

Приложение III. ОП. 08  
к программе СПО по специальности  
15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника  
(по отраслям)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОП.08 ОСНОВЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

2022 г.

Рабочая программа учебной дисциплины разработана соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 09 декабря 2016 года № 1550 укрупненной группы подготовки 15.00.00 Машиностроение

Организация разработчик: ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»  
Нижнетагильский технологический институт (филиал)  
Нижнетагильский машиностроительный техникум

Разработчик: Киреева Наталья Евгеньевна, преподаватель

Программа обсуждена и одобрена на заседании цикловой комиссии техники и технологии строительства, информатики и вычислительной техники, экономики и управления от 25.03.22 протокол № 3

Председатель ЦК



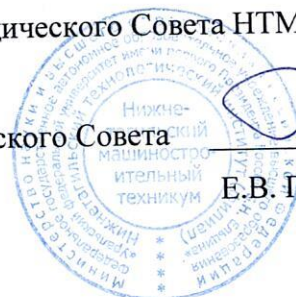
А.В. Елисеев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Методического Совета НТМТ

Протокол № 3

«30» 03 2022 г.

Председатель Методического Совета



  
Е.В. Гильдерман

## СОДЕРЖАНИЕ

1	ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2	СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	6
3	УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	14
4	КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	16

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ОП. 08 ОСНОВЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

### 1.1. Область применения примерной рабочей программы

Рабочая программа учебной дисциплины является частью программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ) в соответствии с ФГОС СПО по специальности 15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям), входящей в укрупнённую группу специальностей 15.00.00 Машиностроение.

### 1.2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы:

Учебная дисциплина «Основы автоматического управления» является обязательной частью общепрофессионального цикла основной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности 15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям).

Учебная дисциплина «Основы автоматического управления» наряду с учебными дисциплинами общепрофессионального цикла обеспечивает формирование общих и профессиональных компетенций для дальнейшего освоения профессиональных модулей.

### 1.3. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ПК 1.2	Разрабатывать алгоритмы управления мехатронными системами; Визуализировать процесс управления и работу мехатронных систем; Осуществлять монтажные и пуско-наладочные работы мехатронных систем	Языки программирования и интерфейсов программируемых логических контроллеров; Принципы работы и назначение устройств мехатронных систем; Правила техники безопасности при проведении монтажных и пуско-наладочных работ мехатронных систем
ПК 1.3	Выполнять пуско-наладочные работы и испытания мехатронных систем	Технологию проведения монтажных и пуско-наладочных работ мехатронных систем
ПК 3.3	Оптимизировать работу мехатронных систем по различным параметрам	Методы оптимизации работы компонентов и модулей мехатронных систем
ПК 4.2	Разрабатывать алгоритмы управления мобильными робототехническими комплексами	Языки программирования и интерфейсов управляющих контроллеров мобильных робототехнических комплексов
ПК 4.3	Выполнять настройку датчиков и исполнительных устройств мобильных робототехнических комплексов с учетом специфики технологических процессов	Правила техники безопасности при выполнении работ по настройке компонентов мобильных робототехнических комплексов
ПК 5.1	Интерпретировать навыки построения проектной документации мобильного робота при помощи соответствующего	Основных методов проектирования мобильных роботов; Разработка стратегии выполнения

	теоретического аппарата; Применять основные навыки при конструировании типовых алгоритмов управления мобильным роботом	заданий по мобильной робототехнике, включая приемы ориентации и навигации, используя предложенное оборудование
ПК 5.2	Читать техническую документацию на производство монтажа	Технологию монтажа оборудования мобильных робототехнических комплексов
ПК 5.3	Обнаруживать неисправности мобильных робототехнических комплексов	Методы повышения долговечности оборудования мобильных робототехнических комплексов
ПК 5.4	Производить диагностику оборудования мобильных робототехнических комплексов и определение его ресурсов	Виды и методы контроля и испытаний, методики их проведения и сопроводительной документации
ПК 5.5	Производить ремонт и замену компонентов и модулей мобильных робототехнических комплексов	Технологические процессы ремонта и восстановления деталей и оборудования мобильных робототехнических комплексов

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
<b>Объем образовательной программы</b>	54
<b>Самостоятельная работа</b>	4
<b>Суммарная учебная нагрузка во взаимодействии с преподавателем</b>	50
в том числе:	
теоретическое обучение	32
лабораторные занятия (если предусмотрено)	6
практические занятия (если предусмотрено)	6
курсовая работа (проект) (если предусмотрено)	-
консультации	4
Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета	2

