

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

“10” \_\_\_\_\_ июня \_\_\_\_\_ 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.Б.32 Математические основы теории 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 2024

Выпускающая кафедра Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы

Кафедра-разработчик Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы

Объем дисциплины 216/6  
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет с оценкой

Разработчик: к.ф.-м.н., доцент А.Н. Лобаев

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 РФ от 09.08.2021 №730 на основании учебного плана, принятого УС ДПИ НГТУ

протокол от 05.06.2024 № 10

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика РПД Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы  
протокол от 10.06.2024 № 7

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 - 32

## 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.....	7
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	19
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	24
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	25
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	26
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	27
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	28
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	30

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Цель освоения дисциплины:** Формирование математической культуры студентов, освоение фундаментальных основ теории автоматического управления для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания

**1.2. Задачи освоения дисциплины:** заключаются в формировании у студентов знаний и умений в применении математического аппарата при овладении теорией автоматического управления и разработанной на ее основе методики анализа и синтеза автоматических систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Б1.Б.32 «Математические основы теории 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: Математика, Физика. Программирование и алгоритмизация, Прикладное программное обеспечение, Программное обеспечение систем управления.

Дисциплина Моделирование систем является основополагающей при решении широкого круга задач, важных в практической работе выпускника бакалавриата по направлению подготовки Автоматизация технологических процессов и производств

Рабочая программа дисциплины «Математические основы теории управления» 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-1** и **ОПК-11** дисциплинами

Код компетенции	Названия учебных дисциплин, модулей, практик участвующих в формировании компетенций, вместе с данной дисциплиной	Курсы /семестры обучения							
		1 курс семестр		2 курс семестр		3 курс семестр		4 курс семестр	
		1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ОПК-1</b>	Математика								
	Физика								
	Математические основы теории управления								
	Химия								
	Моделирование систем								
	Электротехника и электроника								
	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								

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
<b>ОПК-11</b>	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
<b>ОПК-1</b> Применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, в профессиональной деятельности	ИОПК-1.3 Применять методы математического анализа, теории дифференциальных уравнений и моделирования, при решении задач инженерной практики в профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> основные понятия, математических моделей и математического инструментария, используемых в системах автоматического управления и регулирования.	<b>Уметь:</b> применять полученные знания для анализа и проектирования реальных систем автоматического управления.	<b>Владеть:</b> основными методами анализа и проектирования систем автоматического управления и регулирования	Тестирование в системе MOODLE. (в базе тестирования 50-60 вопросов), выполнение 2 контрольных работ (по 10 вариантов в каждой контрольной работе)	Вопросы для устного собеседования и решения задач: билеты (20 билетов)
<b>ОПК-11</b> Способен проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов, оценивать результаты исследований	ИОПК-11.1 Применять системы компьютерной математики для построения моделей технологических производств, обработки и оценки результатов экспериментальных исследований	<b>Знать:</b> системы компьютерной математики алгоритмы решения задач в профессиональной области	<b>Уметь:</b> решать математически поставленные задачи в среде MathCad, Matlab	<b>Владеть:</b> навыками работы на персональном компьютере и навыками построения алгоритмов решения задач в системах компьютерной математики		

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед./216 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в табл. 3 .

Формат изучения дисциплины: с использованием элементов электронного обучения

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам  
Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:</b>	72	72
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	68	68
- лекции (Л)	34	34
- лабораторные работы (ЛР)	17	17
- практические занятия (ПЗ)	17	17
- практикумы (П)		
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	4	4
- групповые консультации по дисциплине	4	4
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)		
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	144	144
<b>Вид промежуточной аттестации зачет*(зачет с оценкой)</b>		
<b>Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы</b>	216/6	216/6

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		2
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:</b>	24	24
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	20	20
- лекции (Л)	4	4
- лабораторные работы (ЛР)	8	8
- практические занятия (ПЗ)	8	8
- практикумы (П)		
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	4	4
- групповые консультации по дисциплине	4	4
групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)		
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся: - по проектированию: проект (работа)		

<ul style="list-style-type: none"> <li>- по выполнению РГР</li> <li>- по выполнению КР</li> <li>- по составлению реферата, доклада, эссе</li> </ul>		
<b>2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (всего)</b>	188	188
<b>Вид промежуточной аттестации зачет*</b> (зачет с оценкой)	4	4
<b>Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы</b>	216/6	216/6



