3	Принцип максимума для неавтономных систем Условия оптимальности в задаче с закрепленным временем. Формулировка задачи оптимального управления с подвижными концами. Геометрическая интерпретация условий оптимальности. Выявление характера оптимальных траекторий. Линия переключений управления. Структура фазовой плоскости. Условия оптимальности для неавтономных объектов. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	2
	4	Оптимизация по быстродействию линейных объектов управления Модель объекта в матричной форме. Понятие о нормальной системе. Однозначность оптимального управления. Формулировка теоремы о числе переключений. Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	2
	5	Синтез оптимального управления Общая характеристика проблемы синтеза оптимальных по быстродействию систем. Постановка задачи синтеза оптимальной по быстродействию системы. Пространство ошибок. Пример синтеза оптимальной по быстродействию система автоматического регулирования (САР) для двигателя постоянного тока, работающего на инерционную нагрузку Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	2
	6	Ошибки слежения в оптимальных по быстродействию САР	2

		Понятие о скользящем режиме движения. Скользящий режим слежения и условия его существования. Режим слежения в оптимальных по быстродействию САР. Условия, при которых оптимальная по быстродействию САР является идеальной следящей системой.	
		Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	
7		Динамическое программирование Общая характеристика динамического программирования как метода оптимизации. Дискретный многошаговый процесс принятия решения. Стратегия. Оптимальная стратегия. Принцип оптимальности Беллмана. Основное функциональное уравнение Беллмана.	2
		Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	
8		Метод динамического программирования для непрерывных систем Задача оптимального управления непрерывным процессом. Вывод функционального уравнения Беллмана для автономной системы. Основное допущение. Функциональное уравнение Беллмана в задаче на быстродействие. Основное функциональное уравнение Беллмана для неавтономных процессов.	2
		Домашнее задание: Работа с конспектом лекции и дополнительной литературой	
9		Самостоятельная работа обучающихся Изучение темы Связь между принципом максимума и динамическим программированием	2
10		Самостоятельная работа обучающихся Изучение темы Математические методы многокритериальной оптимизации	2
		Практические занятия	4
28		Оптимизация системы управления мехатронным модулем по быстродействию	
29		Оптимизация системы управления мехатронным модулем по точности слежения	
Учебная практика			108
Виды работ			
1		Проведение инструктажа по технике безопасности. Ознакомление с планом проведения учебной практики. Получение заданий по тематике.	6
2		Разработка технического задания на проектирование мехатронной системы	6
3		Изучение типовых комплектующих узлов мехатронных систем	6
4		Проектирование нетиповых комплектующих	6
5		Проектирование кинематических механизмов	6
6		Проектный расчет и выбор механизмов управления движением	6
7		Выбор двигателей приводов мехатронных машин	6
8		Выбор датчиков состояния мехатронной системы	6

9	Проектирование системы управления мехатронных модулем	6
10	Построение структурной схемы мехатронного модуля в среде Matlab	6
11	Исследование переходных процессов мехатронного модуля в среде Matlab	6
12	Исследование устойчивости мехатронного модуля в среде Matlab	6
13	Построение функциональной схемы мехатронного модуля	6
14	Определение режима слежения системы управления мехатронного модуля	6
15	Оптимизация режима слежения системы управления мехатронного модуля	6
16	Оптимизация мехатронного модуля методом линейного программирования	6
17	Оптимизация мехатронного модуля методом динамического программирования	6
18	Оформление отчета. Участие в зачет-конференции по учебной практике	6
Производственная практика (по профилю специальности)		180
Виды работ		
1	Проведение инструктажа по технике безопасности. Ознакомление с предприятием. Получение заданий по тематике.	6
2	Техническое задание (ТЗ) на проектирование мехатронной системы	6
3	Разработка концепции изделия	6
4	Декомпозиция изделия	6
5	Изучение типовых комплектующих узлов мехатронных систем	6
6	Выбор и оценка основных комплектующих мехатронной системы	6
7	Разработка частных ТЗ на проектирование нетиповых компонентов мехатронного модуля	6
8	Проектирование захватных устройств	6
9	Проектирование кинематических механизмов	6
10	Выбор и расчет двигателей приводов мехатронных машин	6
11	Проектный расчет и выбор механизмов управления движением	6
12	Выбор и расчет подвижных опор	6
13	Выбор и расчет датчиков перемещения и скорости узлов мехатронного модуля	6
14	Выбор и расчет датчиков температуры и внешних воздействий	6
15	Проектирование системы управления на ПЛК	6
16	Построение модели механической части мехатронного модуля	6
17	Построение модели электрической части мехатронного модуля	6
18	Моделирование мехатронного модуля как гибридной системы	6
19	Построение структурной схемы мехатронного модуля	6
20	Исследование переходных процессов мехатронного модуля на основании структурной схемы	6
21	Исследование устойчивости мехатронного модуля на основе структурной схемы	6
22	Построение SF-модели мехатронного модуля	6
23	Построение функциональной модели мехатронного модуля	6