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины **ОСНОВЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов	Осваиваемые элементы компетенций
1	2	3	
Введение	<p><b>Содержание учебного материала</b></p> <p>1. Роль, задачи и содержание дисциплины, связь ее с другими специальными дисциплинами. Значение автоматического управления в развитии автоматизации технологических процессов и производств. Краткий обзор истории развития теории автоматического управления от элементов автоматики, управления и регулирования до методов анализа и синтеза систем управления. Вклад русских ученых в развитие теории автоматического регулирования.</p> <p>2. Перспективы развития автоматизации технологических процессов и производств, совершенствования систем регулирования и управления технологическими процессами с точки зрения экономического и социального развития страны.</p>	2	ПК 3.3
Раздел 1. Статика и динамика элементов систем автоматического управления		26	
Тема 1.1 Основные понятия о САУ	<p><b>Содержание учебного материала</b></p> <p>1. Основные определения: параметры технологического процесса, виды управления: регулирование, стабилизация; входная и выходная величина, начальная информация, регулируемые параметры, управление по заданию, регулирующие воздействия, возмущающие воздействия, их виды.</p> <p>2. Понятие объект управления (ОУ), автоматический регулятор и регулируемый орган. Принципы действия систем автоматического управления и их основные устройства.</p> <p>3. Понятие о системе автоматического управления (САУ): структурная схема простейшей и реальной системы, назначение и выполняемые функции элементов системы. Замкнутые и разомкнутые, одноконтурные и многоконтурные системы.</p> <p>4. Классификация САУ. Непрерывные и дискретные, экстремальные и самонастраивающиеся, оптимальные системы, системы связанного и несвязанного регулирования. Методы линеаризации нелинейных систем.</p> <p>5. Виды систем управления промышленным оборудованием. Разделение систем по функциональному назначению. Требования, предъявляемые к САУ.</p>	6	ПК 1.2, ПК 3.3 ПК 1.2, ПК 3.3, ПК 5.1 ПК 1.2, ПК 3.3, ПК 5.2, ПК 5.5 ПК 1.2, ПК 3.3, ПК 5.2, ПК 5.5
	<b>Тематика лабораторных занятий</b>	2	
	1. Составление структурной схемы по принципиальной.	2	ПК 1.2, ПК 5.2, ПК 5.5
	2. Изучение структурных схем АСР и назначение элементов, входящих в них.		ПК 1.2, ПК 5.2,

			ПК 5.5
Тема 1.2 Типовые элементарные звенья, свойства и характеристики звеньев и систем	<p><b>Содержание учебного материала</b></p> <p>1. Дифференциальные уравнения элементов систем управления. Преобразование Лапласа и его применение для решения дифференциальных уравнений. Полное уравнение динамики системы управления. Передаточная функция системы. Динамические характеристики систем автоматизированного управления. Временные динамические характеристики: переходная и импульсная. Частотные характеристики: амплитудные, фазовые и амплитудно-фазовые.</p> <p>2. Принципы расчисления систем автоматического управления на элементарные звенья. Характеристики элементарных звеньев.</p> <p>3. Понятие о записи дифференциальных уравнений системы в операторной форме, действия с операторами. Понятие о характеристическом уравнении. Передаточная функция звена (системы). Получение аналитического выражения амплитудно – фазовой характеристики (АФХ) из передаточной функции. Запись аналитического выражения АФХ в комплексно-показательной форме. Графическое изображение АФХ. Геометрические методы построения АФХ. Методика проведения и анализа эксперимента по определению частотных характеристик системы. Понятие о голографе. Типовые элементарные звенья: усилительное, аperiodические, колебательное, интегрирующие, дифференцирующие и чистого запаздывания. Дифференциальное уравнение, переходная и передаточная функция, частотные характеристики и голограф звена. Примеры элементарных звеньев, составляющих автоматические системы регулирования и управления.</p>	2	ПК 1.2, ПК 3.3
	<b>Тематика практических занятий</b>	2	
	1. Решение дифференциальных уравнений с использованием преобразования Лапласа. Получение передаточной функции по дифференциальному уравнению.	2	ПК 1.2, ПК 3.3
Тема 1.3 Передаточные функции соединений звеньев и систем	<p><b>Содержание учебного материала</b></p> <p>1. Виды соединений звеньев: последовательное, параллельное, встречнопараллельное. Передаточные функции соединений звеньев. Понятие об обратной связи. Положительная и отрицательная обратная связь. Гибкая жесткая обратная связь.</p> <p>2. Замена нескольких звеньев одним эквивалентным звеном, эквивалентные преобразования структурных схем систем, передаточная функция сложных многоконтурных систем, приведение многоконтурной системы к одноконтурной.</p>	2	ПК 3.3, ПК 5.1 ПК 3.3, ПК 5.5
	<b>Тематика практических занятий</b>	1	ПК 3.3, ПК 5.5
	1. Эквивалентные преобразования структурных схем.	1	
Тема 1.4 Свойства	<b>Содержание учебного материала</b>	4	