## 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для обучающихся 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 (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>4 семестр</b>									
ОПК-1, ОПК-11 ИОПК-1.3, ИОПК-11.1	<b>Раздел 1</b> Применение элементов линейной алгебры для исследования устойчивости систем автоматического управления и решения задач статической оптимизации.								
	<b>Тема 1.1.</b> Матричные операции..	2			12	<b>Лекции:</b> (6.1.1: С. 13-50); (6.1.1: С. 56-86) (6.1.2: С. 25-33)	Разбор решения конкретных примеров с помощью презентации и у доски		
	<b>Тема 1.2</b> Исследование устойчивости АСР при помощи алгебраических критериев.	2			12				
	<b>Тема 1.3</b> Методы решения задач статической оптимизации.	2			12				
	<b>Практическое занятие №1</b> Методы вычисления определителей. Методы вычисления ранга матрицы. Методы обращения матриц. Операции с функциональными матрицами.			2		<b>Практика:</b> 6.6.3.(16-33)			
	<b>Практическое занятие №2</b> Методы решения задач статической оптимизации.			2		<b>Практика:</b> 6.6.3.(16-33)			
	<b>Лабораторная работа №1</b> Методика работы в системе Matlab. Действия над матрицами в системе Matlab. Матричные операции в системе Matlab.		2			6.1.7(стр8-35)			

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 (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 №2</b> Методы расчета устойчивости АСР и исследование функции на экстремум в системе Matlab.		2			6.1.7(стр35-200)			
	<b>Итого по разделу 1</b>	6	4	4	36				
	<b>Раздел 2</b> Методы решения систем дифференциальных уравнений в матричном виде при исследовании АСР.								
	<b>Тема 2.1</b> Представление системы дифференциальных уравнений в матричной форме Задача Коши. Теорема существования и единственности решения	2			8	<b>Лекции:</b> (6.1.7: С. 81-111),	Разбор решения конкретных примеров с помощью презентации и у доски		
<b>ОПК-1, ОПК-11</b> ИОПК-1.3, ИОПК-11.1	<b>Тема2.2</b> Составление и линеаризация уравнений элементов АСР. Пример составления дифференциального уравнения объекта регулирования.	2			8	<b>Лекции:</b> (6.1.7: С. 81-111),	Разбор решения конкретных примеров с помощью		
	<b>Тема2.3</b> Метод Лагранжа и метод неопределенных коэффициентов для решения неоднородной системы дифференциальных уравнений в матричном виде	2			8	<b>Лекции:</b> (6.1.7: С. 81-111)	Разбор решения конкретных примеров с помощью презентации и у доски		
<b>ОПК-1, ОПК-11</b> ИОПК-1.3, ИОПК-11.1	<b>Тема2.4</b> Метод преобразований Лапласа для решения дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений	6			12	<b>Лекции:</b> (6.1.7: С. 81-111)	Разбор решения конкретных примеров с помощью презентации и у		

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 (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					
						доски			
	<b>Практическое занятие №3</b> Метод Эйлера для решения однородной системы дифференциальных уравнений в матричном виде			2		Пр.6.1.4(С. 8-100)	Разбор решения конкретных примеров с помощью презентации и у доски		
	<b>Практическое занятие №4</b> Метод Лагранжа и метод неопределенных коэффициентов для решения неоднородной системы дифференциальных уравнений в матричном виде			2		Пр.6.1.4(С. 8-100)	Разбор решения конкретных примеров с помощью презентации и у доски		
<b>ОПК-1, ОПК-11</b> ИОПК-1.3, ИОПК-11.1	<b>Практическое занятие №5</b> Решения дифференциальных уравнений методом Лапласа.			2		Пр.6.1.4(С. 8-100)	Разбор решения конкретных примеров с помощью презентации и у доски		
	<b>Лабораторная работа №3</b> Методы решения алгебраических уравнений в системе MATLAB		2			<b>Лабор.:</b> (6.1.4: С. 47-57, 67-72, 89-98)			
	<b>Лабораторная работа №4</b> Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений в системе . MATLAB		2			<b>Лабор.:</b> (6.1.4: С. 47-57, 67-72, 89-98)			
	<b>Лабораторная работа №5</b> Решение дифференциальных уравнений методом Лапласа в системе MATLAB		2			<b>Лабор.:</b> (6.1.4: С. 47-57, 67-72, 89-98)			

