

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

**Дзержинский политехнический институт (филиал)**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_ А.М. Петровский

“\_05\_” мая 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.Б.26 Теория автоматического управления**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность: Разработка автоматизированных систем управления

Форма обучения: очная, заочная

Год начала подготовки 2022

Выпускающая кафедра Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы

Кафедра-разработчик Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы

Объем дисциплины 396/11  
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: к.т.н., доцент А.А. Попов

Дзержинск 2022

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 09 августа 2021 года № 730 на основании учебного плана, принятого УС ДПИ НГТУ

протокол от 28.04.2022 № 8

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика РПД Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы  
протокол от 05.05.2022 № 6

Зав. кафедрой к.т.н, доцент

\_\_\_\_\_ Л.Ю.Вадова  
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы

к.т.н, доцент

\_\_\_\_\_ Л.Ю. Вадова  
(подпись)

Начальник ОУМБО

\_\_\_\_\_ И.В. Старикова  
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в ОУМБО: 15.03.04 - 26

## СОДЕРЖАНИЕ

1	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
2	МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3	КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	4
4	СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
5	ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	22
6.	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	27
7.	ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	27
8.	ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....	28
9.	МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	29
10	МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	30
11.	ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	33

## 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1 ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Целью освоения дисциплины является

- получение математического описания систем управления;
- параметрическая оптимизация систем управления в соответствии с выбранными критериями оптимизации.

### 1.2 ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):

- изучение структурных схем и правил построения систем управления;
- изучение методов параметрической оптимизации.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Теория автоматического управления» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: физика, математика, информатика, математические основы теории управления.

Дисциплина «Теория автоматического управления» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: технические средства автоматизации, проектирование автоматизированных систем, автоматизация технологических процессов и производств.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

## 3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1

### Формирование компетенции ОПК-11 дисциплинами

#### Очное обучение

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	
		1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-11	Моделирование систем								
	Математические основы теории управления								
	Теория автоматического управления								
	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-11. Способен проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов, оценивать результаты исследований	ИОПК-11.2. Получает математическое описание объекта управления	<b>Знать:</b> математическое описание объектов управления	<b>Уметь:</b> классифицировать объекты управления	<b>Владеть:</b> навыками получения математического описания объектов управления	Тестирование в системе MOODLE. (в базе тестирования 50 вопросов), выполнение 2 контрольных работ (по 10 вариантов в каждой контрольной работе)	Вопросы для устного собеседования и решения задач: билеты (16 билетов)
	ИОПК-11.3. Выполняет параметрическую оптимизацию системы автоматического регулирования	<b>Знать:</b> методы параметрической оптимизации	<b>Уметь:</b> применять методы параметрической оптимизации	<b>Владеть:</b> навыками оценки качества при проведении параметрической оптимизации	Тестирование в системе MOODLE. (в базе тестирования 50 вопросов), выполнение 1 контрольной работы (10 вариантов)	Вопросы для устного собеседования и решения задач: билеты (15 билетов)

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 11 зач.ед./396 часов, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в табл. 3 и 4.

Формат изучения дисциплины: с использованием элементов электронного обучения

Таблица 3

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очной формы обучения**

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		5	6
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем</b> (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	146	72	74
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	136	68	68
- лекции (Л)	68	34	34
- лабораторные работы (ЛР)	34	17	17
- практические занятия (ПЗ)	34	17	17
- практикумы (П)	-		
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	10	4	6
- групповые консультации по дисциплине	4	2	2
групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	4	2	2
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся: - по проектированию: курсовая работа - по выполнению РГР - по выполнению КР - по составлению реферата (доклада, эссе)	2	-	2
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	160	90	70
<b>Вид промежуточной аттестации экзамен</b>	Экзамен, экзамен / 90	Экзамен /54	Экзамен /36
<b>Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы</b>	396/11	216/6	180/5

Таблица 4

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам  
для студентов заочной формы обучения**

Вид учебной работы		Всего часов	Курс	
			3	4
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:</b>		48	22	26
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего)</b>		38	18	20
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>		10	4	6
групповые консультации по дисциплине		4	2	2
групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)		4	2	2
индивидуальная работа преподавателя с обучающимся:				
- по проектированию: проект (курсовая работа)		2	-	2
- по выполнению контрольных работ		-	-	-
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>		330	149	181
<b>Вид промежуточной аттестации (экзамен)</b>		Экзамен, экзамен/18	Экзамен//9	Экзамен//9
<b>Общая трудоёмкость, ч./зачетные единицы</b>		396/11	180/5	216/6

## 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Содержание дисциплины, структурированное по темам, приведено в таблицах 5 и 6.