объектов управления с сосредоточенными параметрами и их определения	1. Свойства объектов регулирования, объект регулирования как важнейшая составная часть автоматической системы регулирования. Элементы, входящие в состав ОУ. Статические и динамические свойства ОУ. Статические и динамические ОУ. Кривая разгона объектов управления, параметры кривой разгона: постоянная времени, полное время запаздывания, коэффициент передачи, отношение $\tau/T$ .		ПК 1.2, ПК 4.3
	2. Понятие о нагрузке, емкости и самовыравнивании. Объекты управления с самовыравниванием и астатические объекты. Их характеристики.		ПК 1.2, ПК 4.3
	3. Определение динамических характеристик объектов управления экспериментальным путем и с помощью моделирования на ЭВМ. Представление ОУ и устройств автоматического управления с сосредоточенными параметрами в виде передаточных функций.		ПК 1.2, ПК 4.3
	<b>Тематика лабораторных занятий</b>	1	
	1. Определения параметров объектов управления по кривой разгона.	1	ПК 1.2
Тема 1.5 Управляющие устройства	<b>Содержание учебного материала</b>		ПК 1.2, ПК 4.3
	1. Линейные законы управления: пропорциональный (П-управление), интегральный (И-управление), пропорционально-интегральный (ПИ-управление), пропорционально-дифференциальный (ПД-управление), пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД-управление) и управляющие устройства (регуляторы), реализующие эти законы: П-, И-, ПИ-, ПД-, ПИД-регуляторы.		ПК 1.2, ПК 4.3
	2. Дифференциальные уравнения, описывающие линейные законы управления. Структурная схема идеального и реального регуляторов. Передаточные функции и частотные характеристики идеальных и реальных регуляторов.	1	ПК 1.2, ПК 3.3, ПК 4.3
	3. Влияние параметров настроек регулятора на получение законов регулирования. Структурное представление П-, И-, ПИ-, ПД-, ПИД- регуляторов. Исследование их на ЭВМ.		ПК 1.2, ПК 3.3, ПК 4.2, ПК 4.3
	4. Основные элементы, с помощью которых формируются соответствующие законы управления: преобразующие элементы, исполнительные механизмы (ИМ) и корректирующие обратные связи. Реализация законов управления с помощью охвата отрицательной обратной связью. Обратная связь по положению ИМ и внутренняя ОС. Структурные схемы реализации законов управления. Расчет оптимальных настроек. Моделирование на ЭВМ.	1	
	<b>Тематика лабораторных занятий</b>	1	
	1. Исследование идеальных и реальных регуляторов.	1	ПК 1.2, ПК 4.3
		12	
Раздел 2. Линейные автоматические системы управления			
Тема 2.1	<b>Содержание учебного материала</b>	2	
Передаточные	1. Исследование динамических процессов, происходящих в системах автоматического		ПК 1.2, ПК 4.2