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 (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>Итого по разделу 2</b>	12	6	6	36				
	<b>Раздел 3. Математические основы идентификации систем управления</b>								
	<b>Тема 3.1</b> Математическое описание непрерывных детерминированных систем. Системы дифференциальных уравнений состояния и выхода	2			12	<b>Лекции:</b> (6.1.1: С. 90-200)	Разбор решения конкретных примеров с помощью		
ОПК-1, ОПК-11 ИОПК-1.3, ИОПК-11.1	<b>Тема 3.2</b> Системы дифференциальных уравнений состояния и выхода. Математическое описание входных сигналов, используемых при идентификации систем: ступенчатая единичная функция, дельта- функция Дирака, полиномиальный сигнал, гармонический сигнал.	2			14	<b>Лекции:</b> (6.1.2:С.90-200),			
	<b>Тема 3.3</b> Математическое описание выходных реакций в линейных автоматических системах. Управляемость и наблюдаемость линейных систем.	2			10	<b>Лекции:</b> (6.1.2:С.90-200),	Разбор решения конкретных примеров с помощью презентации и у доски		
	<b>Практическое занятие №6</b> Математическое описание входных сигналов, используемых при идентификации систем: ступенчатая единичная функция, дельта- функция Дирака, полиномиальный сигнал, гармонический сигнал			2		Пр.(6.1.4 С.90-120)	Разбор решения конкретных примеров с помощью презентации и у доски		

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 (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					
ОПК-1, ОПК-11, ИОПК-1.3, ИОПК-11.1	<b>Практическое занятие №7</b> Временные характеристики и передаточные функции типовых звеньев и типовых регуляторов.			2		Пр.(6.1.4 С.90-120)	Разбор решения конкретных примеров с помощью презентации и у доски		
	<b>Лабораторная работа №6</b> Методы расчета управляемости и наблюдаемости автоматических систем в системе MATLAB		2			Пр.(6.1.4 С.90-120)			
	<b>Лабораторная работа №7</b> Временные характеристики и передаточные функции типовых звеньев и типовых регуляторов.		2			Пр.(6.1.4 С.90-120)			
	<b>Итого по разделу 3</b>	6	4	4	36				
	<b>Раздел 4</b> Устойчивость систем управления								
	<b>Тема 4.1.</b> Понятие устойчивости. Основные результаты по анализу устойчивости.	2			16	<b>Лекции:</b> (6.1.2:С.60-84),	Разбор решения конкретных примеров с помощью		
ОПК-1, ОПК-11, ИОПК-1.3, ИОПК-11.1	<b>Тема 4.2</b> Алгебраические критерии устойчивости.	4			10	<b>Лекции:</b> (6.1.2:С.69-84),			
	<b>Тема 4.3</b> Необходимое условие устойчивости. Критерий Гурвица. Критерий устойчивости Михайлова.	2			10	<b>Лекции:</b> (6.1.2:С.69-120),			
	<b>Практическое занятие №8</b> Основные результаты по анализу устойчивости.			3		Пр.(6.1.4 С.120-150)	Разбор решения конкретных примеров с помощью презентации и у доски		

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 (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					
	Лабораторная работа №8 Устойчивость линейных систем		3			Лабор: (6.1.3: С. 10-150)			
	<b>Итого по разделу 4</b>	8		3	36				
	<b>ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	34	17	17	144				

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для обучающихся заочной 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 (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>2 курс</b>									
ОПК-1, ОПК-11 ИОПК-1.3, ИОПК-11.1	Раздел 1 Применение элементов линейной алгебры для исследования устойчивости систем автоматического управления и решения задач статической оптимизации.								
	Тема 1.1. Матричные операции..	2			12	Лекции: (6.1.1: С. 13-50); (6.1.1: С. 56-86) (6.1.2: С. 25-33)	Разбор решения конкретных примеров с помощью презентации и у		
	Практическое занятие №1 Методы			2	8				