Таблица 5

### Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки и (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
<b>5 семестр</b>									
<b>ОПК-11, ИОПК-11.2, ИОПК-11.3</b>	<b>Раздел 1.</b> Основные понятия и определения. Классификации систем управления								
	<b>Тема 1.1.</b> Теория автоматического управления как наука	4	-	-	10	Подготовка к лекциям. 6.1.6: с. 15-28; 6.2.2: с. 6-9	Участие в групповых обсуждениях		
	<b>Тема 1.2.</b> Классификации систем управления	6	-	-	10	Подготовка к лекциям, тестированию. 6.1.6: с. 29-34; 6.2.2: с. 10-13	Собеседование, тестирование в СДО MOODLE		
	<b>Раздел 2.</b> Математическое описание систем автоматического регулирования								
	<b>Тема 2.1.</b> Динамические характеристики систем и объектов управления	8	-	-	20	Подготовка к лекциям, практическим занятиям,	Собеседование, тестирование в СДО MOODLE		



Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки и (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.6: с. 48-57; 6.2.2: с. 15-17			
	<b>Тема 2.2.</b> Типовые линейные звенья и их характеристики	6	-	-	20	Подготовка к лекциям, тестированию, практическим занятиям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.6: с. 67-93; 6.2.2: с. 17-19	Собеседование, тестирование в СДО MOODLE		
	<b>Практическое занятие 1.</b> Нахождение динамических характеристик объекта управления	-	-	4	-		Обсуждение заданий		
	<b>Практическое занятие 2.</b> Нахождение общей передаточной функции по каналу управления	-	-	4	-		Обсуждение заданий		
	<b>Практическое занятие 3.</b> Нахождение общей передаточной функции по каналу возмущения	-	-	3	-		Обсуждение заданий		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки и (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	<b>Лабораторная работа 1.</b> Построение динамических характеристик сложных объектов управления	-	6	-	-	Работа с теоретическим материалом по теме 6.2.2: с. 73-74	Обсуждение заданий, защита отчета		
	<b>Лабораторная работа 2.</b> Построение частотных характеристик объектов управления	-	6	-	-	Работа с теоретическим материалом по теме 6.2.2: с. 74-79	Обсуждение заданий, защита отчета		
	<b>Раздел 3.</b> Устойчивость линейных систем								
	<b>Тема 3.1.</b> Режимы линейных систем управления	4	-	-	10	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.6: с. 98-101; 6.2.2: с. 20-23	Собеседование, тестирование в СДО MOODLE		
	<b>Тема 3.2.</b> Критерии устойчивости линейных систем	6	-	-	20	Подготовка к лекциям, тестированию, практическим занятиям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.6: с. 98-101; 6.2.2: с. 24-26	Собеседование, тестирование в СДО MOODLE		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки и (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	<b>Практическое занятие 4.</b> Исследование устойчивости по критериям Рауса-Гурвица, Найквиста, корневым методом	-	-	6	-				
	<b>Лабораторная работа 3.</b> Нахождение границы устойчивости линейной САУ	-	5	-	-	Работа с теоретическим материалом по теме 6.2.2: с. 80-84			
	<b>Итого по 5 семестру</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>90</b>				
<b>6 семестр</b>									
<b>ОПК-11, ИОПК-11.2, ИОПК-11.3</b>	<b>Раздел 4.</b> Параметрическая оптимизация линейных систем								
	<b>Тема 4.1.</b> Критерии оценки качества процессов регулирования в системах с промышленными регуляторами	4	-	-	8	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.6: с. 133-157; 6.2.2: с. 27-30	Собеседование, тестирование в СДО MOODLE		
	<b>Тема 4.2.</b> Методы параметрической оптимизации систем управления в промышленности	12	-	-	10	Подготовка к лекциям, тестированию, практическим занятиям, выполнение заданий для самостоятельной	Собеседование, тестирование в СДО MOODLE		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки и (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						работы. 6.1.6: с. 158-211; 6.2.2: с. 17-19			
	<b>Практическое занятие 5.</b> Сравнение процессов регулирования в замкнутых системах по временным оценкам качества	-	-	4					
	<b>Лабораторная работа 4.</b> Аппроксимация переходных характеристик объектов с самовыравниванием	-	6	-		Работа с теоретическим материалом по теме 6.2.2: с. 37-39			
	<b>Лабораторная работа 5.</b> Аппроксимация переходных характеристик объектов с самовыравниванием	-	5	-		Работа с теоретическим материалом по теме 6.2.2: с. 40-45			
	<b>Лабораторная работа 6.</b> Аппроксимация переходных характеристик объектов с самовыравниванием	-	6	-		Работа с теоретическим материалом по теме 6.2.2: с. 40-45			
	<b>Раздел 5.</b> Элементы теории нелинейных систем								
	<b>Тема 5.1.</b> Нелинейные системы и их элементы	4	-	-	6	Подготовка к лекциям, практическим занятиям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы.	Собеседование, тестирование в СДО MOODLE		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки и (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						6.1.6: с. 292-303			
	<b>Тема 5.2.</b> Исследование устойчивости нелинейных систем	4	-	-	4	Подготовка к лекциям, практическим занятиям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.6: с. 316-367	Собеседование		
	<b>Практическое занятие 6.</b> Нахождение выходного сигнала сложного нелинейного элемента	-	-	6	-		Обсуждение заданий		
	<b>Практическое занятие 7.</b> Исследование устойчивости нелинейной системы управления	-	-	7			Обсуждение заданий		
	<b>Раздел 6.</b> Элементы теории импульсных систем								
	<b>Тема 6.1.</b> Виды импульсной модуляции	4	-	-	4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.6: с. 212-259	Собеседование, тестирование в СДО MOODLE		