24	Оптимизация работы модуля с точки зрения максимального быстродействия	6
25	Определение точности выполнения функций модуля при максимальном быстродействии	6
26	Оптимизация работы модуля с точки зрения максимальной точности	6
27	Оптимизация модуля методом линейного программирования	6
28	Оптимизация модуля методом динамического программирования	6
29	Оптимизация работы модуля при непрерывном выполнении функций	6
30	Оформление отчета. Участие в зачет-конференции по производственной практике	6
Промежуточная аттестация (экзамен (квалификационный))		12
Всего:		582

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация программы модуля предполагает наличие мастерской модульных производственных систем.

Оборудование учебного кабинета и рабочих мест мастерской:

Стол преподавателя -1 шт.

Стул преподавателя 1 шт

Стулья 12 шт

Стол 6 шт.

Доска -1 шт

Учебные мехатронные комплекты

Robonova -10 шт.

Lego WEDO – 8 шт.

Lego Mindstorms – 8 компл.

Учебный робот AP-100 – 1 шт.

Учебный робот Bioloid -1 шт

Датчики звука – 5 компл

Датчики света – 5 компл.

ПО LabVIEW

Реализация программы модуля предполагает обязательную учебную и производственную практику.

Оборудование и технологическое оснащение рабочих мест:

Учебные мехатронные комплекты

Robonova -10 шт.

Lego WEDO – 8 шт.

Lego Mindstorms – 8 компл.

Учебный робот AP-100 – 1 шт.

Учебный робот Bioloid -1 шт

Датчики звука – 5 компл

Датчики света – 5 компл.

ПО LabVIEW

3.2. Информационное обеспечение обучения

Основные источники:

1. Автоматизация технологических процессов и производств : учеб. пособие / А.А. Иванов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. — 224 с. — (Высшее образование: Бакалавриат).

2. Моделирование систем управления с применением Matlab : учеб. пособие / А.Н. Тимохин, Ю.Д. Румянцев ; под ред. А.Н. Тимохина. — М. : ИНФРА-М,

2017. — 256 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.znaniium.com>]. —(Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/14347.

3. 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.

4. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учеб.пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. — Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2017. — 264 с.

5. Босинзон М.А. Современные системы ЧПУ и их эксплуатация. Учебник— М.: ОИЦ « Академия», 2016.

6. В. Л. Сосонкин, Г. М. Мартинов "Системы числового программного управления. Учебное пособие" М.: Логос, 2016

7. Южаков Б.Г. Монтаж, наладка и ремонт электрических установок. Учебник— М.: УМЦ ЖДТ, 2016.

8. Технологическое оборудование. Металлорежущие станки : учебник / М.Ю. Сибикин. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : ФОРУМ, 2017. — 448 с.

9. Технологическое оборудование: учебное пособие / О.И. Аверьянов, И.О. Аверьянова, В.В. Клепиков. - М.: Форум: ИНФРА-М, 2016. - 240 с.

10. Технологическая оснастка: Учебное пособие / Клепиков В.В., Бодров А.Н. - М.:Форум, 2017. - 608 с.

11. Дискретная математика : учеб. пособие / С.А. Канцедал. — М: ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. — 224 с.

12. Математика : учебник / А.А. Дадаян. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 544 с.

Дополнительные источники:

1. Синтез дискретно-логических систем управления : учеб. пособие / Н.Г. Чикуров. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 229 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5a5624806fec73.42506832. - Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/product/916073>

2. Егоров О.Д., Подураев Ю.В., Буйнов М.А. Робототехнические мехатронные системы: учебник/ О.Д. Егоров, Ю.В. Подураев, М.А. Буйнов. – М.: ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», 2015.

Интернет ресурсы:

1. Система федеральных образовательных порталов Информационно - коммуникационные технологии в образовании. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.ict.edu.ru> (2019).

