



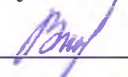
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖИ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Республики Крым  
«Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова»  
(ГБОУВО РК КИПУ имени Февзи Якубова)

Кафедра технологии машиностроения


СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

  
Э.Р. Ваниев  
« 30 » 08 20 21 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

  
Э.Ш. Джемилов  
« 30 » 08 20 21 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.02.03 «Теория автоматического управления в машиностроении»**

направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профиль подготовки «Машиностроение и материалобработка», профилизация  
«Компьютерные технологии в машиностроении»

факультет инженерно-технологический

Симферополь, 2021

Рабочая программа дисциплины Б1.В.02.03 «Теория автоматического управления в машиностроении» для бакалавров направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям). Профиль «Машиностроение и материалобработка», профилизация «Компьютерные технологии в машиностроении» составлена на основании ФГОС ВО, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 № 124.

Составитель

рабочей программы

  
подпись

Э.Ш. Джемилев, доц.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии машиностроения

от 27.08 20 21 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой

  
подпись

Э.Ш. Джемилев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании УМК инженерно-технологического факультета

от 30.08 20 21 г., протокол № 1

Председатель УМК

  
подпись

С.А. Феватов

**1.Рабочая программа дисциплины Б1.В.02.03 «Теория автоматического управления в машиностроении» для бакалавриата направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям), профиль подготовки «Машиностроение и материалобработка», профилизация «Компьютерные технологии в машиностроении».**

**2.Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**2.1. Цель и задачи изучения дисциплины (модуля)**

***Цель дисциплины (модуля):***

– Формирование у студентов знаний и умений анализа и синтеза систем автоматического регулирования и управления.

***Учебные задачи дисциплины (модуля):***

– Сформулировать представление об основных понятиях и характеристике теории автоматического управления;

– Развитие у студентов способностей к самостоятельному анализу и синтезу САУ.

**2.2. Планируемые результаты освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины Б1.В.02.03 «Теория автоматического управления в машиностроении» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-8 - Способен выполнять деятельность и (или) демонстрировать элементы осваиваемой обучающимися деятельности, предусмотренной программой учебного предмета, курса, дисциплины (модуля), практики

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- Основные понятия и место теории управления;
- Основные принципы и концепции построения систем автоматического регулирования и управления;
- Методы анализа и синтеза систем автоматического регулирования и управления;
- Основные проблемы и перспективы направления развития теории автоматического регулирования.

**Уметь:**

- Осуществлять анализ устойчивости и качества автоматических систем регулирования и управления;
- Обоснованно выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления, осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств;
- Синтезировать законы и алгоритмы оптимального управления объектами.

**Владеть:**

- Навыками проведения расчетов и моделирования систем автоматического регулирования.
- Навыками синтезирования законов и алгоритмов оптимального управления объектами.
- Способностью постоянно овладевать новыми научно-техническими разработками.

**3. Место дисциплины в структуре ОПОП.**

Дисциплина Б1.В.02.03 «Теория автоматического управления в машиностроении» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений и входит в модуль "Углубленная отраслевая подготовка" учебного плана.

**4. Объем дисциплины (модуля)**

(в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся)

Семестр	Общее кол-во часов	кол-во зач. единиц	Контактные часы						СР	Контроль (время на контроль)
			Всего	лек	лаб. зан.	прак. т.зан.	сем. зан.	ИЗ		
5	180	5	42	18		24			111	Экз КР (27 ч.)
Итого по ОФО	180	5	42	18		24			111	27
5	2		2	2						
6	178	5	12	4		8			157	Экз КР (9 ч.)
Итого по ЗФО	180	5	14	6		8			157	9

**5. Содержание дисциплины (модуля) (структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий)**

Наименование тем (разделов, модулей)	Количество часов														Форма текущего контроля
	очная форма							заочная форма							
	Всего	в том, числе						Всего	в том, числе						
		л	лаб	пр	сем	ИЗ	СР		л	лаб	пр	сем	ИЗ	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Раздел 1. Основные понятия и определения теории автоматического управления</b>															
Тема 1. Основы управления производственным процессом.	5	1					4	6						6	устный опрос

Тема 2. Основные положения теории автоматического управления линейных систем.	6	2					4	7						7	устный опрос; курсовая работа
Тема 3. Системы адаптивного управления.	10	1		4			5	9,5	0,5		1			8	практическое задание
<b>Раздел 2. Общая характеристика автоматического управления</b>															
Тема 4. Управление технологической системой.	5	1					4	8						8	устный опрос
Тема 5. Комплексное управление настройкой технологической системы.	10	2		4			4	8						8	практическое задание; курсовая работа
Тема 6. Основные понятия теории дискретных автоматов.	11	1		4			6	9,5	0,5		1			8	практическое задание
<b>Раздел 3. Теория линейных непрерывных систем</b>															
Тема 7. Запись условий работы дискретного автомата. Алгебра релейных цепей.	8	2					6	8						8	устный опрос
Тема 8. Методы минимизации релейных функций.	11	1		4			6	8,5	0,5					8	практическое задание; курсовая работа
Тема 9. Синтез релейных устройств.	7	1					6	9,5	0,5		1			8	устный опрос; курсовая работа
Тема 10. Синтез систем управления стачков-автоматов.	6						6	8						8	устный опрос
<b>Раздел 4. Анализ и синтез линейных САУ</b>															
Тема 11. Цикловое программное управление автоматическими линиями.	7	1					6	8						8	устный опрос