Планируемые (контролируем ые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализаци я в рамках практичес -кой подготовк и (трудоем- кость в часах)	Наименова- ние разработан- ного электронно- го курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	<b>Тема 6.2.</b> Синтез систем регулирования на основе импульсных регуляторов	4	-	-	4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.6: с. 260-291	Собеседование, тестирование в СДО MOODLE		
	<b>Раздел 7.</b> Стохастические процессы в системах управления								
	<b>Тема 7.1.</b> Стохастические процессы в системах управления	2	-	-	4	Подготовка к лекциям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.6: с. 370-388	Собеседование		
	<b>Выполнение курсовой работы</b>	-	-	-	30				
	<b>Итого по 6 семестру</b>	34	17	17	70				
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>160</b>				

Таблица 6

Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов заочной формы обучения

Планируемые (контролируем ые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализаци я в рамках практичес -кой подготовк и (трудоем- кость в часах)	Наименова- ние разработан- ного электронно- го курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
<b>3 курс</b>									
<b>ОПК-11, ИОПК-11.2, ИОПК-11.3</b>	<b>Раздел 1.</b> Основные понятия и определения. Классификации систем управления								
	<b>Тема 1.1.</b> Теория автоматического управления как наука	0,6	-	-	20	Подготовка к лекциям. 6.1.6: с. 15-28; 6.2.2: с. 6-9	Участие в групповых обсуждениях		
	<b>Тема 1.2.</b> Классификации систем управления	1	-	-	20	Подготовка к лекциям, тестированию. 6.1.6: с. 29-34; 6.2.2: с. 10-13	Собеседование, тестирование в СДО MOODLE		
	<b>Раздел 2.</b> Математическое описание систем автоматического регулирования								
	<b>Тема 2.1.</b> Динамические характеристики систем и объектов управления	1,2	-	-	29	Подготовка к лекциям, практическим занятиям, тестированию, выполнение заданий	Собеседование, тестирование в СДО MOODLE		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки и (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						для самостоятельной работы. 6.1.6: с. 48-57; 6.2.2: с. 15-17			
	<b>Тема 2.2.</b> Типовые линейные звенья и их характеристики	1	-	-	40	Подготовка к лекциям, тестированию, практическим занятиям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.6: с. 67-93; 6.2.2: с. 17-19	Собеседование, тестирование в СДО MOODLE		
	<b>Практическое занятие 1.</b> Нахождение динамических характеристик объекта управления	-	-	1,5	-		Обсуждение заданий		
	<b>Практическое занятие 2.</b> Нахождение общей передаточной функции по каналу управления	-	-	1,5	-		Обсуждение заданий		
	<b>Практическое занятие 3.</b> Нахождение общей передаточной функции по каналу возмущения	-	-	1	-		Обсуждение заданий		
	<b>Лабораторная работа 1.</b> Построение динамических характеристик сложных	-	2	-	-	Работа с теоретическим материалом по теме	Обсуждение заданий, защита		



Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки и (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	объектов управления					6.2.2: с. 73-74	отчета		
	<b>Лабораторная работа 2.</b> Построение частотных характеристик объектов управления	-	2	-	-	Работа с теоретическим материалом по теме 6.2.2: с. 74-79	Обсуждение заданий, защита отчета		
	<b>Раздел 3.</b> Устойчивость линейных систем								
	<b>Тема 3.1.</b> Режимы линейных систем управления	1,2	-	-	20	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.6: с. 98-101; 6.2.2: с. 20-23	Собеседование, тестирование в СДО MOODLE		
	<b>Тема 3.2.</b> Критерии устойчивости линейных систем	1	-	-	20	Подготовка к лекциям, тестированию, практическим занятиям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.6: с. 98-101; 6.2.2: с. 24-26	Собеседование, тестирование в СДО MOODLE		
	<b>Практическое занятие 4.</b> Исследование устойчивости по критериям Рауса-	-	-	2	-				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки и (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Гурвица, Найквиста, корневым методом								
	Лабораторная работа 3. Нахождение границы устойчивости линейной САУ	-	2	-	-	Работа с теоретическим материалом по теме 6.2.2: с. 80-84			
	<b>Итого по 3 курсу</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>149</b>				
<b>4 курс</b>									
<b>ОПК-11, ИОПК-11.2, ИОПК-11.3</b>	<b>Раздел 4. Параметрическая оптимизация линейных систем</b>								
	<b>Тема 4.1. Критерии оценки качества процессов регулирования в системах с промышленными регуляторами</b>	1	-	-	20	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.6: с. 133-157; 6.2.2: с. 27-30	Собеседование, тестирование в СДО MOODLE		
	<b>Тема 4.2. Методы параметрической оптимизации систем управления в промышленности</b>	2	-	-	20	Подготовка к лекциям, тестированию, практическим занятиям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.6: с. 158-211;	Собеседование, тестирование в СДО MOODLE		

Планируемые (контролируем ые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализаци я в рамках практичес -кой подготовк и (трудоем- кость в часах)	Наименова- ние разработан- ного электронно- го курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						6.2.2: с. 17-19			
	<b>Практическое занятие 5.</b> Сравнение процессов регулирования в замкнутых системах по временным оценкам качества	-	-	2					
	<b>Лабораторная работа 4.</b> Аппроксимация переходных характеристик объектов с самовыравниванием	-	2	-		Работа с теоретическим материалом по теме 6.2.2: с. 37-39			
	<b>Лабораторная работа 5.</b> Аппроксимация переходных характеристик объектов с самовыравниванием	-	2	-		Работа с теоретическим материалом по теме 6.2.2: с. 40-45			
	<b>Лабораторная работа 6.</b> Аппроксимация переходных характеристик объектов с самовыравниванием	-	2	-		Работа с теоретическим материалом по теме 6.2.2: с. 40-45			
	<b>Раздел 5.</b> Элементы теории нелинейных систем								
	<b>Тема 5.1.</b> Нелинейные системы и их элементы	1	-	-	20	Подготовка к лекциям, практическим занятиям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.6: с. 292-303	Собеседование, тестирование в СДО MOODLE		

Планируемые (контролируем ые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализаци я в рамках практичес -кой подготовк и (трудоем- кость в часах)	Наименова- ние разработан- ного электронно- го курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	<b>Тема 5.2.</b> Исследование устойчивости нелинейных систем	1	-	-	20	Подготовка к лекциям, практическим занятиям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.6: с. 316-367	Собеседование		
	<b>Практическое занятие 6.</b> Нахождение выходного сигнала сложного нелинейного элемента	-	-	2	-		Обсуждение заданий		
	<b>Практическое занятие 7.</b> Исследование устойчивости нелинейной системы управления	-	-	2			Обсуждение заданий		
	<b>Раздел 6.</b> Элементы теории импульсных систем								
	<b>Тема 6.1.</b> Виды импульсной модуляции	1	-	-	20	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.6: с. 212-259	Собеседование, тестирование в СДО MOODLE		
	<b>Тема 6.2.</b> Синтез систем регулирования на основе импульсных регуляторов	1	-	-	20	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий	Собеседование, тестирование в СДО MOODLE		

Планируемые (контролируем ые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализаци я в рамках практичес -кой подготовк и (трудоем- кость в часах)	Наименова- ние разработан- ного электронно- го курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						для самостоятельной работы. 6.1.6: с. 260-291			
	<b>Раздел 7. Стохастические процессы в системах управления</b>								
	<b>Тема 7.1. Стохастические процессы в системах управления</b>	1	-	-	20	Подготовка к лекциям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.6: с. 370-388	Собеседование		
	<b>Выполнение курсовой работы</b>	-	-	-	41				
	<b>Итого по 4 курсу</b>	8	6	6	140				
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>330</b>				

