

АТПП<sub>3</sub> /Бам/РАСУ - 05/04/2019 - Б.В.Од.ч

Минобрнауки России  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева

**Дзержинский политехнический институт (филиал)**

Кафедра «Автоматизация, энергетика математика и информационные системы»

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института

  
О.А. Казанцев  
« 05 » 04 2019 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Теория автоматического управления**

---

наименование дисциплины

Направление подготовки

**15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

---

код и название направления

Направленность (профиль)

**Разработка автоматизированных систем управления**

---

Уровень образования

**бакалавриат**

Форма обучения

**заочная**

---

(очная, очно-заочная, заочная)

Дзержинск, 2019

Составители рабочей программы дисциплины:

доцент, к.т.н.

  
(подпись)

/ А.А. Попов /  
(Ф. И. О.)

Рабочая программа принята на заседании кафедры «Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы»

« 04 » \_\_\_\_\_ 04 \_\_\_\_\_ 2019\_\_ г.

Протокол заседания №\_\_ 6 \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

« 05 » \_\_\_\_\_ 04 \_\_\_\_\_ 2019\_\_ г.

  
(подпись)

/ Л.Ю. Вадова /  
(Ф. И. О.)

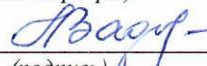
---

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой

Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы

(наименование кафедры)

  
(подпись)


Л.Ю. Вадова

(расшифровка подписи)

Декан факультета

Инженерно-технологический

(наименование)

  
(подпись)

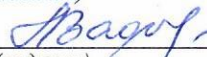
Г.В. Пастухова

(расшифровка подписи)

Председатель методической комиссии по профилю подготовки

Разработка автоматизированных систем управления


(наименование)

  
(подпись)

Л.Ю. Вадова

(расшифровка подписи)

Заместитель начальника отдела УМБО

  
(подпись)

Е.Г. Воробьева-Дурнакина

(расшифровка подписи)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### СОДЕРЖАНИЕ

1. Наименование дисциплины.....	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине.....	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	5
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	7
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий.....	7
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	11
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	13
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	27
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	28
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин ...	30
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).....	31
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	31

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. Наименование дисциплины

Дисциплина Б1.В.ОД.4 "Теория автоматического управления"- это дисциплина по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», направленность (профиль) «Разработка автоматизированных систем управления» уровень - бакалавриат.

Профильным для данной дисциплины является вид профессиональной деятельности: научно-исследовательский.

Объектом профессиональной деятельности являются средства технологического оснащения автоматизации, управления, контроля, диагностирования, испытаний основного и вспомогательного производств.

Данная дисциплина готовит к решению задач:

- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований в области автоматизации технологических процессов и производств.

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенции выпускников)

#### 2.1. Дисциплина обеспечивает частичное формирование компетенций:

- ОПК-4 - Способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения.

- ПК-20 - Способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций.

Признаки и уровни освоения компетенций приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1 – Признаки и уровни освоения компетенций

Коды и содержание компетенций	Формулировка дисциплинарной части компетенции*	Уровень, формирования компетенций, с указанием места дисциплины
ОПК-4 Способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения	Способность участвовать во внедрении разработок в области автоматизации технологических процессов и производств	Уровень - пороговый Формируется частично в составе дисциплин (табл.3.1) Итоговый контроль сформированности компетенции ОПК-4 осуществляется на итоговой аттестации
ПК-20 Способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций	Способность проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения»	Уровень - пороговый Формируется частично в составе дисциплин (табл.3.1). Итоговый контроль сформированности компетенции ПК-20 осуществляется на итоговой аттестации

**2.2. В результате изучения дисциплины бакалавр должен овладеть следующими знаниями, умениями и навыками в рамках формируемых компетенций (табл. 2.2):**

**Таблица 2.2 - Планируемые результаты обучения**

Уровень освоения компетенции	Описание признаков проявления компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)		
		Знать	Уметь	Владеть
<b>1. Компетенция ОПК-4</b>				
пороговый	понимает и может объяснить полученные знания в области теории управления	основные понятия и определения теории автоматического управления и систем, способы описания процессов и систем, их структуру	проводить формальный анализ и синтез процессов управления и систем с применением математических моделей расчета и оптимизации	методами анализа и синтеза для проектирования систем управления технологическими процессами
<b>2. Компетенция ПК-20</b>				
пороговый	владеет навыками параметрической оптимизации	методы анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления	применять методы анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления	методикой оценки полученных экспериментальных результатов

При наличии лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается особый порядок освоения дисциплины, предусматривающий возможность достижения ими планируемых результатов обучения с учетом состояния здоровья и имеющихся заболеваний.

### **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы бакалавриата**

**3.1. Дисциплина реализуется в рамках обязательных дисциплин вариативной части Блока 1 (Б1.В.ОД.4).**

**3.2 Дисциплина (модуль) изучается на 3,4 курсе.**

**3.3. Требования к входным знаниям, умениям и владениям студентов:**

Для освоения дисциплины Б1.В.ОД.4 «Теория автоматического управления» студент должен:

**Знать:**

- математические основы теории управления.

**Уметь:**

- уверенно работать в качестве пользователя персонального компьютера.

**Владеть:**

- основами применения вычислительной техники для решения практических задач.

Этапы формирования компетенций и ожидаемые результаты обучения, определяющие уровень сформированности компетенций, указаны в табл. 3.1, 3.2.

**Таблица 3.1 – Дисциплины, участвующие в формировании компетенций ОПК-4, ПК-20 вместе с дисциплиной Б1.В.ОД.4 «Теория автоматического управления»**

Код компетенции	Названия учебных дисциплин, модулей, практик участвующих в формировании компетенций, вместе с данной дисциплиной	Курсы /семестры обучения							
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		семестр		семестр		семестр		семестр	
		1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-4	Математика								
	Теоретическая механика								
	Математические основы теории управления								
	Организационно экономическое обоснование проектов								
	Моделирование систем								
	<b>Теория автоматического управления</b>								
	Средства автоматизации и управление								
	Прикладная механика								
	Подготовка и защита ВКР								
ПК-20	Теоретическая механика								
	Прикладная механика								
	<b>Теория автоматического управления</b>								
	Метрология, стандартизация и сертификация								
	Материаловедение								
	Теория вероятности и математическая статистика								
	Термодинамика								
	Научно-исследовательская работа								
	Подготовка и защита ВКР								

**Таблица 3.2 – Этапы формирования компетенций ОПК-4, ПК-20**

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции*	Начальный этап (пороговый уровень)	Основной этап (пороговый уровень)	Завершающий этап (углубленный уровень)
		Наименования дисциплин		
ОПК-4	Способность участвовать во внедрении разработок в области автоматизации технологических процессов и производств	Математика, Теоретическая механика, Математические основы теории управления, Организационно экономическое обоснование проектов, Моделирование систем.	<b>Теория автоматического управления,</b> Средства автоматизации и управление, Прикладная механика	Подготовка и защита ВКР

ПК-20	Способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций	Теоретическая механика Прикладная механика Метрология, стандартизация и сертификация Материаловедение Термодинамика	<b>Теория автоматического управления</b> Теория вероятности и математическая статистика Научно-исследовательская работа	Подготовка и защита ВКР
-------	---	---	---	-------------------------

#### 4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Объем дисциплины (общая трудоемкость) составляет 11 зачетных единиц (з.е), что соответствует 396 академических часов, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 48 часов, самостоятельная работа обучающихся 330 часов.