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 (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					
	вычисления определителей. Методы вычисления ранга матрицы. Методы обращения матриц. Операции с функциональными матрицами.						доски		
	<b>Лабораторная работа №1</b> Методика работы в системе Matlab. Действия над матрицами в системе Matlab. Матричные операции в системе Matlab.		2		6				
	<b>Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:</b>								
	<b>Тема 1.2</b> Исследование устойчивости АСР при помощи алгебраических критериев.				11	(6.1.1: С. 13-50); (6.1.1: С. 56-86) (6.1.2: С. 25-33)			
	<b>Тема 1.3</b> Методы решения задач статической оптимизации.				10	6.1.1: С. 13-50); (6.1.1: С. 56-86) (6.1.2: С. 25-33)			
	<b>Итого по разделу 1</b>	2	2	2	47				
	<b>Раздел 2</b> Методы решения систем дифференциальных уравнений в матричном виде при исследовании АСР.								
<b>ОПК-1, ОПК-11</b> ИОПК-1.3, ИОПК-11.1	<b>Тема 2.4</b> Метод преобразований Лапласа для решения дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений	2			6	<b>Лекции:</b> (6.1.4: С. 7-90),	Разбор решения конкретных примеров с помощью презентации и у доски		
	<b>Практическое занятие №2</b> Метод Эйлера для решения однородной системы дифференциальных уравнений			2	6	<b>Прак.</b> (6.1.3 С.90 - 120)			

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 (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					
	в матричном виде								
	<b>Практическое занятие №3</b> Решения дифференциальных уравнений методом Лапласа.			2	6	<b>Прак.</b> (6.1.3 С.90 - 120)			
	<b>Лабораторная работа №2</b> Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений в системе . MATLAB		2		4	<b>Лабор.</b> (6.1.4: 100-150)			
	<b>Лабораторная работа №3</b> Решение дифференциальных уравнений методом Лапласа в системе MATLAB		2		4	<b>Лабор.</b> (6.1.4: 100-200)			
	<b>Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:</b>								
	<b>Тема 2.1</b> Представление системы дифференциальных уравнений в матричной форме Задача Коши. Теорема существования и единственности решения				7	6.1.7 (С.60-120)	Разбор решения конкретных примеров с помощью презентации и у доски		
<b>ОПК-1, ОПК-11</b> ИОПК-1.3, ИОПК-11.1	<b>Тема 2.2</b> Составление и линеаризация уравнений элементов АСР. Пример составления дифференциального уравнения объекта регулирования				7	6.1.1(С. 68-96)			
	<b>Тема 2.3</b> Метод Лагранжа и метод неопределенных коэффициентов для решения неоднородной системы дифференциальных уравнений в матричном				7	6.1.7 (С.60-120)	презентации и у доски		



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 (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					
виде									
	<b>Итого по разделу 2</b>	2	4	4	47				
	<b>Раздел 3. Математические основы идентификации систем управления</b>								
ОПК-1, ОПК-11 ИОПК-1.3, ИОПК-11.1	<b>Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:</b>								
	<b>Тема 3.1</b> Математическое описание непрерывных детерминированных систем. Системы дифференциальных уравнений состояния и выхода				15	<b>Лекции:</b> (6.1.1: С. 7-100),	Разбор решения конкретных примеров с помощью презентации и у доски		
	<b>Тема 3.2</b> Системы дифференциальных уравнений состояния и выхода. Математическое описание входных сигналов, используемых при идентификации систем: ступенчатая единичная функция, дельта- функция Дирака, полиномиальный сигнал, гармонический сигнал.				15	(6.1.4: С. 7-0),			
	<b>Тема 3.3</b> Математическое описание выходных реакций в линейных автоматических системах. Управляемость и наблюдаемость линейных систем.				17	<b>Лекции:</b> (6.1.1: С. 90-200)	Разбор решения конкретных примеров с помощью		
	<b>Итого по разделу 3</b>				47				
	<b>Раздел 4 Устойчивость систем управления</b>								