## 5 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

### 5.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

#### *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, энергетика, математика 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

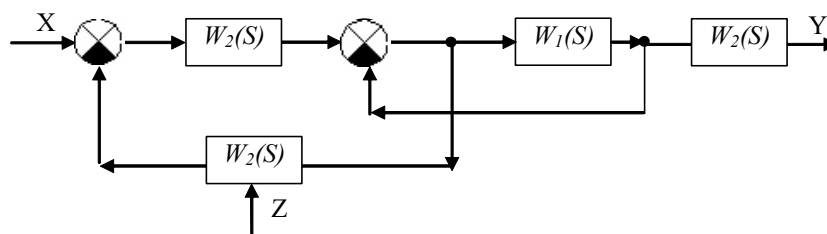
$$W(s) = \frac{k \cdot e^{-s\tau}}{s(Ts + 1)} \text{ _____}$$

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

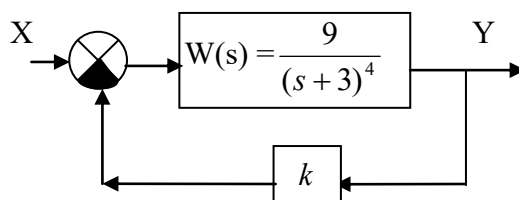
#### **Задания к практическим занятиям**

Пример заданий к практическим занятиям. Оценочные средства в полном объеме хранятся на кафедре «Автоматизация, энергетика, математика 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, энергетика, математика 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

## Перечень вопросов для обсуждения на лекционных и практических занятиях по дисциплине Б1.Б.26 «Теория автоматического управления»

1. Структурные схемы систем автоматического управления (САУ). Разомкнутые и замкнутые САУ.
2. Объект управления. Понятие, особенности, примеры.
3. Структура автоматических систем регулирования (АСР). Классификация АСР по цели.
4. Принцип суперпозиции. Линейные объекты и системы.
5. Принцип суперпозиции. Определение линейных систем.
6. Передаточная функция объекта. Ее связь с временными характеристиками.
7. Передаточная функция объекта. Ее связь с динамическими характеристиками.
8. Последовательное и параллельное соединение звеньев.
9. Обратная связь, ее значение. Положительная и отрицательная обратная связь.
10. Типовые входные сигналы.
11. Переходная характеристика объекта. Определение и экспериментальное получение.
12. Импульсная переходная функция объекта ИПФ  $k(t)$ .
13. Частотные характеристики объекта. Их физический смысл.
14. Связь динамических характеристик со статическими.
15. Усилительное звено.
16. Аperiodическое звено 1-го порядка.
17. Аperiodическое звено 2-го порядка.
18. Колебательное звено. Условие колебательности.
19. Интегрирующее звено.
20. Идеальное дифференцирующее звено.
21. Реальное дифференцирующее звено.
22. Звено чистого запаздывания.
23. Линейный интегральный критерий.
24. ПИ-закон регулирования. Основные характеристики. Время интегрирования и время изодрома. Качество процессов регулирования в АСР с ПИ-регулятором.
25. Дифференциальный закон регулирования. Основные характеристики и особенности.
26. Степень колебательности.
27. Пропорциональный закон регулирования. Основные характеристики. Оценка статической ошибки в АСР с П-регулятором.
28. Интегральный закон регулирования. Основные характеристики. Главное достоинство И-регулятора.
29. Понятие оптимального переходного процесса и оптимальных настроек регулятора.
30. Виды оптимальных переходных процессов.
31. ПД-закон регулирования. Основные характеристики. Время дифференцирования и время предварения. Достоинства и недостатки систем с ПД-регулятором.
32. Понятие запаса устойчивости и качества процесса регулирования.
33. Степень устойчивости системы.
34. Прямые оценки качества переходных процессов в АСР.
35. Интегральные критерии оценки качества процессов регулирования. Их преимущества.
36. Модульный интегральный критерий.
37. Квадратичный интегральный критерий.
38. Метод Циглера-Никольса как приближенный метод определения оптимальных параметров настройки регулятора.
39. Аппроксимация переходных характеристик объектов регулирования стандартными