В таблице 4.1 представлена структура дисциплины

Таблица 4.1- Структура дисциплины

Вид учебной работы		Всего часов	Курс	
			3	4
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:</b>		<b>48</b>	<b>22</b>	<b>26</b>
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего)*</b>		<b>38</b>	<b>18</b>	<b>20</b>
в том числе:	Лекции (Л)	14	6	8
	Лабораторные работы (ЛР)	12	6	6
	Практические занятия (ПЗ)	12	6	6
	Практикумы			
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего) **</b>		<b>10</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
групповые консультации по дисциплине		4	2	2
групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)		4	2	2
индивидуальная работа преподавателя с обучающимися: - по проектированию: проект (работа)		2	-	2
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего) ***</b>		<b>330</b>	<b>149</b>	<b>181</b>
<b>Вид промежуточной аттестации (экзамен)</b>		<b>18</b>	<b>Экзамен/9</b>	<b>Экзамен/9</b>
<b>Общая трудоемкость, ч. зачетные единицы</b>		<b>396/11</b>	<b>180/5</b>	<b>216/6</b>

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

##### 5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины приведено в табл. 5.1.

Тематическое содержание разделов дисциплины с перечислением содержащихся в них дидактических единиц приведено в табл. 5.2.

Темы практических занятий приведены в табл. 5.3, темы лабораторных занятий приведены в табл. 5.4, виды самостоятельной работы – в табл. 5.5.

**Таблица 5.1 - Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины**

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий и их трудоемкость, часы						
		Всего часов (без экзамена)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Внеаудиторная контактная работа	СРС*	Формируемые компетенции
1	Основные понятия и определения. Классификации систем управления (СУ)	52	2	0	0	0	50	ОПК-4, ПК-20
2	Математическое описание систем автоматического регулирования (САР)	58	2	2	2	2	50	ОПК-4, ПК-20
3	Устойчивость линейных систем	58	2	2	2	2	50	ОПК-4, ПК-20
4	Параметрическая оптимизация линейных систем	66	2	4	6	4	50	ОПК-4, ПК-20
5	Элементы теории нелинейных систем	48	2	2	2	2	40	ОПК-4, ПК-20
6	Элементы теории импульсных систем	44	2	2	0	0	40	ОПК-4, ПК-20
7	Стохастические процессы в СУ	16	2	0	0	0	14	ОПК-4, ПК-20
8	Выполнение курсовой работы	36	-	-	-	-	36	ОПК-4, ПК-20
	<b>Итого</b>	<b>378</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>330</b>	

**Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплины (по лекциям)**

№ раз-ла	Наименование раздела	Код компетенции	Содержание темы (вначале наименование темы, затем перечисление дидактических единиц)	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
1	Основные понятия и определения. Классификации систем управления (СУ)	ОПК-4, ПК-20	Тема 1.1. Теория автоматического управления как наука	1	Участие в групповых обсуждениях
			Тема 1.2. Классификации систем управления	1	Участие в групповых обсуждениях
2	Математическое описание систем автоматического регулирования	ОПК-4, ПК-20	Тема 2.1. Динамические характеристики систем и объектов управления	1	Участие в групповых обсуждениях



	(САР)		Тема 2.2. Типовые линейные звенья и их характеристики	1	Участие в групповых обсуждениях
3	Устойчивость линейных систем	ОПК-4, ПК-20	Тема 3.1. Режимы линейных систем управления	1	Участие в групповых обсуждениях
			Тема 3.2. Критерии устойчивости линейных систем	2	Участие в групповых обсуждениях
4	Параметрическая оптимизация линейных систем	ОПК-4, ПК-20	Тема 4.1. Критерии оценки качества регулирования	1	Участие в групповых обсуждениях
			Тема 4.2. Методы параметрической оптимизации систем управления в промышленности	2	Участие в групповых обсуждениях
5	Элементы теории нелинейных систем	ОПК-4, ПК-20	Тема 5.1. Нелинейные системы и их элементы	1	Участие в групповых обсуждениях
			Тема 5.2. Исследование устойчивости нелинейных систем	1	Участие в групповых обсуждениях
6	Элементы теории импульсных систем	ОПК-4, ПК-20	Тема 6.1. Виды импульсной модуляции	1	Участие в групповых обсуждениях
			Тема 6.2. Синтез систем регулирования на основе импульсных регуляторов	0,5	Участие в групповых обсуждениях
7	Стохастические процессы в СУ	ОПК-4, ПК-20	Тема 7.1 Стохастические процессы в СУ	0,5	Участие в групповых обсуждениях
ИТОГО				14	

**Таблица 5.3 – Темы практических занятий**

№ р-ла	Наименование раздела	Код компетенции	Тема практических занятий	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
2	Математическое описание систем автоматического регулирования (САР)	ОПК-4, ПК-20	Исследование частотных характеристик типовых соединений звеньев	4	Выполнение индивидуальных заданий
3	Устойчивость линейных систем	ОПК-4, ПК-20	Нахождение общей передаточной функции смешанного соединения звеньев	3	Выполнение индивидуальных заданий
4	Параметрическая оптимизация линейных систем	ОПК-4, ПК-20	Исследование устойчивости линейных САУ	2	Выполнение индивидуальных заданий

					ных заданий
5	Элементы теории нелинейных систем	ОПК-4, ПК-20	Исследование устойчивости нелинейных САУ	2	Выполнение индивидуальных заданий
6	Элементы теории импульсных систем	ОПК-4, ПК-20	Построение сигнала системы после импульсной модуляции 1-го рода	1	Выполнение индивидуальных заданий
<b>ИТОГО</b>				12	

**Таблица 5.4 - Тема лабораторных работ**

№ р-ла	Наименование раздела	Код компетенции	Тема лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
2	Математическое описание систем автоматического регулирования (САР)	ОПК-4, ПК-20	Проектирование устойчивой линейной системы	2	Выполнение индивидуальных заданий
3	Устойчивость линейных систем	ОПК-4, ПК-20	Нахождение границы устойчивости линейной САУ	4	Выполнение индивидуальных заданий
4	Параметрическая оптимизация линейных систем	ОПК-4, ПК-20	Параметрическая оптимизация линейной САУ	4	Выполнение индивидуальных заданий
5	Элементы теории нелинейных систем	ОПК-4, ПК-20	Исследование процессов регулирования в САР с промышленными регуляторами	2	Выполнение индивидуальных заданий
<b>ИТОГО</b>				12	

**Таблица 5.5 - Самостоятельная работа студентов**

№ р-ла	Наименование темы	Код компетенции	Виды самостоятельной работы (детализация – виды самостоятельной работы по каждому разделу)	Трудоемкость (час.)*	Технология оценивания*
1	Тема 1.1. Теория автоматического управления как наука	ОПК-4, ПК-20	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;	25	Участие в групповых обсуждениях
	Тема 1.2. Классификации систем управления	ОПК-4, ПК-20	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;	25	Участие в групповых обсуждениях
2	Тема 2.1. Динамические характеристики систем и объектов управления	ОПК-4, ПК-20	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;	25	Участие в групповых обсуждениях
	Тема 2.2. Типовые линейные звенья и их характеристики	ОПК-4, ПК-20	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;	25	Участие в групповых обсуждениях
3	Тема 3.1. Режимы линейных систем управ-	ОПК-4, ПК-20	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;	25	Участие в групповых