Тема 12. Характеристика программируемых устройств логического управления.	11	1		4			6	10	1		1			8	устный опрос; практическое задание
Тема 13. Числовое программное управление станками и системы ЧПУ.	6						6	8						8	устный опрос; курсовая работа
<b>Раздел 5. Теория дискретных САУ</b>															
Тема 14. Конструктивные особенности станков с ЧПУ.	7	1					6	9			1			8	устный опрос
Тема 15. Производственный процесс как объект управления.	6						6	8						8	устный опрос
Тема 16. Основные понятия об АСУ.	7	1					6	10	1		1			8	практическое задание
Тема 17. Классификация АСУ.	11	1		4			6	10	1		1			8	практическое задание; курсовая работа
Тема 18. Классы структур АСУ.	6						6	8						8	устный опрос; курсовая работа
<b>Раздел 6. Основные понятия и определения нелинейной системы</b>															
Тема 19. Типы АСУ.	7	1					6	9	1					8	устный опрос
Тема 20. Технические средства систем управления.	6						6	9			1			8	устный опрос; курсовая работа
<b>Всего часов дисциплине</b>	153	18		24			111	171	6		8			157	
часов на контроль	27						9								

### 5. 1. Тематический план лекций

№ лекц	Тема занятия и вопросы лекции	Форма прове- дения (актив., интерак.)	Количество часов	
			ОФО	ЗФО
1.	Тема 1. Основы управления производственным процессом.	Акт.	1	

	<p><i>Основные вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Структурная схема системы автоматического управления.</li> <li>2. Принципы управления.</li> <li>3. Статические и астатические системы.</li> <li>4. Понятия устойчивости и качества САУ.</li> <li>5. Система «станок — процесс резания» как объект управления.</li> </ol>			
2.	<p>Тема 2. Основные положения теории автоматического управления линейных систем.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Статика систем автоматического управления.</li> <li>2. Динамика линейных систем автоматического управления.</li> <li>3. Структурный анализ технологических систем механической обработки.</li> <li>4. Устойчивость САУ.</li> <li>5. Качество процесса автоматического управления.</li> <li>6. Синтез систем.</li> </ol>	Акт.	2	
3.	<p>Тема 3. Системы адаптивного управления.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Качество обработки как регулируемый параметр технологического процесса.</li> <li>2. Общие принципы адаптивного управления ходом технологического процесса.</li> <li>3. Функциональные принципы построения САУ металлообработкой.</li> </ol>	Акт.	1	0,5
4.	<p>Тема 4. Управление технологической системой.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбор источников информации о ходе выполнения технологических процессов.</li> <li>2. Управление точностью начальной установки деталей.</li> </ol>	Акт.	1	

	3. Управление статической настройкой технологической системы. 4. Управление динамической настройкой технологической системы.			
5.	Тема 5. Комплексное управление настройкой технологической системы. <i>Основные вопросы:</i> 1. Комплексное управление статической и динамической настройкой технологической системы. 2. Управление другими факторами технологического процесса для повышения точности и производительности обработки.	Акт.	2	
6.	Тема 6. Основные понятия теории дискретных автоматов. <i>Основные вопросы:</i> 1. Основные задачи теории дискретных автоматов. 2. Назовите классы устройства релейного (дискретного) действия.	Акт.	1	0,5
7.	Тема 7. Запись условий работы дискретного автомата. Алгебра релейных цепей. <i>Основные вопросы:</i> 1. Приведите формы записи условия работы дискретного автомата. 2. Постулаты алгебры релейных цепей. 3. Теоремы для одной переменной. 4. Теоремы для двух и трех переменных. 5. Теоремы для n переменных. 6. Понятие включения и его схемная интерпретация.	Акт.	2	
8.	Тема 8. Методы минимизации релейных функций. <i>Основные вопросы:</i> 1. Графический метод минимизации релейных функций. 2. Минимизация релейной функции матрицей Карно. 3. Арифметический метод минимизации релейных функций (метод Мак-Класки).	Акт.	1	0,5



9.	<p>Тема 9. Синтез релейных устройств.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метод синтеза параллельно-последовательных релейных структур по известной функции.</li> <li>2. Применение в устройствах релейного действия электронных элементов.</li> <li>3. Построение многократных релейных устройств.</li> </ol>	Акт.	1	0,5
10.	<p>Тема 11. Цикловое программное управление автоматическими линиями.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что представляет собой автоматическая линия станков?</li> <li>2. Что называется циклом автоматической линии?</li> <li>3. Назовите блоки системы управления автоматической линии.</li> <li>4. Что такое устройство логического управления?</li> </ol>	Акт.	1	
11.	<p>Тема 12. Характеристика программируемых устройств логического управления.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Устройство жесткой логики.</li> <li>2. Устройство программируемой логики.</li> <li>3. Объясните понятия: команда, память, программа.</li> <li>4. Программное обеспечение ПК.</li> </ol>	Акт.	1	1
12.	<p>Тема 14. Конструктивные особенности станков с ЧПУ.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Показатели, характеризующие станки с ЧПУ.</li> <li>2. Система координат и направления движений исполнительных органов станков с ЧПУ.</li> <li>3. Число программируемых координат.</li> </ol>	Акт.	1	
13.	<p>Тема 16. Основные понятия об АСУ.</p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Структурная схема переработки данных в АСУ.</li> </ol>	Акт.	1	1

	2. Свойства и особенности АСУ.			
14.	Тема 17. Классификация АСУ. <i>Основные вопросы:</i> 1. Информационные системы. 2. Управляющие системы.	Акт.	1	1
15.	Тема 19. Типы АСУ. <i>Основные вопросы:</i> 1. Автоматизированные системы управления предприятием. 2. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. 3. Взаимосвязь технологии и систем управления.	Акт.	1	1
	<b>Итого</b>		<b>18</b>	<b>6</b>