- характеристиками. Объекты с самовыравниванием и без самовыравнивания.
40. ПИД-закон регулирования. Основные характеристики. Время интегрирования и время изодрома. Качество процессов регулирования в АСР с ПИД-регулятором.
  41. Расширенные частотные характеристики объектов.
  42. Автоколебания. Определение, особенности незатухающих колебаний в нелинейной системе. Изображение на фазовой плоскости.
  43. Степень затухания.
  44. Метод гармонического баланса.
  45. Типовые нелинейности с однозначными статическими характеристиками.
  46. Импульсная модуляция непрерывных сигналов.
  47. Особенности нелинейных систем.
  48. Метод гармонической линеаризации.
  49. Определение направления движения на фазовой плоскости.
  50. Определение нелинейных систем. Виды нелинейных элементов в зависимости от статических характеристик.
  51. Расчет оптимальных параметров настройки регулятора методом РАФХ.
  52. Передаточная функция объекта и импульсного регулятора в терминах  $Z$ -преобразования.
  53. Типовые нелинейности с гистерезисом.
  54. Линеаризация слабых нелинейностей разложением в ряд Тейлора.
  55. Устойчивость нелинейных систем. Теоремы Ляпунова.
  56. Критерий Бендиксона.
  57. Фазовое пространство. Определение фазовых координат, фазовой траектории, фазового портрета системы.
  58. Решетчатые функции, разностные уравнения, суммы.
  59. Особенности фазовых портретов нелинейных систем.
  60. Дискретное преобразование Лапласа.
  61. Импульсные регуляторы и их применение.
  62.  $Z$ -преобразование.

## 5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся очной формы и традиционная система контроля и оценки успеваемости обучающихся заочной формы. Основные требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине и шкала оценивания приведены в таблицах 7 и 8.

Таблица 7

### Требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине

Виды работ	Количество подвидов работы	Максимальные баллы за подвид работы				Штрафные баллы
		1	2	3	4	За нарушение сроков сдачи
Тестирование	2	5	5	-	-	-
Выполнение контрольных практических заданий	2	5	5	-	-	-
Защита лабораторных работ	3	10	10	10	-	-
Защита курсовой работы	1	50	-	-	-	-

**Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-54% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 55-70% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 71-85% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 86-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ОПК-11. Способен проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов, оценивать результаты исследований	ИОПК-11.2. Получает математическое описание объекта управления ИОПК-11.3. Выполняет параметрическую оптимизацию системы автоматического регулирования	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает основ теории автоматического управления, не может использовать их в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по основам теории автоматического управления. Изложение полученных знаний неполное, однако, это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании основных положений и их применении	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

- 6.1.1 Методы классической и современной теории автоматического управления :** \*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.
- 6.1.2 Методы классической и современной теории автоматического управления :** \*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.
- 6.1.3 Методы классической и современной теории автоматического управления :** \*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
- 6.1.4 Методы классической и современной теории автоматического управления :** \*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.
- 6.1.5 Мирошник, И.В.** Теория автоматического управления : нелинейные и оптимальные системы: \*учебное пособие для вузов / И. В. Мирошник. - СПб. : Питер, 2006. - 272с. : ил. - (Учебное пособие).
- 6.1.6 Теория автоматического управления :** \*учебник для вузов / Под ред. Яковлева В.Т. - М. : Высшая школа, 2003. - 567с. : ил.

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных выше на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

### **6.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ**

- 6.2.1 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.
- 6.2.2 Гайдук, А.Р.** 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).
- 6.2.3 Бесекерский, В.А.** 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).

## **7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### **7.1. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента.

Информационные технологии применяются в следующих направлениях: при подготовке и оформлении курсовой работы, выполнении заданий для самостоятельной работы.

Таблица 9

**Перечень электронных библиотечных систем**

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>

**7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Таблица 10

**Программное обеспечение**

№ п/п	Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	Microsoft Windows 10 (подписка MSDN 700593597, подписка DreamSparkPremium, 19.06.19)	Adobe Acrobat Reader <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a>
2	Microsoft office 2010 (Лицензия № 49487295 от 19.12.2011)	OpenOffice <a href="https://www.openoffice.org/ru/">https://www.openoffice.org/ru/</a>
3	Консультант Плюс	PTC Mathcad Express <a href="https://www.mathcad.com/ru">https://www.mathcad.com/ru</a>

**Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

В таблице 11 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ).

Таблица 11

**Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

№ п/п	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>
3	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	<a href="https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus">https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus</a>
4	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети

**8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ**

В таблице 12 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 12

### Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

### 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 13 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ДПИ НГТУ.