	ления				обсуждениях
	Тема 3.2. Критерии устойчивости линейных систем	ОПК-4, ПК-20	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;	25	Участие в групповых обсуждениях
4	Тема 4.1. Критерии оценки качества регулирования	ОПК-4, ПК-20	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;	25	Участие в групповых обсуждениях
	Тема 4.2. Методы параметрической оптимизации систем управления в промышленности	ОПК-4, ПК-20	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;	25	Участие в групповых обсуждениях
5	Тема 5.1. Нелинейные системы и их элементы	ОПК-4, ПК-20	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;	20	Участие в групповых обсуждениях
	Тема 5.2. Исследование устойчивости нелинейных систем	ОПК-4, ПК-20	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;	20	Участие в групповых обсуждениях
6	Тема 6.1. Виды импульсной модуляции	ОПК-4, ПК-20	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;	20	Участие в групповых обсуждениях
	Тема 6.2. Синтез систем регулирования на основе импульсных регуляторов	ОПК-4, ПК-20	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;	20	Участие в групповых обсуждениях
7	Тема 7.1 Стохастические процессы в СУ	ОПК-4, ПК-20	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;	14	Участие в групповых обсуждениях
8	Выполнение курсовой работы	ОПК-4, ПК-20	Подготовка курсовой работы	36	Защита работы
Итого:				330	

## 5.2 Примерная тематика курсовых проектов (работ):

«Параметрическая оптимизация линейной системы автоматического регулирования температуры».

«Параметрическая оптимизация линейной системы автоматического регулирования уровня».

«Параметрическая оптимизация линейной системы автоматического регулирования давления».

«Параметрическая оптимизация линейной системы автоматического регулирования расхода».

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

6.1. Темы и содержание учебных занятий в форме самостоятельной работы представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1. - Темы и содержание учебных занятий в форме самостоятельной работы

№ п-ла	Тема	Содержание занятий	Кол-во час
1	Тема 1.1. Теория автоматического управления как наука	1. Чтение основного учебника: <b>Методы классической и современной теории автоматического управления</b> : *учебник для вузов: в 5 т. Т. 1 : Математические модели, динамиче-	2\50

	Тема 1.2. Классификации систем управления	ские характеристики и анализ систем автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. – 12-16 с. : ил. 2. Чтение дополнительного учебника: <b>Попов, А.А.</b> Решение типовых задач теории автоматического управления с применением пакета Mathcad 15: учеб. пособие/ А.А. Попов, Н.О. Кулигина, А.М. Мясников; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. -	
2	Тема 2.1. Динамические характеристики систем и объектов управления  Тема 2.2. Типовые линейные звенья и их характеристики	1. Чтение основного учебника: <b>Методы классической и современной теории автоматического управления</b> : *учебник для вузов: в 5 т. Т. 2 : Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. – 16-19 с. : ил. 2. Чтение дополнительного учебника: Попов, А.А. Решение типовых задач теории автоматического управления с применением пакета Mathcad 15: учеб. пособие/ А.А. Попов, Н.О. Кулигина, А.М. Мясников; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Н.Новгород, 2019. - 87 с.	50
3	Тема 3.1. Режимы линейных систем управления  Тема 3.2. Критерии устойчивости линейных систем	1. Чтение основного учебника: <b>Методы классической и современной теории автоматического управления</b> : *учебник для вузов: в 5 т. Т. 2 : Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. – 22-27 с. : ил. 2. Чтение дополнительного учебника: <b>Попов, А.А.</b> Решение типовых задач теории автоматического управления с применением пакета Mathcad 15: учеб. пособие/ А.А. Попов, Н.О. Кулигина, А.М. Мясников; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Н.Новгород, 2019. - 87 с.	50
4	Тема 4.1. Критерии оценки качества регулирования  Тема 4.2. Методы параметрической оптимизации систем управления в промышленности	1. Чтение основного учебника: <b>Методы классической и современной теории автоматического управления</b> : *учебник для вузов: в 5 т. Т. 3 : Синтез регуляторов систем автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. – 28-35с. : ил 2. Чтение дополнительного учебника: <b>Попов, А.А.</b> Решение типовых задач теории автоматического управления с применением пакета Mathcad 15: учеб. пособие/ А.А. Попов, Н.О. Кулигина, А.М. Мясников; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Н.Новгород, 2019. - 87 с.	50
5	Тема 5.1. Нелинейные системы и их элементы  Тема 5.2. Исследование устойчивости нелинейных систем	1. Чтение основного учебника: <b>Мирошник, И.В.</b> Теория автоматического управления : нелинейные и оптимальные системы: *учебное пособие для вузов / И. В. Мирошник. - СПб. : Питер, 2006. – 28-37с. : ил. - (Учебное пособие). 2. Чтение дополнительного учебника: <b>Попов, А.А.</b> Решение типовых задач теории автоматического управления с применением пакета Mathcad 15: учеб. пособие/ А.А. Попов, Н.О. Кулигина, А.М. Мясников; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Н.Новгород, 2019. - 87 с.	40
6	Тема 6.1. Виды импульсной модуляции  Тема 6.2. Синтез систем регулирования на основе импульсных регуляторов	1. Чтение основного учебника: <b>Мирошник, И.В.</b> Теория автоматического управления : нелинейные и оптимальные системы: *учебное пособие для вузов / И. В. Мирошник. - СПб. : Питер, 2006. – 38-43с. : ил. - (Учебное пособие). 2. Чтение дополнительного учебника: <b>Попов, А.А.</b> Решение типовых задач теории автоматического управления с применением пакета Mathcad 15: учеб. пособие/ А.А. Попов, Н.О. Кулигина, А.М. Мясников; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Н.Новгород, 2019. - 87 с.	40

7	Тема 7.1 Стохастические процессы в СУ	1. Чтение основного учебника: <b>Теория автоматического управления</b> : *учебник для вузов / Под ред. Яковлева В.Т. - М. : Высшая школа, 2003. – 122-125с. : ил. 2. Чтение дополнительного учебника: <b>Попов, А.А.</b> Решение типовых задач теории автоматического управления с применением пакета Mathcad 15: учеб. пособие/ А.А. Попов, Н.О. Кулигина, А.М. Мясников; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Н.Новгород, 2019. - 87 с.	14
8	Выполнение курсовой работы	1. Чтение основного учебника: <b>Теория автоматического управления</b> : *учебник для вузов / Под ред. Яковлева В.Т. - М. : Высшая школа, 2003. – 215-222с. : ил. 2. Чтение дополнительного учебника: <b>Попов, А.А.</b> Решение типовых задач теории автоматического управления с применением пакета Mathcad 15: учеб. пособие/ А.А. Попов, Н.О. Кулигина, А.М. Мясников; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Н.Новгород, 2019. - 87 с.	36

**Таблица 6.2. Список литературы для самостоятельной работы**

№ пп	Наименование источника
1	<b>Методы классической и современной теории автоматического управления</b> : *учебник для вузов: в 5 т. Т. 1 : Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. - 656с. : ил.
2	<b>Попов, А.А.</b> Решение типовых задач теории автоматического управления с применением пакета Mathcad 15: учеб. пособие/ А.А. Попов, Н.О. Кулигина, А.М. Мясников; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Н.Новгород, 2019. - 87 с.
3	<b>Гайдук, А.Р.</b> Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB : *учебное пособие для вузов / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. - 2-е изд. ; испр. - М. : Лань, 2011. - 464с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).
4	<b>Теория автоматического управления</b> : *учебник для вузов / Под ред. Яковлева В.Т. - М. : Высшая школа, 2003. - 567с. : ил.
5	<b>Мирошник, И.В.</b> Теория автоматического управления : нелинейные и оптимальные системы: *учебное пособие для вузов / И. В. Мирошник. - СПб. : Питер, 2006. - 272с. : ил. - (Учебное пособие).