## 5. 2. Темы практических занятий

№ занятия	Наименование практического занятия и вырабатываемые компетенции	Форма проведения (актив., интерак.)	Количество часов	
			ОФО	ЗФО
1.	Тема практического занятия: Для безинерционного звена, описываемого уравнением $y(t) = 2 \cdot f(t)$ , или ПФ $W(s) = 2$ , определить переходную и частотные характеристики (АФХ и ЛЧХ).	Акт.	6	2
2.	Тема практического занятия: Для интегрирующего звена, описываемого дифференциальным уравнением вида $0,5 \cdot dy(t)/dt = f(t)$ или передаточной функцией $W(s) = 1/(0,5 \cdot s) = 2/s$ , определить переходную и частотные характеристики (АФХ и ЛЧХ).	Акт.	6	2

3.	Тема практического занятия: Для дифференцирующего звена, описываемого уравнением вида $y(t) = 0,5 \cdot df(t)/dt$ или передаточной функцией $W(s) = 0,5 \cdot s$ , определить переходную и частотные характеристики (АФХ и ЛЧХ).	Акт.	6	2
4.	Тема практического занятия: Для апериодического звена первого порядка, описываемого Дифференциальным уравнением вида $0,5 \cdot dy(T)/dt + y(t) = 2 \cdot f(t)$ , или передаточной функцией $W(s) = 2/(0,5 \cdot s + 1)$ , определить переходную и частотные характеристики (АФХ и ЛЧХ).	Акт.	6	2
<b>Итого</b>			<b>24</b>	<b>8</b>

### 5. 3. Темы семинарских занятий

(не предусмотрены учебным планом)

### 5. 4. Перечень лабораторных работ

(не предусмотрено учебным планом)

### 5. 5. Темы индивидуальных занятий

(не предусмотрено учебным планом)

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа по данной дисциплине включает такие формы работы как: работа с базовым конспектом; подготовка к практическому занятию; работа с литературой, чтение дополнительной литературы; написание конспекта; подготовка к устному опросу; выполнение курсовой работы; подготовка к экзамену.

### 6.1. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю)

№	Наименование тем и вопросы, выносимые на самостоятельную работу	Форма СР	Кол-во часов	
			ОФО	ЗФО

1	Тема 1. Основы управления производственным процессом.	работа с литературой, чтение дополнительной литературы; подготовка к устному опросу	4	6
2	Тема 2. Основные положения теории автоматического управления линейных систем.	работа с литературой, чтение дополнительной литературы; написание конспекта; подготовка к устному опросу	4	7
3	Тема 3. Системы адаптивного управления.	подготовка к практическому занятию	5	8
4	Тема 4. Управление технологической системой.	выполнение курсовой работы	4	8
5	Тема 5. Комплексное управление настройкой технологической системы.	подготовка к практическому занятию	4	8
6	Тема 6. Основные понятия теории дискретных автоматов.	подготовка к практическому занятию	6	8
7	Тема 7. Запись условий работы дискретного автомата. Алгебра релейных цепей.	выполнение курсовой работы	6	8
8	Тема 8. Методы минимизации релейных функций.	подготовка к практическому занятию	6	8
9	Тема 9. Синтез релейных устройств.	подготовка к практическому занятию	6	8
10	Тема 10. Синтез систем управления стаков-автоматов.	выполнение курсовой работы	6	8
11	Тема 11. Цикловое программное управление автоматическими линиями.	работа с литературой, чтение дополнительной литературы; подготовка к устному опросу	6	8

12	Тема 12. Характеристика программируемых устройств логического управления.	подготовка к практическому занятию	6	8
13	Тема 13. Числовое программное управление станками и системы ЧПУ.	выполнение курсовой работы	6	8
14	Тема 14. Конструктивные особенности станков с ЧПУ.	работа с литературой, чтение дополнительной литературы; подготовка к устному опросу	6	8
15	Тема 15. Производственный процесс как объект управления.	работа с литературой, чтение дополнительной литературы; написание конспекта	6	8
16	Тема 16. Основные понятия об АСУ.	работа с литературой, чтение дополнительной литературы; подготовка к устному опросу	6	8
17	Тема 17. Классификация АСУ.	подготовка к практическому занятию	6	8
18	Тема 18. Классы структур АСУ.	работа с литературой, чтение дополнительной литературы; подготовка к устному опросу	6	8
19	Тема 19. Типы АСУ.	выполнение курсовой работы; подготовка к устному опросу	6	8
20	Тема 20. Технические средства систем управления.	подготовка к практическому занятию	6	8
	<b>Итого</b>		<b>111</b>	<b>157</b>

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Дескрипторы	Компетенции	Оценочные средства
<b>ПК-8</b>		
<b>Знать</b>	Основные понятия и место теории управления; Основные принципы и концепции построения систем автоматического регулирования и управления; Методы анализа и синтеза систем автоматического регулирования и управления; Основные проблемы и перспективы направления развития теории автоматического регулирования.	практическое задание
<b>Уметь</b>	Осуществлять анализ устойчивости и качества автоматических систем регулирования и управления; Обоснованно выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления, осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств; Синтезировать законы и алгоритмы оптимального управления объектами.	курсовая работа; устный опрос
<b>Владеть</b>	Навыками проведения расчетов и моделирования систем автоматического регулирования.; Навыками синтеза законов и алгоритмов оптимального управления объектами.; Способностью постоянно овладевать новыми научно-техническими разработками.	экзамен

### 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оценочные средства	Уровни сформированности компетенции			
	Компетентность несформирована	Базовый уровень компетентности	Достаточный уровень компетентности	Высокий уровень компетентности
практическое задание	Не выполнена или выполнена с грубыми нарушениями, выводы не соответствуют цели работы.	Выполнена частично или с нарушениями, выводы не соответствуют цели.	Работа выполнена полностью, отмечаются несущественные недостатки в оформлении.	Работа выполнена полностью, оформлена по требованиям.
устный опрос	Фрагментарные знания по теме, отказ от ответа	Достаточный минимальный объем знаний по дисциплине	Достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы
курсовая работа	Не выполнена.	Выполнена частично или с нарушениями.	Курсовой проект выполнен полностью, отмечаются несущественные недостатки в оформлении.	Курсовой проект выполнен полностью и оформлен по требованиям.
экзамен	Не раскрыт полностью ни один теоретический вопрос.	Теоретические вопросы раскрыты с замечаниями, однако логика соблюдена.	Теоретические вопросы раскрыты с несущественным и замечаниями.	Теоретические вопросы раскрыты, а также ответы на дополнительные вопросы.