Таблица 13

### Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1343 Аудитория для лекционных и практических занятий. Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Intel Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20" – 1 шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; Экран – 1 шт.	
2	1234 Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ,	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 10 Домашняя (поставка с ПК)</li> <li>• LibreOffice 6.1.2.1. (свободное)</li> </ul>

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	студенческий читальный зал; Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	проектор, на базе Intel Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20' – 1 шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; Экран – 1 шт.; Набор учебно-наглядных пособий	ПО) • Foxit Reader (свободное ПО); • 7-zip для Windows (свободное ПО)
3	<b>1443а</b> компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	ПК на базе Intel Celeron 2.67 ГГц, 2 Гб ОЗУ, монитор Acer 17' – 4 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium) • Apache OpenOffice 4.1.8 (свободное ПО); • Mozilla Firefox (свободное ПО); • Adobe Acrobat Reader (свободное ПО); • 7-zip для Windows (свободное ПО); • КонсультантПлюс (ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018);
4	1440 Компьютерный класс; Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Оснащён ПК, CPU Intel core i5-10400/Ram 16 Gb/SSD 500 Gb/ Intel UHD Graphics 630 – 16 шт.	• Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium) • Apache OpenOffice 4.1.8 (свободное ПО); • Mozilla Firefox (свободное ПО); • Adobe Acrobat Reader (свободное ПО); • 7-zip для Windows (свободное ПО); • КонсультантПлюс (ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018)

## 10 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводится в электронной информационно-образовательной среде института (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- текущий контроль знаний в форме тестирования в среде MOODLE.

При преподавании дисциплины «Теория автоматического управления» используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность обучающихся при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса, что дает

возможность обсудить материал с обучающимися во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Материалы лекций в виде слайдов находятся в свободном доступе в системе MOODLE и могут быть получены до чтения лекций и проработаны обучающимися в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет обучающимся проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием как встреч с обучающимися, так и современных информационных технологий (электронная почта).

Иницируется активность обучающихся, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы обучающегося, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса в основном освоено. При устных собеседованиях обучающийся последовательно излагает учебный материал; при затруднениях способен после наводящих вопросов продолжить обсуждение, справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если обучающийся при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## 10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблицы 5 и 6). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к

мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков решения задач, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

### **10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ**

Подготовку к каждой лабораторной работе обучающийся должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

### **10.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающихся к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающихся на занятиях и в качестве выполненных заданий для самостоятельной работы и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины, обучающиеся могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (таблица 13). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде института (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

### **10.6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**



Выполнение курсовой работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы.

Выбор темы осуществляется преподавателем по вариантам, определяемым в случайном порядке. Для каждой из 4 тем разработано по 8 вариантов. Рекомендации и примеры выполнения разделов курсовой работы реализованы в виде видеороликов, ссылки на которые высылаются каждому студенту на электронную почту.

Оформление курсовой работы осуществляется в шаблонах формата .docx, высылаемых каждому студенту на электронную почту. Консультирование по выполнению курсовой работы организуется очно и по электронной почте.

Защита курсовой работы проводится в виде выступления студента по ключевым этапам выполнения разделов с четкой постановкой задач этапа, методики их выполнения и анализом полученных результатов.

Для приобретения навыков публичных выступлений по результатам работы и подготовки к основной фазе защиты выпускной квалификационной работы защита курсовой работы проводится в виде доклада по графическому материалу, представляемому студентом на двух плакатах формата А1.

### Примерная тематика курсовых работ

1. Параметрическая оптимизация линейной системы автоматического регулирования температуры
2. Параметрическая оптимизация линейной системы автоматического регулирования уровня
3. Параметрическая оптимизация линейной системы автоматического регулирования давления
4. Параметрическая оптимизация линейной системы автоматического регулирования расхода

## 11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

Для текущего контроля знаний обучающихся по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- проведение практических занятий;
- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса;
- защита отчетов по лабораторным работам;
- выполнение заданий для самостоятельной работы;

#### 11.1.1. Типовые тестовые задания

*Примеры тестовых заданий по дисциплине*

Вопросы	Тестовые задания
Основные понятия и определения. Классификации систем управления (СУ)	Как называют объединение любых элементов, рассматриваемых как связанное целое? <b>а) система</b> б) группа в) коммуникация г) совокупность

Вопросы	Тестовые задания
Математическое описание систем автоматического регулирования (САР)	К линейным операциям можно отнести 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>

11.1.2. Типовые задания для самостоятельной работы **обучающихся заочной формы** (оценочные средства в полном объеме хранятся на кафедре «Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы»)

11.1.3. Типовые задания для самостоятельной работы **обучающихся очной формы** (оценочные средства в полном объеме хранятся на кафедре «Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы»).