### 6.3 Методическое сопровождение самостоятельной работы

Самостоятельная работа по дисциплине регламентируется следующими разработками:

1. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_organiz\\_samocst\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samocst_rab.pdf?20)

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

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

Этапы формирования компетенций (с указанием дисциплин, формирующих компетенции совместно с дисциплиной Б1.В.ОД.4 «Теория автоматического управления») отражены в разделе 3 (таблицы 3.1 и 3.2)

Зная этапы формирования компетенций и место дисциплины Б1.В.ОД.4 «Теория автоматического управления» в этой ценностной цепочке создаем систему оценки уровней сформированности компетенций и результатов обучения по данной дисциплине. Для этого планируем результаты обучения (знать, уметь и владеть) оцениваем, применив определенные критерии оценки, для чего формируем шкалу и процедуры оценивания (табл. 7.1).

Для каждого результата обучения выделим 4 критерия, соответствующих степени сформированности данной компетенции (или ее части).

Эталонный планируемый результат соответствует критерию 4 (точность, правильность, соответствие).

Критерии 1-3 – показатели «отклонений от эталона».

Критерий 2 – минимальный приемлемый уровень сформированности компетенции (или ее части).

**Таблица 7.1. – Шкалы оценивания на этапе промежуточной аттестации по дисциплине**

Наименование этапа оценивания	Технология оценивания		Шкала (уровень) оценивания (j – уровень оценивания)				Этапы контроля
			1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоение	4. Отличное усвоение	
Подготовка курсовой работы	защита		невыполнение КР	защита неуверенная	хорошая защита	отличная защита	защита работы
Выполнение практических работ	решение задач		невыполнение ЛР	защита неуверенная	хорошая защита	отличная защита	защита решений
Выполнение лабораторных работ	выполнение отчета и его защита		невыполнение ЛР	защита неуверенная	хорошая защита	отличная защита	защита работы
Отработка пропущенных занятий	Опрос		не выполнена лабораторная работа	неполное усвоение	хорошее усвоение	отличное усвоение	допуск к практической работе
Усвоение материала дисциплины	Знаниевая компонента	З	Отсутствие усвоения	Неполное усвоение	Хорошее усвоение	Отличное усвоение	Экзамен
	Деятельностная компонента (задания)	У	Отсутствие решения	Выполняет с ошибками	Правильное выполнение с отдельными недочетами	Правильное выполнение без ошибок	
<b>Оценка</b>			неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	

Критерии для определения уровня сформированности компетенции в рамках дисциплины при промежуточной аттестации экзамен:

Знаниевый компонент включает в себя планирование знаний на следующих уровнях:

- ✓ уровень знакомства с теоретическими основами-З<sub>1</sub>,
- ✓ уровень воспроизведения -З<sub>2</sub>,
- ✓ уровень извлечения новых знаний- З<sub>3</sub>.

Деятельностный компонент (умения и навыки) планируется на следующих уровнях:

- ✓ умение решать типовые задачи с выбором известного метода, способа -У<sub>1</sub>,

- ✓ умение решать задачи путем комбинации известных методов, способов, -У<sub>2</sub>
- ✓ умение решать нестандартные задачи -У<sub>3</sub>.

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

**Таблица 7.2** – Показатели достижений заданного уровня освоения компетенций в зависимости от этапа формирования

Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения				Процедуры оценивания
	1. Отсутствие усвоения	2. Неполное усвоение	3. Хорошее усвоение	4. Отличное усвоение	
<b>ЗНАТЬ ОПК-4</b>					
З <sub>1</sub> - основные понятия и определения теории автоматического управления и систем	Не знает основные понятия и определения теории автоматического управления и систем	Показывает неуверенные знания основных понятий и определений теории автоматического управления и систем	Знает основные понятия и определения теории автоматического управления и систем	Уверенно ориентируется в материале, знает основные понятия и определения теории автоматического управления и систем	Участие в групповых обсуждениях
З <sub>2</sub> способы описания процессов и систем	Не знает способы описания процессов и систем	Показывает неуверенные знания способов описания процессов и систем	Знает способы описания процессов и систем	Уверенно ориентируется в материале, знает способы описания процессов и систем	Участие в групповых обсуждениях
З <sub>3</sub> структуру систем	Не знает структуру систем	Показывает неуверенные знания структуры систем	Знает структуру систем	Уверенно ориентируется в материале, знает структуру систем	Участие в групповых обсуждениях
<b>УМЕТЬ ОПК-4</b>					
У <sub>1</sub> , У <sub>2</sub> - проводить формальный анализ процессов управления и систем с применением математических моделей расчета и оптимизации	Не может проводить формальный анализ процессов управления и систем с применением математических моделей расчета и оптимизации	Испытывает затруднения в проведении и формальном анализе процессов управления и систем	Способен проводить формальный анализ процессов управления и систем с применением математических моделей расчета и оптимизации	Способен уверенно применять знания и проводить формальный анализ процессов управления и систем с применением математических моделей расчета и оптимизации	Выполнение индивидуальных заданий



У <sub>3</sub> - проводить синтез процессов управления и систем с применением математических моделей расчета и оптимизации	Не знает синтез процессов управления и систем с применением математических моделей расчета и оптимизации	Показывает неуверенные знания синтеза процессов управления и систем с применением математических моделей расчета и оптимизации	Знает синтез процессов управления и систем с применением математических моделей расчета и оптимизации	Уверенно ориентируется в материале, знает синтез процессов управления и систем с применением математических моделей расчета и оптимизации	Выполнение индивидуальных заданий
<b>ЗНАТЬ ПК-20</b>					
З <sub>1</sub> - задачи анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления	Не знает задачи анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления	Показывает неуверенные знания задач анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления	Знает задачи анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления	Уверенно ориентируется в материале, знает задачи анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления	Участие в групповых обсуждениях
З <sub>2</sub> , З <sub>3</sub> - методы анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления	Не знает методы анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления	Показывает неуверенные знания методов анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления	Знает методы анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления	Уверенно ориентируется в материале, знает методы анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления	Участие в групповых обсуждениях
<b>УМЕТЬ ПК-20</b>					
У <sub>1</sub> - выбирать методы анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления	Не может выбирать методы анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления	Испытывает затруднения в выборе методов анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления	Способен выбирать методы анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления и оптимизации объектов управления	Способен уверенно выбирать методы анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления и оптимизации объектов управления	Выполнение индивидуальных заданий
У <sub>2</sub> , У <sub>3</sub> - применять методы анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления	Не может применять методы анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления	Испытывает затруднения в применении методов анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления	Способен применять методы анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления и оптимизации объектов управления	Способен уверенно применять методы анализа для экспериментального получения математического описания объектов управления и оптимизации объектов управления	Выполнение индивидуальных заданий

### 7.3. Материалы для текущей аттестации

Шкалы оценивания этапа текущей аттестации приведены в табл. 7.3.