функции замкнутых систем	управления при приложении к системе воздействий произвольной формы. Воздействия управляющие и возмущающие. Передаточные функции замкнутых и разомкнутых систем. Структурные схемы.		ПК 1.2, ПК 4.2
	2. Передаточные функции замкнутых систем управления по каналу управления (возмущение со стороны регулирующего органа), по внешнему возмущению и по возмущению по заданию.		ПК 1.2, ПК 4.2
	3. Получение характеристического уравнения замкнутой системы регулирования по передаточной функции разомкнутой системы. Правила эквивалентного преобразования для получения передаточных функций сложных систем с различными перекрестными связями: правило переноса точки съема сигнала и точки суммирования сигналов и др. Структурные схемы, передаточные функции. Примеры преобразования сложных систем управления.		
Тема 2.2 Устойчивость систем автоматического управления	<b>Содержание учебного материала</b>		ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 4.3
	1. Понятие об устойчивости линейных систем регулирования и анализ устойчивости линейных систем методом Ляпунова. Определение устойчивости систем по знаку вещественной части корней характеристического уравнения систем и расположению корней характеристического уравнения в комплексной плоскости. Граница устойчивости. Необходимые и достаточные условия устойчивости системы регулирования.	2	ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 4.3
	2. Критерии устойчивости. Критерий устойчивости Михайлова. Годограф Михайлова и его особенности. Критерий устойчивости Найквиста. Комплексные частотные характеристики устойчивых и неустойчивых систем. Понятие о запасе устойчивости. Построение областей устойчивости. Анализ устойчивости одноконтурных и многоконтурных систем автоматического управления.		
	<b>Тематика практических занятий</b>	1	
1. Расчет устойчивости САУ различными методами.	1	ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 4.3	
Тема 2.3 Качество систем автоматического управления	<b>Содержание учебного материала</b>		ПК 3.3, ПК 5.3
	1. Основные показатели, определяющие качество процесса регулирования: статическая и динамическая ошибки, максимальное динамическое отклонение, время регулирования, величина перерегулирования, колебательность и др.	2	ПК 3.3, ПК 5.3
	2. Типовые переходные процессы регулирования: аperiodический, с 20% перерегулированием и др. Построение переходных процессов по заданным передаточным функциям замкнутых систем.		
3. Оценка качества регулирования по корням характеристического уравнения. Степень устойчивости и степень колебательности. Интегральные оценки качества.		ПК 3.3, ПК 5.3	

	4. Частотные характеристики и их связь с характеристиками переходных процессов. Частотные методы анализа качества процесса регулирования: по вещественной частотной характеристике замкнутой системы, построение переходного процесса с помощью трапециевидальных характеристик.		ПК 4.3
	<b>Тематика практических занятий</b>	2	
	1. Частотные методы анализа качества процесса регулирования.	2	ПК 3.3
Тема 2.4 <b>Коррекция линейных систем автоматического управления</b>	<b>Содержание учебного материала</b>		ПК 3.3
	1. Основные меры, применяемые для улучшения процессов управления. Введение корректирующих звеньев и их влияние на точность и качество регулирования. Последовательная и параллельная коррекция, ОС; их особенности и области применения.	2	ПК 3.3, ПК 4.3, ПК 5.3, ПК 5.4
	2. Передаточные функции соединений звеньев при введении корректирующих устройств. Активные и пассивные корректирующие звенья. Примеры корректирующих звеньев: интегрирующие, дифференцирующие, интегро-дифференцирующие, варианты их включения. Корректирующие обратные связи (отрицательные и положительные) и их применение. Методика расчета параметров корректирующих звеньев.	2	ПК 3.3, ПК 4.3, ПК 5.3, ПК 5.4
	3. Введение дополнительных контуров. Особенности применения дополнительных контуров для улучшения качества регулирования при больших возмущениях. Понятия об инвариантных системах.	2	ПК 3.3, ПК 4.3, ПК 5.3, ПК 5.4
	<b>Тематика лабораторных занятий</b>	1	
1. Коррекция линейных САУ.	1	ПК 3.3, ПК 4.3, ПК 5.3	
Раздел 3. Дискретные САУ		4	
Тема 3.1 <b>Основные понятия и определения дискретных САУ</b>	<b>Содержание учебного материала</b> 1. Основные определения. Классификация дискретных систем управления. Импульсные элементы 1, 2 и 3 видов. Виды сигналов при различных формах импульсной модуляции. Структурная схема дискретной системы. Понятие о дискретном преобразовании Лапласа и математические основы теории дискретных систем. Решетчатые функции их изображения.	1	ПК 1.2, ПК 1.3
Тема 3.2 <b>Анализ дискретных САУ</b>	<b>Содержание учебного материала</b> 1. Уравнения дискретных систем управления. Применение принципа суперпозиции для исследования дискретной системы управления. Расчленение на дискретную и линейную части системы автоматического управления. Определение временной и частотной характеристик линейной части при воздействии на нее последовательности импульсов. 2. Передаточные функции замкнутых и разомкнутых дискретных систем. Определение передаточной функции разомкнутой системы через передаточную функцию линейной части. Методы анализа устойчивости линейных систем и их аналоги для дискретных	2	ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 5.1 ПК 1.2, ПК 1.3