## **11.2. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине – Курсовая работа, экзамен: по результатам накопительного рейтинга или в форме компьютерного тестирования для обучающихся очной формы и в форме компьютерного тестирования для обучающихся заочной формы.

### **Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену 5 семестра (ОПК-11; ИОПК-11.2, 11..3):**

Структурные схемы систем автоматического управления (САУ). Разомкнутые и замкнутые САУ.

Объект управления. Понятие, особенности, примеры.

Структура автоматических систем регулирования (АСР). Классификация АСР по цели.

Принцип суперпозиции. Линейные объекты и системы.

Принцип суперпозиции. Определение линейных систем.

Передаточная функция объекта. Ее связь с временными характеристиками.

Передаточная функция объекта. Ее связь с динамическими характеристиками.

Последовательное и параллельное соединение звеньев.

Обратная связь, ее значение. Положительная и отрицательная обратная связь.

Типовые входные сигналы.

Переходная характеристика объекта. Определение и экспериментальное получение.

Импульсная переходная функция объекта ИПФ  $k(t)$ .

Частотные характеристики объекта. Их физический смысл.

Связь динамических характеристик со статическими.

Усилительное звено.

Апериодическое звено 1-го порядка.

Апериодическое звено 2-го порядка.

Колебательное звено. Условие колебательности.

Интегрирующее звено.

Идеальное дифференцирующее звено.

Реальное дифференцирующее звено.

Звено чистого запаздывания.

Линейный интегральный критерий.

### **Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену 6 семестра (ОПК-11; ИОПК-11.2, 11..3):**

ПИ-закон регулирования. Основные характеристики. Время интегрирования и время изодрома. Качество процессов регулирования в АСР с ПИ-регулятором.

Дифференциальный закон регулирования. Основные характеристики и особенности.

Степень колебательности.

Пропорциональный закон регулирования. Основные характеристики. Оценка статической ошибки в АСР с П-регулятором.

Интегральный закон регулирования. Основные характеристики. Главное достоинство И-регулятора.

Понятие оптимального переходного процесса и оптимальных настроек регулятора.

Виды оптимальных переходных процессов.

ПД-закон регулирования. Основные характеристики. Время дифференцирования и время предварения. Достоинства и недостатки систем с ПД-регулятором.

Понятие запаса устойчивости и качества процесса регулирования.

Степень устойчивости системы.  
 Прямые оценки качества переходных процессов в АСР.  
 Интегральные критерии оценки качества процессов регулирования. Их преимущества.  
 Модульный интегральный критерий.  
 Квадратичный интегральный критерий.  
 Метод Циглера-Никольса как приближенный метод определения оптимальных параметров настройки регулятора.  
 Аппроксимация переходных характеристик объектов регулирования стандартными характеристиками. Объекты с самовыравниванием и без самовыравнивания.  
 ПИД-закон регулирования. Основные характеристики. Время интегрирования и время изодрома. Качество процессов регулирования в АСР с ПИД-регулятором.  
 Расширенные частотные характеристики объектов.  
 Автоколебания. Определение, особенности незатухающих колебаний в нелинейной системе. Изображение на фазовой плоскости.  
 Степень затухания.  
 Метод гармонического баланса.  
 Типовые нелинейности с однозначными статическими характеристиками.  
 Импульсная модуляция непрерывных сигналов.  
 Особенности нелинейных систем.  
 Метод гармонической линеаризации.  
 Определение направления движения на фазовой плоскости.  
 Определение нелинейных систем. Виды нелинейных элементов в зависимости от статических характеристик.  
 Расчет оптимальных параметров настройки регулятора методом РАФХ.  
 Передаточная функция объекта и импульсного регулятора в терминах Z-преобразования.  
 Типовые нелинейности с гистерезисом.  
 Линеаризация слабых нелинейностей разложением в ряд Тейлора.  
 Устойчивость нелинейных систем. Теоремы Ляпунова.  
 Критерий Бендиксона.  
 Фазовое пространство. Определение фазовых координат, фазовой траектории, фазового портрета системы.  
 Решетчатые функции, разностные уравнения, суммы.  
 Особенности фазовых портретов нелинейных систем.  
 Дискретное преобразование Лапласа.  
 Импульсные регуляторы и их применение.  
 Z-преобразование.

### **Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования**

<b>Кол-во заданий в банке вопросов</b>	<b>Кол-во заданий, предъявляемых обучающемуся</b>	<b>Время на тестирование, мин.</b>
100	10	15

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО MOODLE.