**Таблица 7.3.** – Этап текущей аттестации по дисциплине «Теория автоматического управления»

Вид оценивания аудиторных занятий	Технология оценивания		Шкала (уровень) оценивания на этапе текущего контроля			
			1.Отсутствие усвоения (ниже порога.)	2.Неполное усвоение (пороговый)	3.Хорошее усвоение (углубленный)	4.Отличное усвоение (продвинутый)
Работа на лекциях	Участие в групповых обсуждениях, тестирование	1	отсутствие участия	единичное высказывание	активное участие в обсуждении	Высказывание неординарных суждений с обоснованием точки зрения
		2	выполнение менее 50%			
	Выполнение тестов	2		выполнение выше 50%	выполнение более 75%	выполнение более 95%
Работа на лабораторных занятиях	Выполнение индивидуальных заданий	3	неправильное выполнение	выполнение с ошибками	правильное выполнение без ошибок с отдельными замечаниями	правильное выполнение без ошибок
Работа на практических занятиях	Выполнение индивидуальных заданий	4	неправильное выполнение	выполнение с ошибками	правильное выполнение без ошибок с отдельными замечаниями	правильное выполнение без ошибок
<b>Оценка:</b>			Неудовлетворительно	Удовлетворительно	хорошо	отлично

#### Критериальная оценка:

Пороговый уровень	оценка «удовлетворительно»	<b>1.2 + 2.2 + 3.2 + 4.2</b> или <b>1.1 + 2.2 + 3.2 + 4.2</b>
Углубленный уровень	оценка «хорошо»	<b>1.3 + 2.3 + 3.3 + 4.3</b> или <b>1.2 + 2.3 + 3.3 + 4.3</b>
Продвинутый уровень	оценка «отлично»	<b>1.4 + 2.4 + 3.4 + 4.4</b> или <b>1.3 + 2.4 + 3.4 + 4.4</b>

### 7.4 Материалы для промежуточной аттестации

Формой промежуточной аттестации является экзамен.

Шкала оценивания этапа промежуточной аттестации приведена в таблице 7.4.

**Таблица 7.4.** – Этап промежуточной аттестации по дисциплине

Наименование этапа оценивания	Технология оценивания	Шкала (уровень) оценивания на этапе промежуточной аттестации				
		1.Отсутствие усвоения (ниже порога.)	2.Не полное усвоение (пороговый)	3.Хорошее усвоение (углубленный)	4.Отличное усвоение (продвинутый)	Этапы контроля

Отработка пропущенных занятий			Не выполнена лабораторная работа	неполное усвоение	хорошее усвоение	отличное усвоение	Допуск к защите по лаборат. работам
Усвоение материала дисциплины	Знаниевая компонента	З	Невыполнение заданий <b>З1</b>	неполное усвоение <b>З2</b>	хорошее усвоение <b>З3</b>	отличное усвоение <b>З4</b>	экзамен
	Деятельностная (задания)	У	отсутствие отчета по лабораторным работам <b>У1</b>	выполнение с ошибками <b>У2</b>	правильное выполнение с отдельными замечаниями <b>У3</b>	верное выполнение без ошибок <b>У4</b>	
Оценка:			Неудовлетворительно	Удовлетворительно	хорошо	отлично	

### Критериальная оценка (на основании таблицы 7.2)

Пороговый уровень	оценка «удовлетворительно»	<b>З2 + У2 или З3 + У2</b>
Углубленный уровень	оценка «хорошо»	<b>З3 + У3 или З4 + У3 или З2+У4</b>
Продвинутый уровень	оценка «отлично»	<b>З4+ У4 или З3+У4</b>

**Оценки "отлично"** заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

**Оценки "хорошо"** заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

**Оценки "удовлетворительно"** заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка "удовлетворительно" выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

**Оценка "неудовлетворительно"** выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. Оценка "неудовлетворительно" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

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

### 7.5.1. Конкретная технология оценивания, оценочные средства

Конкретная технология оценивания, в зависимости от вида учебной работы, представлена в таблицах 5.2-5.5, оценочные средства указаны в таблице 7.5.

Для выполнения процедур оценивания составлен паспорт оценочных средств (табл. 7.5).

**Таблица 7.5 - Паспорт оценочных средств**

№	Раздел рабочей программы дисциплины	Тематика для контроля	компетенции	Оценочное средство	
				вид	количество
<b>текущая аттестация</b>					
1	Основные понятия и определения. Классификации систем управления (СУ)	Теория автоматического управления как наука; Классификации систем управления	ОПК-4, ПК-20	тесты	2 варианта
2	Математическое описание систем автоматического регулирования (САР)	Динамические характеристики систем и объектов управления; Типовые линейные звенья и их характеристики	ОПК-4, ПК-20	тесты; задачи	2 варианта; 4 варианта
3	Устойчивость линейных систем	Режимы линейных систем управления; Критерии устойчивости линейных систем	ОПК-4, ПК-20	отчет о лаб. работе; задачи	1 лаб. раб; 4 варианта
4	Параметрическая оптимизация линейных систем	Критерии оценки качества регулирования; Методы параметрической оптимизации систем управления в промышленности	ОПК-4, ПК-20	отчет о лаб. работе;	2 лаб. раб;
5	Элементы теории нелинейных систем	Нелинейные системы и их элементы; Исследование устойчивости нелинейных систем	ОПК-4, ПК-20	задачи	2 варианта
6	Элементы теории импульсных систем	Виды импульсной модуляции; Синтез систем регулирования на основе импульсных регуляторов	ОПК-4, ПК-20	задачи; отчет о лаб. работе	2 варианта; 1 лаб. раб
7	Стохастические процессы в СУ	Стохастические процессы в СУ	ОПК-4, ПК-20	тесты	1 вариант
		<b>Итого</b>			лаб. раб. - 4, тесты - 5. задачи - 4

### 7.5.2. Комплект оценочных материалов, предназначенных для оценивания уровня сформированности компетенций на определенных этапах обучения

#### 7.5.2.1. Комплект оценочных материалов для текущей аттестации

Объектами оценивания выступают (таблица 7.3, 7.5):

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний уровень овладения практическими умениями и навыками (выполнение лабораторных работ);
- результаты самостоятельной работы (домашняя работа).

Активность студента на занятиях оценивается на основе выполненных студентом работ и тестов, предусмотренных данной рабочей программой дисциплины.

Комплект оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации в форме экза-

мена, включает в себя:

**Тесты, проводимые в письменной форме**

(количество оценочных средств согласно паспорту, таблица 7.5)

Пример тестов по разделу 1 Оценочные средства в полном объеме хранятся на кафедре «Автоматизация, транспортные и информационные системы»

1. Как называют совокупность элементов, представляющую собой единое целое? \_\_\_\_\_
2. Как называют воздействия, хаотично влияющие на реакции системы? \_\_\_\_\_
3. К какому виду АСУ относится система контроля расхода охлаждающей воды, подаваемой в реактор? \_\_\_\_\_
4. Как называется структура системы управления, в которой для выработки управляющего воздействия **не используется** информация о результатах управления? \_\_\_\_\_
5. Какой сигнал получается в системе регулирования на выходе датчика? \_\_\_\_\_
6. Устройство, преобразующее управляющее воздействие в силовое, называют \_\_\_\_\_
7. Какая переменная используется регулятором для выработки регулирующего воздействия? \_\_\_\_\_
8. Из каких элементарных звеньев состоит звено с передаточной функцией

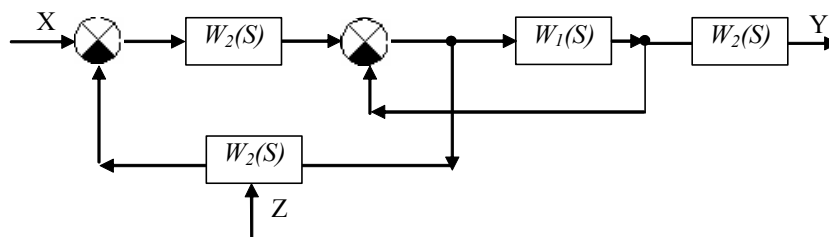
$$W(s) = \frac{k \cdot e^{-s\tau}}{s(Ts + 1)} \text{ _____}$$

9. Какое воздействие поступает на регулирующий орган? \_\_\_\_\_
10. Какие сигналы поступают на субъект управления в замкнутой системе? \_\_\_\_\_

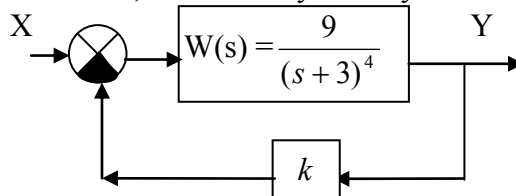
**Задания к практическим занятиям**

Пример заданий к практическим занятиям. Оценочные средства в полном объеме хранятся на кафедре «Автоматизация, транспортные и информационные системы»

Найти передаточную функцию объекта, представленного на схеме, по каналам X-Y и Z-Y в общем виде, и подставить известные значения:  $W_1(s) = 2$  ;  $W_2(s) = 9$



Укажите все значения коэффициента  $k$ , соответствующие устойчивой работе системы.