### **7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **7.3.1. Примерные практические задания**

1. Для безинерционного звена, описываемого уравнением  $y(t) = 2 \cdot f(t)$ , или ПФ  $W(s) = 2$ , определить переходную и частотные характеристики (АФХ и ЛЧХ).
2. Для интегрирующего звена, описываемого дифференциальным уравнением вида  $0,5 \cdot dy(t)/dt = f(t)$  или передаточной функцией  $W(s) = 1/(0,5 \cdot s) = 2/s$ , определить переходную и частотные характеристики (АФХ и ЛЧХ).
3. Для дифференцирующего звена, описываемого уравнением вида  $y(t) = 0,5 \cdot df(t)/dt$  или передаточной функцией  $W(s) = 0,5 \cdot s$ , определить переходную и частотные характеристики (АФХ и ЛЧХ).
4. Для апериодического звена первого порядка, описываемого Дифференциальным уравнением вида  $0,5 \cdot dy(t)/dt + y(t) = 2 \cdot f(t)$ , или передаточной функцией  $W(s) = 2/(0,5 \cdot s + 1)$ , определить переходную и частотные характеристики (АФХ и ЛЧХ).

### 7.3.2. Примерные вопросы для устного опроса

1. Синтез САУ методом математического моделирования в Simulink.
2. Общее решение дифференциального уравнения n-го порядка.
3. Соединение элементов систем управления с обратной связью.
4. Введение в нелинейные системы управления. Существенные отличия от линейных. Примеры релейных систем управления.
5. Дифференциальное уравнение n-го порядка. Модели основных типовых звеньев.
6. Структурные системы САУ и их приведение к типовым структурам.
7. Типовые нелинейности и их модели.
8. Линеаризация дифференциальных уравнений.
9. Передаточные функции систем управления по всем входам, выходам.
10. Методика анализа нелинейной САУ методом математического моделирования.

### 7.3.3. Примерные темы курсовых работ

1. Спроектировать систему автоматического управления шероховатостью в области точения.
2. Спроектировать систему автоматической стабилизации силы резания.
3. Спроектировать систему автоматического регулирования погрешности обработки при фрезеровании.
4. Спроектировать систему автоматического управления температурой в области резания.



- 5.Спроектировать систему автоматического управления температурой в зоне резания, обеспечивающая минимум интенсивности изнашивания режущего инструмента.
- 6.Спроектировать систему автоматического управления температурой в области резания.
- 7.Спроектировать систему автоматического управления температурой в области резания при точении.

#### **7.3.4. Вопросы к экзамену**

- 1.Операции работы системы управления с ООС.
- 2.Типовые модели сигналов.
- 3.Свободное, вынужденное движение систем управления. Связь устойчивости с корнями характеристического уравнения.
- 4.Основные элементы систем управления с ООС.
- 5.Решения дифференциальных уравнений при типовых входных сигналах.
- 6.Критерий устойчивости Гурвица.
- 7.Сигналы, действующие в системах управления.
- 8.Нахождение выходного сигнала для единичного импульсного входного сигнала.
- 9.Критерий устойчивости Михайлова.
- 10.Назначение систем управления. Отработка задающего, возмущающего воздействия.
- 11.Нахождение входного сигнала для единичного ступенчатого входного сигнала.
- 12.Критерий устойчивости Найквиста.
- 13.Входы, выходы системы управления.
- 14.Статические и динамические характеристики элементов.
- 15.Анализ устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам.
- 16.Функциональный, структурный анализ системы управления.
- 17.Статические, астатические элементы.
- 18.Запасы устойчивости по амплитуде, по фазе.
- 19.Классификация систем управления.
- 20.Временные характеристики.
- 21.Анализ устойчивости на компьютерах.
- 22.Дифференциальное уравнение – основная модель динамических звеньев.
- 23.Частотные характеристики.
- 24.Анализ показателей качества системы по кривой переходного процесса.
- 25.Построение математической модели RC цепи.
- 26.Логарифмические частотные характеристики.
- 27.Анализ показателей качества системы при случайном возмущении.

28. Построение математической модели механической колебательной системы.
29. Усилительное звено, модель, характеристики.
30. Остаточная ошибка статической системы, астатической системы.
31. Построение математической модели упругого узла подачи резца.
32. Аперiodическое звено первого порядка, модель, характеристики.
33. Методика синтеза промышленных систем управления.
34. Классический метод решения ДУ (1-го порядка).
35. Аперiodическое звено второго порядка, модель, характеристики.
36. ПИД регулятор, составляющие ПИД закона регулирования, их назначение.
  
37. Численный метод решения ДУ. Метод Эйлера.
38. Колебательное звено, модель, характеристики.
39. Амплитудная фазовая частотная характеристика системы с П-регулятором.
  
40. Операторный метод решения дифференциального уравнения.
41. Интегрирующее звено, модель, характеристики.
42. Амплитудная фазовая частотная характеристика системы с ПИ-регулятором.
  