2. Электронно-библиотечная система [Электронный ресурс] – режим доступа: [http:// www.znaniium.com/](http://www.znaniium.com/) (2019).

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ (ПО РАЗДЕЛАМ)

Код и наименование профессиональных и общих компетенций, формируемых в рамках модуля	Критерии оценки	Методы оценки
<p><i>ПК 3.1.</i> Составлять схемы простых мехатронных систем в соответствии с техническим заданием.</p>	<p>Знания:</p> <p>концепцию бережливого производства;</p> <p>методы расчета параметров типовых электрических, пневматических и гидравлических схем;</p> <p>физические особенности сред использования мехатронных систем;</p> <p> типовые модели мехатронных систем.</p>	<p><i>Тестирование</i></p>
	<p>Умения:</p> <p>проводить расчеты параметров типовых электрических, пневматических и гидравлических схем узлов и устройств, разрабатывать несложные мехатронные системы;</p> <p>оформлять техническую и технологическую документацию;</p> <p>составлять структурные, функциональные и принципиальные схемы мехатронных систем;</p> <p>рассчитывать основные технико-экономические показатели.</p>	<p><i>Лабораторная работа</i></p>
	<p>Практический опыт:</p> <p>Разрабатывать и моделировать простые устройства и функциональные блоки мехатронных систем.</p>	<p><i>Практическая работа</i></p>
<p><i>ПК 3.2.</i> Моделировать работу простых мехатронных систем</p>	<p>Знания:</p> <p>качественные показатели реализации мехатронных систем;</p> <p> типовые модели мехатронных систем.</p>	<p><i>Тестирование</i></p>
	<p>Умения:</p> <p>применять специализированное программное обеспечение при моделировании мехатронных систем;</p> <p>применять технологии бережливого производства при выполнении работ по оптимизации мехатронных систем.</p>	<p><i>Лабораторная работа</i></p>
	<p>Практический опыт:</p> <p>Моделировать простые устройства и функциональные блоки мехатронных систем.</p>	<p><i>Лабораторная работа</i></p>

<p>ПК 3.3 Оптимизировать работу компонентов и модулей мехатронных систем в соответствии с технической документацией</p>	<p>Знания: правила техники безопасности при проведении работ по оптимизации мехатронных систем; методы оптимизации работы компонентов и модулей мехатронных систем.</p>	<p><i>Тестирование</i></p>
	<p>Умения: 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.</p>	<p><i>Лабораторная работа</i></p>
	<p>Практический опыт: Оптимизировать работы компонентов и модулей мехатронных систем.</p>	<p><i>Лабораторная работа</i></p>
<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><i>Практические занятия Ситуационные задания</i></p>
	<p>Знания: 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</p>	<p><i>Тестирование Собеседование Экзамен</i></p>

	<p>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><i>Практические занятия</i></p>
	<p>Знания: номенклатура информационных источников применяемых в профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации</p>	<p><i>Тестирование Собеседование Экзамен</i></p>
<p>ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.</p>	<p>Умения: определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности; выстраивать траектории профессионального и личностного развития</p>	<p><i>Практические занятия</i></p>
	<p>Знания: содержание актуальной нормативно-правовой документации; современная научная и профессиональная терминология; возможные траектории профессионального развития и самообразования</p>	<p><i>Тестирование Собеседование Экзамен</i></p>
<p>ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.</p>	<p>Умения: организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами</p>	<p><i>Практические занятия Деловая игра</i></p>
	<p>Знания: психология коллектива; психология личности; основы проектной деятельности</p>	<p><i>Тестирование Собеседование Экзамен</i></p>
<p>ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста</p>	<p>Умения: излагать свои мысли на государственном языке; оформлять документы.</p>	<p><i>Практические занятия</i></p>
	<p>Знания: особенности социального и культурного контекста;</p>	<p><i>Тестирование Собеседование Экзамен</i></p>

	правила оформления документов.	
ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности	Умения: применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; использовать современное программное обеспечение	<i>Практические занятия</i>
	Знания: современные средства и устройства информатизации; порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности.	<i>Тестирование Собеседование Экзамен</i>
ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке.	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	<i>Практические занятия Деловая игра</i>
	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; особенности произношения; правила чтения текстов профессиональной направленности	<i>Тестирование Собеседование Экзамен</i>