**Задания к лабораторным работам**

Пример заданий к лабораторным работам. Оценочные средства в полном объеме хранятся на кафедре «Автоматизация, транспортные и информационные системы»

Исходные данные: переходная характеристика звена, заданная таблично, общая передаточная функция объекта представляет собой два одинаковых звена, соединенных последовательно.

Время, с	h(t)	Время, с	h(t)	Время, с	h(t)
0	0	124	0,757	248	0,825
4	0	128	0,763	252	0,825
8	0,03	132	0,768	256	0,825
12	0,084	136	0,773	260	0,826
16	0,142	140	0,778	264	0,826
20	0,196	144	0,782	268	0,826
24	0,246	148	0,786	272	0,827
28	0,293	152	0,789	276	0,827
32	0,336	156	0,793	280	0,827
36	0,375	160	0,796	284	0,827
40	0,412	164	0,798	288	0,828
44	0,445	168	0,801	292	0,828
48	0,476	172	0,803	296	0,828
52	0,504	176	0,805	300	0,828
56	0,53	180	0,807	304	0,828
60	0,554	184	0,809	308	0,828
64	0,576	188	0,811	312	0,829
68	0,597	192	0,812	316	0,829
72	0,615	196	0,814	320	0,829
76	0,632	200	0,815	324	0,829
80	0,648	204	0,816	328	0,829
84	0,663	208	0,817	332	0,829
88	0,676	212	0,818	336	0,829
92	0,688	216	0,819	340	0,829
96	0,7	220	0,82	344	0,829
100	0,71	224	0,821	348	0,829
104	0,72	228	0,822	352	0,829
108	0,729	232	0,822	356	0,829
112	0,737	236	0,823	360	0,829
116	0,744	240	0,824	364	0,83
120	0,751	244	0,824	368	0,83

Задание

1. Аппроксимировать передаточную функцию звена методом «трех точек» с точностью не ниже 0,75%
2. Записать общую передаточную функцию объекта
3. Рассчитать границу устойчивости замкнутой системы
4. Определить настройки ПИ- и ПИД-регуляторов методом незатухающих колебаний

**Таблица 7.6. - Оценочные средства дисциплины, для текущей аттестации**

Код формируемой компетенции	Вопросы (номера вопросов)	Тестовые задания (номера заданий)
ОПК-4, ПК-20	Основные понятия и определения. Классификации систем управления (СУ)	Как называют объединение любых элементов, рассматриваемых как связное целое? <b>а) система</b> б) группа в) коммуникация г) совокупность
	Математическое описа-	К линейным операциям можно отнести

Код формируемой компетенции	Вопросы (номера вопросов)	Тестовые задания (номера заданий)
	ние систем автоматического регулирования (САР)	а) показательную б) экспоненциальную в) умножения г) <b>интегрирования</b>
	Устойчивость линейных систем	Объект управления считают устойчивым, если все корни характеристического уравнения ... а) мнимые б) <b>имеют отрицательную действительную часть</b> в) имеют положительную действительную часть г) действительные
	Параметрическая оптимизация линейных систем	Устройство, преобразующее физическую величину в унифицированный сигнал, называется а) исполнительным механизмом б) регулятором в) регулирующим органом г) <b>датчиком</b>
	Элементы теории нелинейных систем	К нелинейностям какого вида можно отнести идеальное реле? а) существенным б) инерционным в) <b>безынерционным с однозначными статическими характеристиками</b> г) безынерционным с неоднозначными статическими характеристиками
	Элементы теории импульсных систем	Квантование по уровню в дискретных системах соответствует а) фиксации уровней сигнала в определенные моменты времени б) <b>фиксации уровней сигнала в произвольные моменты времени</b> в) фиксации дискретных моментов времени, при которых сигнал принимает произвольные значения г) фиксации дискретных моментов времени, при которых сигнал принимает определенные значения
	Стохастические процессы в СУ	Какие статистические функции используются для описания основных свойств: а) среднее значение квадрата случайного процесса; б) плотность распределения; в) автокорреляционная функция; г) <b>все перечисленные</b>

### 7.5.2.2. Критерии отличной курсовой работы :

- ✓ умение работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой;
- ✓ умение самостоятельно осмысливать проблему на основе существующих методик;
- ✓ умение логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы;
- ✓ умение пользоваться информационными ресурсами.

### 7.5.2.3. Комплект оценочных материалов для промежуточной аттестации

Таблица 7.7. - Оценочные средства дисциплины, для промежуточной аттестации

	Код формируемой компетенции	Номера экзаменационных билетов	Задания (номера заданий)
1	ОПК-4, ПК-20	1-31	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Структурные схемы систем автоматического управления (САУ). Разомкнутые и замкнутые САУ.</li><li>2. Объект управления. Понятие, особенности, примеры.</li><li>3. Структура автоматических систем регулирования (АСР). Классификация АСР по цели.</li><li>4. Принцип суперпозиции. Линейные объекты и системы.</li><li>5. Принцип суперпозиции. Определение линейных систем.</li><li>6. Передаточная функция объекта. Ее связь с временными характеристиками.</li><li>7. Передаточная функция объекта. Ее связь с динамическими характеристиками.</li><li>8. Последовательное и параллельное соединение звеньев.</li><li>9. Обратная связь, ее значение. Положительная и отрицательная обратная связь.</li><li>10. Типовые входные сигналы.</li><li>11. Переходная характеристика объекта. Определение и экспериментальное получение.</li><li>12. Импульсная переходная функция объекта ИПФ <math>k(t)</math>.</li><li>13. Частотные характеристики объекта. Их физический смысл.</li><li>14. Связь динамических характеристик со статическими.</li><li>15. Усилительное звено.</li><li>16. Аperiodическое звено 1-го порядка.</li><li>17. Аperiodическое звено 2-го порядка.</li><li>18. Колебательное звено. Условие колебательности.</li><li>19. Интегрирующее звено.</li><li>20. Идеальное дифференцирующее звено.</li><li>21. Реальное дифференцирующее звено.</li></ol>