43. Понятие о передаточной функции системы управления.
44. Дифференцирующее звено, модель, характеристики.
45. Амплитудная фазовая частотная характеристика системы с ПИД-регулятором.
  
46. Получение передаточной функции из дифференциального уравнения.
47. Последовательное соединение элементов систем управления.
48. Методика настройки ПИД-регулятора.
49. Методы прямого, обратного преобразования Лапласа.
50. Параллельное соединение элементов систем управления.

**7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

**7.4.1. Оценивание практического задания**

Критерий оценивания	Уровни формирования компетенций		
	Базовый	Достаточный	Высокий

Знание теоретического материала по предложенной проблеме	Теоретический материал усвоен	Теоретический материал усвоен и осмыслен	Теоретический материал усвоен и осмыслен, может быть применен в различных ситуациях по необходимости
Овладение приемами работы	Студент может применить имеющиеся знания для решения новой задачи, но необходима помощь преподавателя	Студент может самостоятельно применить имеющиеся знания для решения новой задачи, но возможно не более 2 замечаний	Студент может самостоятельно применить имеющиеся знания для решения новой задачи
Самостоятельность	Задание выполнено самостоятельно, но есть не более 3 замечаний	Задание выполнено самостоятельно, но есть не более 2 замечаний	Задание выполнено полностью самостоятельно

### 7.4.2. Оценивание устного опроса

Критерий оценивания	Уровни формирования компетенций		
	Базовый	Достаточный	Высокий
Полнота и правильность ответа	Ответ полный, но есть замечания, не более 3	Ответ полный, последовательный, но есть замечания, не более 2	Ответ полный, последовательный, логичный
Степень осознанности, понимания изученного	Материал усвоен и излагается осознанно, но есть не более 3 несоответствий	Материал усвоен и излагается осознанно, но есть не более 2 несоответствий	Материал усвоен и излагается осознанно
Языковое оформление ответа	Речь, в целом, грамотная, соблюдены нормы культуры речи, но есть замечания, не более 4	Речь, в целом, грамотная, соблюдены нормы культуры речи, но есть замечания, не более 2	Речь грамотная, соблюдены нормы культуры речи

### 7.4.3. Оценивание курсовой работы

Критерий оценивания	Уровни формирования компетенций		
	Базовый	Достаточный	Высокий
Обоснованность актуальности темы исследования	Тема актуальна, но имеются не более 3 замечаний к ее обоснованию	Тема актуальна, но имеются не более 2 замечаний к ее обоснованию	Актуальность темы исследования обоснована
Соответствие содержания теме	Соответствует, но имеются не более 3 замечаний	Соответствует, но имеются не более 2 замечаний	Соответствует

Полнота раскрытия темы	Тема раскрыта, но имеются не более 3 замечаний	Тема раскрыта, но имеются не более 2 замечаний	Тема полностью раскрыта
Уровень осмысления теоретических вопросов и обобщения собранного материала	Материал изложен, но нет четкого структурирования и аргументации теоретического материала	Материал структурирован, но имеются замечания по аргументации	Теоретический материал грамотно структурирован и аргументирован
Качество выполнения практической части	В содержании практической части имеются не более 4 методических ошибок	В содержании практической части допущены методические ошибки (не более 2)	Структура и содержание практической части соответствуют методическим рекомендациям. Допускаются неточности
Обоснованность и адекватный подбор методов исследования	Методы исследования, в основном, обоснованы и адекватны проблеме, но есть не более 3 замечаний к выбору методов	Методы исследования, в основном, обоснованы и адекватны проблеме, но есть не более 2 замечаний	Методы исследования обоснованы и адекватны проблеме
Обоснованность и четкость сформулированных выводов	В выводах есть неточности (не более 3)	В выводах есть неточности (не более 2)	Выводы сформулированы четко и отвечают на поставленные задачи
Соблюдение требований к оформлению работы	Работа оформлена согласно требованиям образовательной организации, литература по ГОСТ, но есть не более 4 замечаний	Работа оформлена согласно требованиям образовательной организации, литература по ГОСТ, но есть не более 3 замечаний	Работа оформлена согласно требованиям образовательной организации, литература по ГОСТ
Демонстрация коммуникативной культуры	Речь, в целом, грамотная, соблюдены нормы культуры речи, но есть замечания, не более 4	Речь, в целом, грамотная, соблюдены нормы культуры речи, но есть замечания, не более 2.	Речь грамотная, соблюдены нормы культуры речи
Защита курсовой работы и демонстрация коммуникативной культуры	К докладу имеются замечания, однако логика соблюдена; ответы на вопросы содержат недостатки. Речь недостаточно грамотная, нарушены некоторые нормы культуры речи	Доклад логичен, изложен свободно; ответы на вопросы в основном правильные. Речь грамотная, соблюдены нормы культуры речи, допускаются ошибки (не более 2)	Доклад логичен и краток, изложен свободно; ответы на вопросы правильны и полны. Речь грамотная, соблюдены нормы культуры речи