	систем автоматического регулирования.		
	3. Определение устойчивости по расположению корней характеристического уравнения. Частотные методы определения устойчивости дискретных систем. Аналоги критериев Михайлова и Найквиста.		ПК 1.2, ПК 1.3
	4. Понятие о качестве переходных процессов дискретных САУ. Определение качества переходных процессов с использованием методов косвенной оценки. Определение по степени устойчивости и с помощью интегральной оценки. Понятие о коррекции дискретных систем автоматического управления.		ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 4.3, ПК 5.3.
	<b>Тематика лабораторных занятий</b>	1	
	1. Анализ дискретных САУ.	1	ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 4.3, ПК 5.3.
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	<b>Оформление отчетов</b>	4	
<b>Консультации</b>		4	
<b>Промежуточная аттестация</b>		2	
<b>Всего:</b>		54	

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Для реализации программы учебной дисциплины должны быть предусмотрены следующие специальные помещения: учебный кабинет «Вычислительная техника»; лаборатория «Электронной и вычислительной техники».

#### Оборудование учебного кабинета и рабочих мест кабинета:

- рабочие места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- комплект учебно-наглядных пособий «Вычислительная техника»;
- комплект учебно-наглядных пособий «Электроника»;
- комплект плакатов на тему «Функциональные схемы цифровых устройств»;
- учебная установка РТМТЛ-1 «Знакомство с основами работы с программируемыми микроконтроллерами»;
- учебная установка РТМТЛ-5 «Согласование микропроцессоров с персональным компьютером».

#### Технические средства обучения:

- компьютер с соответствующим программным обеспечением и веб-камерой;
- интерактивная доска или мультипроектор;
- компьютерные программы Multisim (не ранее 12 версии), PSPICE, ElectronicsWorkbench (не ранее 10 версии), MatLab (не ранее 7 версии).

#### Оборудование лаборатории и рабочих мест лаборатории:

- рабочие места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя, оснащённое компьютером;
- комплекты микросхем по количеству обучающихся;
- программатор;
- учебный лабораторный стенд LESO2 на базе ПЛИС структуры FPGA;
- лабораторный комплекс «Цифровая электроника» типа ЦЭ-НР, типа ЦЭ-НК;
- установка для изучения логических схем УМ-11М;
- учебный микропроцессорный комплекс УМПК-51;
- учебный микропроцессорный комплекс УМПК-80;
- учебный микропроцессорный комплекс УМПК-48;
- лаборатория цифровой электроники НС-6225;
- лаборатория по проектированию цифровых устройств НС-6228;
- учебная установка РТЦУЛ-11 «Изучение RS-триггеров».

#### Технические средства обучения:

- компьютеры с лицензионным программным обеспечением по количеству обучающихся;
- компьютерные программы Multisim (не ранее 12 версии), PSPICE, ElectronicsWorkbench (не ранее 10 версии), MatLab (не ранее 7 версии).

### 3.2. Информационное обеспечение реализации программы

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

#### 3.2.1. Печатные издания

1. Иванов А.А. Основы робототехники: учебное пособие. М.: Форум, 2014 г. – 224 с.

2. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие/А.С.Клюев, Б.В.Глазов, А.Х.Дубровский, А.А.Клюев: Энергоатомиздат, 2013.
3. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учеб.пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. — Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2017. — 264 с.
4. Технологическое оборудование: учебное пособие / О.И. Аверьянов, И.О. Аверьянова, В.В. Клепиков. - М.: Форум: ИНФРА-М, 2016. - 240 с.
5. Автоматическое управление : учеб.пособие / А. М. Петрова. — М. : ФОРУМ, 2017. — 240 с.
6. Автоматическое управление. Курс лекций с решением задач и лабораторных работ : учеб.пособие / Н.П. Молоканова. – 2017. – 224 с.
7. Автоматическое управление: Учебник / М.В. Гальперин. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2017. - 224 с.
8. Босинзон М.А. Современные системы ЧПУ и их эксплуатация. Учебник– М.: ОИЦ «Академия», 2015.
9. В. Л. Сосонкин, Г. М. Мартинов "Системы числового программного управления. Учебное пособие" М.: Логос, 2015
10. Выжигин А. Ю. Гибкие производственные системы. Учебное пособие. М.: Машиностроение, 2012 г.
11. Егоров О.Д. Конструирование механизмов роботов. Учебник. М: Абрис, 2012 г.
12. Карташов Г.Б., Дмитриев А.В. Основы работы на станках с ЧПУ.—М.: Дидактические системы, 2012.
13. Клюев А.С. Монтаж средств измерений и автоматизации: справочник – М: Энергоатомиздат, 2012г.
14. Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств. Учебное пособие. М: Лань, 2012 г.
15. Макаров И.М. Системные принципы создания гибких автоматизированных производств. М.: Высш. шк., 1986. 175 с.
16. Мартыненко Ю.Г. Аналитическая динамика электромеханических систем. М.: Изд-во МЭИ, 1982. 85 с.
17. Охочимский Д.Е., Голубев Ю.Ф. Механика и управление движением автоматического шагающего аппарата. М.: Наука, 1984. 312 с.
18. Попов Е.П., Письменный Г.В. Основы робототехники: Введение в специальность. М.: Высш. шк., 1990. 224 с.
19. Ротач В.Я. Теория автоматического управления. — М.: МЭИ, 2012.
20. Смирнов М.Ю. Методическое пособие по курсу «Мобильные роботы». 58с. – в печати.
21. Смольников Б.А. Проблемы механики и оптимизации роботов. М.: Наука, 1991, 232 с.
22. 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.
23. 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.
24. Технология машиностроения. Высокоэнергетические и комбинированные методы обработки: Учебное пособие / Аверьянова И.О., Клепиков В.В. -М.:Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 304 с.
25. Управление робототехническими системами и гибкими автоматизированными производствами / И.М.Макаров,В.З.Рахманкулов, В.М.Назаретов и др. М.: Высш. шк., 1986. 159 с.



26. Федотов А.В. Основы теории автоматического управления: Учебное пособие. - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2012. - 279 с.

27. Частиков А., Тотухов К. Теоретические основы интеллектуальной симуляции промышленных роботов. Монография. LAP LambertAcademicPublishing, 2013 г. – 120 с.

28. Шишмарёв В.Ю. Автоматика. Учебник для среднего профессионального образования. – М.:Издательский центр «Академия», 2016. -288 с.

29. Южаков Б.Г. Монтаж, наладка и ремонт электрических установок. Учебник– М.: УМЦ ЖДТ, 2012.

### 3.2.2. Электронные издания (электронные ресурсы)

1. Сайт в интернете: <http://vuz.exponenta.ru> (имеются наборы задач по различным разделам теории методов разделения движений, много полезных компьютерных программ и анимированных иллюстраций).

2. Готлиб Б.М. Проектирование мехатронных систем [Электронный ресурс]. – Екатеринбург: УрГУПС, 2007. – Режим доступа: [http://gendocs.ru/docs/6/5481/conv\\_1/file1.pdf](http://gendocs.ru/docs/6/5481/conv_1/file1.pdf)

3. Надёжность систем автоматизации: конспект лекций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://gendocs.ru/v37929/лекции\\_автоматизация\\_технологических\\_процессов\\_и\\_производств](http://gendocs.ru/v37929/лекции_автоматизация_технологических_процессов_и_производств)

4. Прибор: научно-производственное объединение: каталог продукции [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.npopribor.ru/>

5. Приборы универсальные // Челябинский завод измерительных приборов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://pribor-premium.ru/07.html#info>

6. Схемы сертификации продукции в России [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.stroyinf.ru/sr7.html>

7. ФС Энергия: сертификация и лицензирование [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.energiatest.ru/certification-production.htm>

8. Южно-Уральский опытно-механический завод [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.instrumentalist.ru/-StartID=3&ID=60&CategoryID=75.htm>