			<p>22. Звено чистого запаздывания.</p> <p>23. Линейный интегральный критерий.</p> <p>24. ПИ-закон регулирования. Основные характеристики. Время интегрирования и время изодрома. Качество процессов регулирования в АСР с ПИ-регулятором.</p> <p>25. Дифференциальный закон регулирования. Основные характеристики и особенности.</p> <p>26. Степень колебательности.</p> <p>27. Пропорциональный закон регулирования. Основные характеристики. Оценка статической ошибки в АСР с П-регулятором.</p> <p>28. Интегральный закон регулирования. Основные характеристики. Главное достоинство И-регулятора.</p> <p>29. Понятие оптимального переходного процесса и оптимальных настроек регулятора.</p> <p>30. Виды оптимальных переходных процессов.</p> <p>31. ПД-закон регулирования. Основные характеристики. Время дифференцирования и время предварения. Достоинства и недостатки систем с ПД-регулятором.</p> <p>32. Понятие запаса устойчивости и качества процесса регулирования.</p> <p>33. Степень устойчивости системы.</p> <p>34. Прямые оценки качества переходных процессов в АСР.</p> <p>35. Интегральные критерии оценки качества процессов регулирования. Их преимущества.</p> <p>36. Модульный интегральный критерий.</p> <p>37. Квадратичный интегральный критерий.</p> <p>38. Метод Циглера-Никольса как приближенный метод определения оптимальных параметров настройки регулятора.</p> <p>39. Аппроксимация переходных характеристик объектов регулирования стандартными характеристиками. Объекты с самовыравниванием и без самовыравнивания.</p> <p>40. ПИД-закон регулирования. Основные характеристики. Время интегрирования и время изодрома. Качество процессов регулирования в АСР с ПИД-регулятором.</p> <p>41. Расширенные частотные характеристики объектов.</p> <p>42. Автоколебания. Определение, особенности незатухающих колебаний в нелинейной системе. Изображение на фазовой плоскости.</p> <p>43. Степень затухания.</p> <p>44. Метод гармонического баланса.</p> <p>45. Типовые нелинейности с однозначными статическими характеристиками.</p> <p>46. Импульсная модуляция непрерывных сигналов.</p> <p>47. Особенности нелинейных систем.</p> <p>48. Метод гармонической линеаризации.</p> <p>49. Определение направления движения на фазовой</p>
--	--	--	---

			<p>плоскости.</p> <p>50. Определение нелинейных систем. Виды нелинейных элементов в зависимости от статических характеристик.</p> <p>51. Расчет оптимальных параметров настройки регулятора методом РАФХ.</p> <p>52. Передаточная функция объекта и импульсного регулятора в терминах Z-преобразования.</p> <p>53. Типовые нелинейности с гистерезисом.</p> <p>54. Линеаризация слабых нелинейностей разложением в ряд Тейлора.</p> <p>55. Устойчивость нелинейных систем. Теоремы Ляпунова.</p> <p>56. Критерий Бендиксона.</p> <p>57. Фазовое пространство. Определение фазовых координат, фазовой траектории, фазового портрета системы.</p> <p>58. Решетчатые функции, разностные уравнения, суммы.</p> <p>59. Особенности фазовых портретов нелинейных систем.</p> <p>60. Дискретное преобразование Лапласа.</p> <p>61. Импульсные регуляторы и их применение.</p> <p>62. Z-преобразование.</p>
--	--	--	--

Примеры экзаменационных билетов (оценочные средства в полном объеме хранятся на кафедре «Автоматизация, транспортные и информационные системы»)

Кафедра Автоматизация, транспортные и информационные системы

Дисциплина Теория автоматического управления

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Функциональная схема системы автоматического регулирования.
2. Критерий Гурвица для оценки устойчивости разомкнутой системы

Зав. кафедрой

Экзаменатор

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

Положение о фонде оценочных средств для установления уровня сформированности компетенций обучающихся и выпускников на соответствие требованиям ФГОС ВО от 5 декабря 2014г. [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/norm\\_dokym\\_ngty/polog\\_o\\_fonde\\_ocen\\_sredstv.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/norm_dokym_ngty/polog_o_fonde_ocen_sredstv.pdf)

Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся НГТУ

[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/norm\\_dokym\\_ngty/polog\\_kontrol\\_yspev.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/norm_dokym_ngty/polog_kontrol_yspev.pdf)

- Методические указания по разработке курсовой работы по дисциплине "Теория автоматического управления" [http://www.nntu.ru/ineyl/osnovn\\_obrazovat\\_programm\\_uchebn\\_plan](http://www.nntu.ru/ineyl/osnovn_obrazovat_programm_uchebn_plan).

## 8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Код по учебному плану Б1.В.ОД.4 Теория автоматического управления <i>(полное название дисциплины)</i>	К какой части Б1 относится дисциплина								
	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">x</td> <td style="padding: 0 10px;">обязательная</td> <td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;"> </td> <td style="padding: 0 10px;">базовая часть цикла</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;"> </td> <td style="padding: 0 10px;">по выбору студента</td> <td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">x</td> <td style="padding: 0 10px;">вариативная часть цикла</td> </tr> </table>	x	обязательная		базовая часть цикла		по выбору студента	x	вариативная часть цикла
x	обязательная		базовая часть цикла						
	по выбору студента	x	вариативная часть цикла						

15.03.04 <i>(код направления / специальности)</i>	Автоматизация технологических процессов и производств <i>(полное название направления подготовки / специальности)</i>
--	--

АТПП <i>(аббревиатура направления / специальности)</i>	Уровень подготовки	<input checked="" type="checkbox"/> специалист <input type="checkbox"/> бакалавр <input type="checkbox"/> магистр	Форма обучения очная <input type="checkbox"/> заочная <input checked="" type="checkbox"/> очно-заочная <input type="checkbox"/>
---	--------------------	---	--

<u>2019 год</u> <i>(год утверждения учебного плана ОПОП)</i>	Курсы 3,4	Количество групп <u>1</u> Количество студентов <u>20</u>
---	-----------	---

Составители программы

1) Попов А.А., ДПИ НГТУ, кафедра АЭМИС, (8313) 34-47-30

### СПИСОК ИЗДАНИЙ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1 Основная литература</b>		
1	<b>Методы классической и современной теории автоматического управления :</b> *учебник для вузов: в 5 т. Т. 1 : Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. - 656с. : ил.	10
2	<b>Методы классической и современной теории автоматического управления :</b> *учебник для вузов: в 5 т. Т. 2 : Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. - 640с. : ил.	9
3	<b>Методы классической и современной теории автоматического управления :</b> *учебник для вузов: в 5 т. Т. 3 : Синтез регуляторов систем автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. - 616с. : ил.	10
4	<b>Методы классической и современной теории автоматического управления :</b> *учебник для вузов: в 5 т. Т. 4 : Теория оптимизации систем автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. - 744с. : ил.	10
5	<b>Мирошник, И.В.</b> Теория автоматического управления : нелинейные и оптимальные системы: *учебное пособие для вузов / И. В. Мирошник. - СПб. : Питер, 2006. - 272с. : ил. - (Учебное пособие).	2
6	<b>Теория автоматического управления :</b> *учебник для вузов / Под ред. Яковлева В.Т. - М. : Высшая школа, 2003. - 567с. : ил.	1

2 Дополнительная литература		
1	<b>Гайдук, А.Р.</b> Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB : *учебное пособие для вузов / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. - 2-е изд. ; испр. - М. : Лань, 2011. - 464с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).	2
2	<b>Попов, А.А.</b> Решение типовых задач теории автоматического управления с применением пакета Mathcad 15: учеб. пособие/ А.А. Попов, Н.О. Кулигина, А.М. Мясников; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Н.Новгород, 2019. - 87 с.	20
3	<b>Леонов, Г.А.</b> Введение в теорию управления : учебное пособие для вузов / Г. А. Леонов. - СПб. : Изд-во СПУ, 2004. - 218с.	1
4	<b>Бесекерский, В.А.</b> Теория систем автоматического управления : учебное пособие для вузов / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. - 4-е изд. ; перераб. и доп. - СПб. : Профессия, 2003. - 752с. - (Специалист).	5
5	<b>Борисов, В.В.</b> Практикум по теории автоматического управления химико-технологическими процессами : аналоговые системы: *учебное пособие для вузов / В. В. Борисов, В. П. Плутто. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Химия, 1987. - 152с. : ил.	34
6	<b>Практикум по автоматике и системам управления производственными процессами</b> : *учебное пособие для вузов / Под ред. И.М. Масленикова. - М. : Химия, 1986. - 336с.	90