#### 7.4.4. Оценивание экзамена

Критерий оценивания	Уровни формирования компетенций		
	Базовый	Достаточный	Высокий
Полнота ответа, последовательность и логика изложения	Ответ полный, но есть замечания, не более 3	Ответ полный, последовательный, но есть замечания, не более 2	Ответ полный, последовательный, логичный
Правильность ответа, его соответствие рабочей программе учебной дисциплины	Ответ соответствует рабочей программе учебной дисциплины, но есть замечания, не более 3	Ответ соответствует рабочей программе учебной дисциплины, но есть замечания, не более 2	Ответ соответствует рабочей программе учебной дисциплины
Способность студента аргументировать свой ответ и приводить примеры	Ответ аргументирован, примеры приведены, но есть не более 3 несоответствий	Ответ аргументирован, примеры приведены, но есть не более 2 несоответствий	Ответ аргументирован, примеры приведены
Осознанность излагаемого материала	Материал усвоен и излагается осознанно, но есть не более 3 несоответствий	Материал усвоен и излагается осознанно, но есть не более 2 несоответствий	Материал усвоен и излагается осознанно
Соответствие нормам культуры речи	Речь, в целом, грамотная, соблюдены нормы культуры речи, но есть замечания, не более 4	Речь, в целом, грамотная, соблюдены нормы культуры речи, но есть замечания, не более 2	Речь грамотная, соблюдены нормы культуры речи
Качество ответов на вопросы	Есть замечания к ответам, не более 3	В целом, ответы раскрывают суть вопроса	На все вопросы получены исчерпывающие ответы

#### 7.5. Итоговая рейтинговая оценка текущей и промежуточной аттестации студента по дисциплине

По учебной дисциплине «Теория автоматического управления в машиностроении» используется 4-балльная система оценивания, итог оценивания уровня знаний обучающихся предусматривает экзамен. В зачетно-экзаменационную ведомость вносится оценка по четырехбалльной системе. Обучающийся, выполнивший все учебные поручения строгой отчетности (Курсовая работа) и не менее 60 % иных учебных поручений, предусмотренных учебным планом и РПД, допускается к экзамену. Наличие невыполненных учебных поручений может быть основанием для дополнительных вопросов по дисциплине в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся, получивший не менее 3 баллов на экзамене, считается аттестованным.

**Шкала оценивания текущей и промежуточной аттестации студента**

Уровни формирования компетенции	Оценка по четырехбалльной шкале
	для экзамена
Высокий	отлично
Достаточный	хорошо
Базовый	удовлетворительно
Компетенция не сформирована	неудовлетворительно

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)****Основная литература.**

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-метод пособие, др.)	Кол-во в библи.
1.	Иванов А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)" (напр. подгот. "Автоматизированные технологии и производства") и напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение производств" / А. А. Иванов. - М.: Форум; М.ИНФРА-М, 2015. - 224 с.	учебное пособие	20
2.	Проектирование металлообрабатывающих инструментов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств" / А. Г. Схиртладзе [и др.] ; рец.: Г. Б. Бурдо, Ю. М. Зубарев. - СПб. М. Краснодар: Лань, 2015. - 256 с.	учебное пособие	35
3.	Еремеев, С. В. Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли : учебное пособие / С. В. Еремеев. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 136 с.	Учебные пособия	<a href="https://e.lanbook.com/book/110916">https://e.lanbook.com/book/110916</a>

**Дополнительная литература.**

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-метод пособие, др.)	Кол-во в библи.
1.	Прошин, И. А. Автоматизация технологических процессов и производств. Подготовка и выполнение курсового проектирования : учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по специальности 220301 "автоматизация технологических процессов и производств" / И. А. Прошин, Н. Н. Руденко. - Пенза : ПензГТУ, 2013. - 250 с.	Учебно-методические пособия	<a href="https://e.lanbook.com/book/62506">https://e.lanbook.com/book/62506</a>
2.	Акулова, Л. Ю. Методические указания по практикам для студентов специальности "Автоматизация технологических процессов и производств" : учебное пособие / Л. Ю. Акулова, И. И. Коновалова, С. В. Селезнева. - Пенза : ПензГТУ, 2013. - 36 с.	Методические указания и рекомендации	<a href="https://e.lanbook.com/book/62706">https://e.lanbook.com/book/62706</a>
3.	Гайдук А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Автоматизация технологических процессов и производств (энергетика)" (напр. подгот. дипломир. спец. "Автоматизированные технологии и производства") / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко ; рец.: В. И. Лачин, В. М. Лохин, Н. Б. Филимонов. - СПб. М. Краснодар: Лань, 2016. - 464 с.	учебное пособие	10

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

- 1.Поисковые системы: <http://www.rambler.ru>, <http://yandex.ru>,
- 2.Федеральный образовательный портал [www.edu.ru](http://www.edu.ru).
- 3.Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru/ru>
- 4.Государственная публичная научно-техническая библиотека России URL: <http://gpntb.ru>.
- 5.Государственное бюджетное учреждение культуры Республики Крым «Крымская республиканская универсальная научная библиотека» <http://franco.crimealib.ru/>

6. Педагогическая библиотека <http://www.pedlib.ru/>

7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (РИНЦ)  
<http://elibrary.ru/defaultx.asp>

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

### **Общие рекомендации по самостоятельной работе бакалавров**

Подготовка современного бакалавра предполагает, что в стенах университета он овладеет методологией самообразования, самовоспитания, самосовершенствования. Это определяет важность активизации его самостоятельной работы.

Самостоятельная работа формирует творческую активность бакалавров, представление о своих научных и социальных возможностях, способность вычленять главное, совершенствует приемы обобщенного мышления, предполагает более глубокую проработку ими отдельных тем, определенных программой.

Основными видами и формами самостоятельной работы студентов по данной дисциплине являются: самоподготовка по отдельным вопросам; работа с базовым конспектом; подготовка к практическому занятию; работа с литературой, чтение дополнительной литературы; написание конспекта; подготовка к устному опросу; выполнение курсовой работы; подготовка к экзамену.

Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной литературы. Основная функция учебников – ориентировать в системе тех знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены по данной дисциплине будущими специалистами. Учебник также служит путеводителем по многочисленным произведениям, ориентируя в именах авторов, специализирующихся на определённых научных направлениях, в названиях их основных трудов. Вторая функция учебника в том, что он очерчивает некий круг обязательных знаний по предмету, не претендуя на глубокое их раскрытие.