## 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Критерии оценки	Формы и методы оценки
умение производить диагностику оборудования мобильных робототехнических комплексов и определение его ресурсов	Точность диагностики оборудования мобильных робототехнических комплексов и определение его ресурсов	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при выполнении и защите практических работ
умение производить ремонт и замену компонентов и модулей мобильных робототехнических комплексов	Точность и верность произведенного ремонта компонентов и модулей мобильных робототехнических комплексов	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при выполнении и защите практических работ
умение разрабатывать алгоритмы управления мобильными робототехническими комплексами;	Скорость и техничность при разработке алгоритмов управления мехатронными системами	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при выполнении и защите практических работ
умение проводить отладку программ управления мехатронными системами и визуализации процессов управления и работы мехатронных систем;	Точность и скорость проведения отладки программ управления мехатронными системами и визуализации процессов управления и работы мехатронных систем	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при выполнении и защите практических работ
умение обнаруживать неисправности мобильных робототехнических комплексов	Правильность обнаружения неисправностей мобильных робототехнических комплексов	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при выполнении и защите практических работ
умение оптимизировать работу мехатронных систем по различным параметрам;	Точность оптимизации работы мехатронных систем по различным параметрам	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при выполнении и защите практических работ
осуществлять настройку датчиков различного типа при проектировании мобильных роботов;	Точность и скорость при настройке датчиков различного типа при проектировании мобильных роботов	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при выполнении и защите практических работ
умение интерпретировать навыки построения проектной документации мобильного робота при помощи соответствующего теоретического аппарата;	Точность (правильность) построения электрических схем при помощи соответствующего теоретического аппарата	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при выполнении и защите практических работ

умение применять основные навыки при конструировании типовых алгоритмов управления мобильным роботом;	Результативность применения основных навыков при конструировании типовых алгоритмов управления мобильным роботом	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при выполнении и защите практических работ
умение читать техническую документацию на производство монтажа	Точность и верность чтения технической документации на производство монтажа	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при выполнении и защите практических работ
знание языков программирования и интерфейсы ПЛК;	Применение языков программирования и интерфейсы ПЛК	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при тестировании, внеаудиторной самостоятельной работы и других видов текущего контроля
Знание принципов работы и назначение устройств мехатронных систем	Применение знаний принципов работы и назначение устройств мехатронных систем	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при тестировании, внеаудиторной самостоятельной работы и других видов текущего контроля
Знание правил техники безопасности при проведении монтажных и пуско-наладочных работ мехатронных систем	Соблюдение правил техники безопасности при проведении монтажных и пуско-наладочных работ мехатронных систем	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при тестировании, внеаудиторной самостоятельной работы и других видов текущего контроля
Знание технологии проведения монтажных и пуско-наладочных работ мехатронных систем	Соблюдение технологии проведения монтажных и пуско-наладочных работ мехатронных систем	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при тестировании, внеаудиторной самостоятельной работы и других видов текущего контроля
знание методов оптимизации работы компонентов и модулей мехатронных систем;	Правильный выбор и применение методов оптимизации работы компонентов и модулей мехатронных систем	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при тестировании, внеаудиторной самостоятельной работы и других видов текущего контроля

Знание правил техники безопасности при выполнении работ по настройке компонентов мобильных робототехнических комплексов	Соблюдение правил техники безопасности при выполнении работ по настройке компонентов мобильных робототехнических комплексов	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при тестировании, внеаудиторной самостоятельной работы и других видов текущего контроля
Знание технологии монтажа оборудования мобильных робототехнических комплексов	Соблюдение технологии монтажа оборудования мобильных робототехнических комплексов	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при тестировании, внеаудиторной самостоятельной работы и других видов текущего контроля
Знание методов повышения долговечности оборудования мобильных робототехнических комплексов	Применение методов повышения долговечности оборудования мобильных робототехнических комплексов	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при тестировании, внеаудиторной самостоятельной работы и других видов текущего контроля
Знание видов и методов контроля и испытаний, методики их проведения и сопроводительной документации	Применение видов и методов контроля и испытаний, методики их проведения и сопроводительной документации	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при тестировании, внеаудиторной самостоятельной работы и других видов текущего контроля
Знание технологических процессов ремонта и восстановления деталей и оборудования мобильных робототехнических комплексов	Соблюдение технологических процессов ремонта и восстановления деталей и оборудования мобильных робототехнических комплексов	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при тестировании, внеаудиторной самостоятельной работы и других видов текущего контроля
знание основных методов проектирования мобильных роботов;	Правильный выбор и применение основных методов проектирования мобильных роботов	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при тестировании, внеаудиторной самостоятельной работы и других видов текущего контроля
знание разработки стратегии выполнения заданий по мобильной робототехнике, включая приемы ориентации и	Правильный выбор и применение разработки стратегии выполнения заданий по мобильной	Экспертная оценка результатов деятельности студентов при тестировании,

навигации, используя предложенное оборудование;	робототехнике, включая приемы ориентации и навигации, используя предложенное оборудование	внеаудиторной самостоятельной работы и других видов текущего контроля
---	---	---