**Основные данные об обеспеченности на 23.09.19**  
*(дата составления рабочей программы)*

основная литература  обеспечена  не обеспечена

дополнительная литература  обеспечена  не обеспечена

## 9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

### 9.1. Ресурсы системы федеральных образовательных порталов:

1. Федеральный портал. Российское образование. <http://www.edu.ru/>
  2. Российский образовательный портал. <http://www.school.edu.ru/default.asp>
  3. Естественный научно-образовательный портал. <http://www.en.edu.ru/>
  4. Федеральный правовой портал. Юридическая Россия. <http://www.law.edu.ru/>
  5. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. <http://www.ict.edu.ru/>
  6. Российский портал открытого образования. <http://www.openet.edu.ru/>
  7. Федеральный образовательный портал. Инженерное образование. <http://www.techno.edu.ru/>
  8. Федеральный образовательный портал. Здоровье и образование. <http://www.valeo.edu.ru/>
  9. Федеральный образовательный портал. Международное образование. <http://www.international.edu.ru/>
  10. Федеральный образовательный портал. Непрерывная подготовка преподавателей. <http://www.neo.edu.ru/wps/portal>
  11. Государственное учреждение «Центр исследований и статистики науки» ЦИСН. Официальный сайт: <http://www.csrs.ru/about/default.htm>.
  12. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ. Электронный ресурс: <http://www.gks.ru>.
- Зарубежные сетевые ресурсы
13. Архив научных журналов издательства <http://iopscience.iop.org/> и т.д.

## 9.2. Научно-техническая библиотека НГТУ им. Р.Е. Алексеева <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl.html>

### 9.2.1. Электронные библиотечные системы

Электронно-библиотечная система ООО «Издательство Лань»:

Электронный каталог книг <http://library.nntu.nnov.ru/>

Электронный каталог периодических изданий <http://library.nntu.nnov.ru/>

Информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН <http://www.vlibrary.ru/>

Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE НГТУ»  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub)

Электронная библиотека "Айбукс" <http://ibooks.ru/>

Реферативные наукометрические базы

WebofScience [http://apps.webofknowledge.com/UA\\_GeneralSearch\\_input.do](http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do)

Scopus <http://www.scopus.com/>

Реферативные журналы [http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/ref\\_gyrnal\\_14.htm](http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/ref_gyrnal_14.htm)

Госты Нормы, правила, стандарты и законодательство России

<http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/norma.htm>

База данных гостей РосИнформ Вологодского ЦНТИ

[http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/baza\\_gost.htm](http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/baza_gost.htm)

Бюллетени новых поступлений литературы в библиотеку

<http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/index.htm>

Ресурсы Интернет <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/index.htm>

Персональные библиографические указатели ученых НГТУ

[http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl\\_ych.html](http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl_ych.html)

Доступ онлайн

Научные журналы НЭИКОН

ЭБС BOOK.ru.

База данных зарубежных диссертаций "ProQuestDissertation&ThesesGlobal"

ЭБС ZNANIUM.COM

ЭБС издательства "Лань"

ЭБС "Айбукс"

База данных Scopus издательства Elsevier; База данных WebofScienceCoreCollection

База данных Polpred.com Обзор СМИ

Электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/news.html>

## 9.3. Центр дистанционных образовательных технологий НГТУ им. Р.Е. Алексеева Электронная библиотека [http://cdot-nntu.ru/?page\\_id=312](http://cdot-nntu.ru/?page_id=312)

### 9.4 Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ <http://http://www.dpi-ngtu.ru/>

#### 9.4.1. Электронные библиотечные системы

Электронно-библиотечная система ООО «Издательство Лань»: <http://e.lanbook.com/>

Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» <http://biblio-online.at/home?1>

Информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»  
<http://window.edu.ru/catalog/>

Госты Нормы, правила, стандарты и законодательство России <http://gost-rf.ru/>

Электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

#### 9.4.2. Информационные ресурсы библиотеки ДПИ НГТУ

Электронный каталог - локально

Электронная библиотека - локально

База выполненных запросов - локально

## **Реферативные журналы Falcon 2.0** - локально

Справочно-поисковая система «КонсультантПлюс» - локально

Виртуальная выставка трудов преподавателей ДПИ НГТУ <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/1115—2015>

Виртуальная выставка трудов преподавателей ДПИ НГТУ (Архив) <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/862-virtvistavkaprepeddingtu>

Библиографические указатели преподавателей ДПИ НГТУ <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/798-biblukazateliprepodovdpi>

Бюллетень новых поступлений [http://dpi-ngtu.ru/doc\\_for\\_load/novie\\_postuplenia.pdf](http://dpi-ngtu.ru/doc_for_load/novie_postuplenia.pdf)

Периодические издания: «Периодические издания ДПИ НГТУ»; «Сводный список журналов»;

«Журналы в интернете» <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/periodizdaniya>

Виртуальные выставки <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/virtvistavki>

Научно-техническая библиотека НГТУ им. Р.Е. Алексеева

<http://www.nntu.rii/RUS/biblioteka/bilt.html>

### **9.4.3. Интернет-ресурсы** <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/resources>

Официальные сайты

Образовательные ресурсы

Библиотеки в интернете

Патенты и стандарты

Информационные центры

Энциклопедии, справочники, словари

## **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

**10.1.** Методические рекомендации, разработанные преподавателем:

<http://dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/resources/666-mukafedriais>

- **Аппроксимация переходных характеристик объектов с самовыравниванием.** Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Теория автоматического управления» для студентов направления подготовки 15.03.04 - «Автоматизация технологических процессов и производств» всех форм обучения, - Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Н. Новгород, 2018. -8 с.

**10.2. Методические рекомендации НГТУ им. Р.Е.Алексеева:**

- Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_aydit\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20). Дата обращения 23.09.2015.
- Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_organiz\\_samoct\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samoct_rab.pdf?20).
- Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес:

[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf).

- Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf).

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

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента для выполнения задач, таких как:

- оформление отчетов по лабораторному занятию;
- использование электронной образовательной среды института;
- использование специализированного программного обеспечения;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты;

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение:

Microsoft Office 2010 стандартный (Word, Power Point, Access, Excel), Консультант, Adobe Reader 11, MathCad;

- Портал электронного обучения ДПИ НГТУ

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

**Таблица 12.1** – Сведения о помещениях

№ ауд	Наименование аудитории	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
1347	Аудитория лекционных занятий	74	60
1440	Вычислительный зал	82,3	16

**Таблица 12.2** - Основное учебное оборудование

№ ауд	Наименование специализированных аудиторий и лабораторий	Перечень основного оборудования
1440	Вычислительный зал	16 персональных компьютеров (CPU Intel core i5-10400/Ram 16 Gb/SSD 500 Gb/ Intel UHD Graphics 630)
1347	Аудитория лекционных занятий	Презентационная техника (проектор, экран, ноутбук).

**Таблица 12.3** – Программные продукты, используемые при проведении лабораторных работ по дисциплине

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Назначение
1.	Лабораторные работы	MathCad 15.0	Инженерные расчеты