Чтение рекомендованной литературы – это та главная часть системы самостоятельной учебы бакалавра, которая обеспечивает подлинное усвоение науки. Читать эту литературу нужно по принципу: «идея, теория, метод в одной, в другой и т.д. книгах».

Во всех случаях рекомендуется рассмотрение теоретических вопросов не менее чем по трем источникам. Изучение проблемы по разным источникам – залог глубокого усвоения науки. Именно этот блок, наряду с выполнением практических заданий является ведущим в структуре самостоятельной работы студентов.



Вниманию бакалавров предлагаются список литературы, вопросы к самостоятельному изучению и вопросы к экзамену.

Для успешного овладения дисциплиной необходимо выполнять следующие требования:

- 1) выполнять все определенные программой виды работ;
- 2) посещать занятия, т.к. весь тематический материал взаимосвязан между собой и, зачастую, самостоятельного теоретического овладения пропущенным материалом недостаточно для качественного его усвоения;
- 3) все рассматриваемые на занятиях вопросы обязательно фиксировать в отдельную тетрадь и сохранять её до окончания обучения в вузе;
- 4) проявлять активность при подготовке и на занятиях, т.к. конечный результат овладения содержанием дисциплины необходим, в первую очередь, самому бакалавру;
- 5) в случаях пропуска занятий по каким-либо причинам обязательно отрабатывать пропущенное преподавателю во время индивидуальных консультаций.

Внеурочная деятельность бакалавра по данной дисциплине предполагает:

- самостоятельный поиск ответов и необходимой информации по предложенным вопросам;
- выполнение курсовой работы;
- выработку умений научной организации труда.

Успешная организация времени по усвоению данной дисциплины во многом зависит от наличия у бакалавра умения самоорганизовать себя и своё время для выполнения предложенных домашних заданий. Объём заданий рассчитан максимально на 2-3 часа в неделю. При этом алгоритм подготовки будет следующим:

- 1 этап – поиск в литературе теоретической информации по предложенным преподавателем вопросам;
- 2 этап – осмысление полученной информации, освоение терминов и понятий;
- 3 этап – составление плана ответа на каждый вопрос;
- 4 этап – поиск примеров по данной проблематике.

### **Работа с базовым конспектом**

Программой дисциплины предусмотрено чтение лекций в различных формах их проведения: проблемные лекции с элементами эвристической беседы, информационные лекции, лекции с опорным конспектированием, лекции-визуализации.

На лекциях преподаватель рассматривает вопросы программы курса, составленной в соответствии с государственным образовательным стандартом. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удастся осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу.

Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям.

Во время самостоятельной проработки лекционного материала особое внимание следует уделять возникшим вопросам, непонятным терминам, спорным точкам зрения. Все такие моменты следует выделить или выписать отдельно для дальнейшего обсуждения на практическом занятии. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией. Полный список литературы по дисциплине приведен в рабочей программе дисциплины.

### **Написание конспекта**

Конспект (от лат. *conspicere* — обзор, изложение) — 1) письменный текст, систематически, кратко, логично и связно передающий содержание основного источника информации (статьи, книги, лекции и др.); 2) синтезирующая форма записи, которая может включать в себя план источника информации, выписки из него и его тезисы.

Виды конспектов:

- плановый конспект (план-конспект) — конспект на основе сформированного плана, состоящего из определенного количества пунктов (с заголовками) и подпунктов, соответствующих определенным частям источника информации;
- текстуальный конспект — подробная форма изложения, основанная на выписках из текста-источника и его цитировании (с логическими связями);
- произвольный конспект — конспект, включающий несколько способов работы над материалом (выписки, цитирование, план и др.);
- схематический конспект (контекст-схема) — конспект на основе плана, составленного из пунктов в виде вопросов, на которые нужно дать ответ;
- тематический конспект — разработка и освещение в конспективной форме определенного вопроса, темы;
- опорный конспект (введен В. Ф. Шаталовым) — конспект, в котором содержание источника информации закодировано с помощью графических символов, рисунков, цифр, ключевых слов и др.;
- сводный конспект — обработка нескольких текстов с целью их сопоставления, сравнения и сведения к единой конструкции;

— выборочный конспект — выбор из текста информации на определенную тему.

Формы конспектирования:

— план (простой, сложный) — форма конспектирования, которая включает анализ структуры текста, обобщение, выделение логики развития событий и их сути;

— выписки — простейшая форма конспектирования, почти дословно воспроизводящая текст;

— тезисы — форма конспектирования, которая представляет собой выводы, сделанные на основе прочитанного. Выделяют простые и осложненные тезисы (кроме основных положений, включают также второстепенные);

— цитирование — дословная выписка, которая используется, когда передать мысль автора своими словами невозможно.

Выполнение задания:

- 1) определить цель составления конспекта;
- 2) записать название текста или его части;
- 3) записать выходные данные текста (автор, место и год издания);
- 4) выделить при первичном чтении основные смысловые части текста;
- 5) выделить основные положения текста;
- 6) выделить понятия, термины, которые требуют разъяснений;
- 7) последовательно и кратко изложить своими словами существенные положения изучаемого материала;
- 8) включить в запись выводы по основным положениям, конкретным фактам и примерам (без подробного описания);
- 9) использовать приемы наглядного отражения содержания (абзацы «ступеньками», различные способы подчеркивания, ручки разного цвета);
- 10) соблюдать правила цитирования (цитата должна быть заключена в кавычки, дана ссылка на ее источник, указана страница).

Планируемые результаты самостоятельной работы:

— способность студентов анализировать результаты научных исследований и применять их при решении конкретных образовательных и исследовательских задач;

— способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

### **Выполнение курсовой работы**

Курсовая работа является одной из форм самостоятельной учебно-исследовательской работы бакалавра.

Целью курсовой работы является: систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по изучаемой дисциплине; применение этих знаний при решении конкретных научных и практических задач; овладение методикой современных научных исследований; приобретение навыков оформления научных работ.

В зависимости от целей курсовой работы и курса обучения бакалавры могут выполнять курсовую работу различной степени сложности.

Различают следующие виды курсовых работ:

1. Теоретическая курсовая работа (реферативного характера) без проведения экспериментального исследования.
2. Курсовая работа исследовательского характера, предполагающая как теоретический анализ проблемы, так и проведение диагностического исследования по проблеме.
3. Курсовая работа методического (или прикладного) характера, включающая помимо теоретического анализа проблемы и проведения практического исследования внедрение полученных результатов проведенного исследования в практику работы.

Функция контроля при написании курсовой работы осуществляется посредством следующих форм: текущий контроль на консультациях с научным руководителем (организация обратной связи); итоговый контроль: рецензирование и защита курсовой работы.

После защиты за курсовую работу выставляется дифференцированная оценка. Критерии оценки следующие:

- обоснование актуальности работы;
- наличие гипотезы, целей и задач исследования;
- анализ основных теоретических положений по теме исследования, изложенных в научной литературе;
- использование адекватных диагностирующих методик;
- наличие качественного и/или количественного анализа;
- соответствие выводов целям и задачам исследования.

### **Подготовка к практическому занятию**

Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Подготовка к практическому занятию включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач его проведения; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы.

Выработка навыков осуществляется с помощью получения новой информации об изучаемых процессах и с помощью знания о том, в какой степени в данное время студент владеет методами исследовательской деятельности, которыми он станет пользоваться на практическом занятии.

Следовательно, работа на практическом занятии направлена не только на познание студентом конкретных явлений внешнего мира, но и на изменение самого себя.

Второй результат очень важен, поскольку он обеспечивает формирование таких общекультурных компетенций, как способность к самоорганизации и самообразованию, способность использовать методы сбора, обработки и интерпретации комплексной информации для решения организационно-управленческих задач, в том числе находящихся за пределами непосредственной сферы деятельности студента. процессов и явлений, выделяют основные способы доказательства авторами научных работ ценности того, чем они занимаются.

В ходе самого практического занятия студенты сначала представляют найденные ими варианты формулировки актуальности исследования, обсуждают их и обосновывают свое мнение о наилучшем варианте.

Объём заданий рассчитан максимально на 1-2 часа в неделю.

### **Подготовка к устному опросу**

С целью контроля и подготовки студентов к изучению новой темы вначале каждой практического занятия преподавателем проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущей темы.

Критерии оценки устных ответов студентов:

- правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);
- полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
- сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
- логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);
- использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов).

### **Подготовка к экзамену**

Экзамен является традиционной формой проверки знаний, умений, компетенций, сформированных у студентов в процессе освоения всего содержания изучаемой дисциплины. В случае проведения экзамена студент получает баллы, отражающие уровень его знаний.

Правила подготовки к экзаменам:

- Лучше сразу сориентироваться во всем материале и обязательно расположить весь материал согласно экзаменационным вопросам.
- Сама подготовка связана не только с «запоминанием». Подготовка также предполагает и переосмысление материала, и даже рассмотрение альтернативных идей.
- Сначала студент должен продемонстрировать, что он «усвоил» все, что требуется по программе обучения (или по программе данного преподавателя), и лишь после этого он вправе высказать иные, желательно аргументированные точки зрения.

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости))**

Информационные технологии применяются в следующих направлениях:  
оформление письменных работ выполняется с использованием текстового редактора;

демонстрация компьютерных материалов с использованием мультимедийных технологий;

использование информационно-справочного обеспечения, такого как: правовые справочные системы (Консультант+ и др.), онлайн словари, справочники (Грамота.ру, Интуит.ру, Википедия и др.), научные публикации.

использование специализированных справочных систем (электронных учебников, справочников, коллекций иллюстраций и фотоизображений, фотобанков, профессиональных социальных сетей и др.).

OpenOffice Ссылка: <http://www.openoffice.org/ru/>

Mozilla Firefox Ссылка: <https://www.mozilla.org/ru/firefox/new/>

Libre Office Ссылка: <https://ru.libreoffice.org/>

Do PDF Ссылка: <http://www.dopdf.com/ru/>

7-zip Ссылка: <https://www.7-zip.org/>

Free Commander Ссылка: <https://freecommander.com/ru>

be Reader Ссылка: <https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html>попо

Gimp (графический редактор) Ссылка: <https://www.gimp.org/>

ImageMagick (графический редактор) Ссылка:  
<https://imagemagick.org/script/index.php>

VirtualBox Ссылка: <https://www.virtualbox.org/>

Adobe Reader Ссылка: <https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html>

Операционная система Windows 8.1 Лицензионная версия по договору №471\1 от 11.12.2014 г.

Электронно-библиотечная система Библиокомплектатор

Национальна электронная библиотека - федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская государственная библиотека» (ФГБУ «РГБ»)

Редакция Базы данных «ПОЛПРЕД Справочники»

Электронно-библиотечная система «ЛАНЬ»

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

-Проектор, совмещенный с ноутбуком для проведения лекционных занятий преподавателем и презентации студентами результатов работы.

-Методические материалы к практическим занятиям, лекции (рукопись, электронная версия), дидактический материал для студентов ( мультимедийные презентации).

-Для проведения практических работ необходимо математическое ПО для инженерных расчетов Mathcad и станок с ЧПУ.