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 (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					
ОПК-1, ОПК-11 ИОПК-1.3, ИОПК-11.1	<b>Практическое занятие №4</b> Основные результаты по анализу устойчивости.			2	10	<b>Прак.</b> (6.1.2:С.69-84),			
	<b>Лабораторная работа №4</b> Устойчивость линейных систем		2		6	<b>Лабор:</b> (6.1.3: С. 10-150)			
	<b>Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:</b>								
	<b>Тема 4.1.</b> Понятие устойчивости. Основные результаты по анализу устойчивости.				10	6.1.1: С. 90-200)			
	<b>Тема 4.2</b> Алгебраические критерии устойчивости.				10	6.1.1: С. 90-200)			
	<b>Тема 4.3</b> Необходимое условие устойчивости. Критерий Гурвица. Критерий устойчивости Михайлова.				11	6.1.1: С. 90-200)			
	<b>Итого по разделу 4</b>		2	2	47				
	<b>ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	4	8	8	188				

## 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

Варианты заданий к контрольным работам.

1. Решить системы, заданные в векторной форме:  $\dot{x} = Ax + F$ , где  $x = (x_1, x_2, \dots, x_4)^T$  – искомый вектор-столбец;  $A$  – данная матрица;  $F$  – заданный вектор-столбец.

$$1. A = \begin{pmatrix} -3 & 2 & 2 \\ -3 & -1 & 1 \\ -1 & 2 & 0 \end{pmatrix}.$$

$$2. A = \begin{pmatrix} 2 & -1 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}; \quad F = \begin{pmatrix} 0 \\ -5e^t \sin t \end{pmatrix}.$$

2. Исследовать на устойчивость нулевое решение по первому приближению (определить характер особой точки)

$$\begin{cases} x' = e^{x+2y} - \cos 3x \\ y' = \sqrt{4+8x} - 2e^y \end{cases}$$

3. Построить переходную характеристику системы управления

$$\ddot{x}(t) - 3\ddot{x}(t) + 3\dot{x}(t) - x(t) = g(t)$$

При начальных условиях  $x(0) = 0$ ,  $\dot{x}(0) = 0$ ,  $\ddot{x}(0) = 2$

#### Перечень вопросов, выносимых на промежуточные аттестацию

1. Какие арифметические операции есть в **Matlab**
2. Какие логические операции в **Matlab** вам известны
3. Как задаются комплексные числа.
4. Что такое встроенные функции
5. Какие форматы числовых данных в **Matlab**
6. Как создать график функции
7. Как построить функцию пользователя
8. Как создать интервал значений
9. Какие управляющие конструкции есть в **Matlab**
10. Как создаются сценарии в **Matlab**
11. Как создать m- файл
12. Как создать файл сценарий
13. Как построить цикл с помощью условного оператора
14. Какие управляющие инструкции в **Matlab** вы знаете
15. Свойства матриц.
16. Как перемножаются матрицы
17. Произведение с диагональной матрицей
18. Многочлен от матрицы.
19. Кронекерово произведение прямоугольных матриц.
20. Миноры и алгебраические дополнения
21. Дать определение ранга матрицы

22. Дайте определение обратной матрицы
23. Что называется присоединенной матрицей
24. Функциональные матрицы. Дифференцирование, интегрирование функциональных матриц
25. Представление системы дифференциальных уравнений в матричной форме
26. При помощи, каких уравнений можно описать математически переходные процессы в АСР
27. Какие дифференциальные уравнения называются линейными
28. Каким образом, имея дифференциальное уравнение системы, построить ее статическую характеристику
29. Построить алгоритм приведения дифференциального уравнения  $n$ -го порядка к системе дифференциальных уравнений первого порядка.
30. Дайте определение собственных значений и собственных векторов матрицы  $A$
31. Дать определение однородной системе дифференциальных уравнений
32. Дайте определение фундаментальной системы решений
33. В чем заключается операция линеаризации? Какими методами ее проводят математически
34. Метод Лагранжа для нахождения частного решения системы дифференциальных уравнений
35. Дано дифференциальное уравнение звена. Найти передаточную функцию
36. Метод неопределенных коэффициентов для нахождения частного решения системы дифференциальных уравнений
37. Какую информацию можно получить из статической характеристики элемента?
38. Что называется математической моделью объекта
39. Дать определение концептуальной модели объекта.
40. Дать определение анализу, синтезу системы
41. В чем заключается задача идентификации
42. Дать определение управляемой системы
43. Цель использования модели управления.
44. Что такое ступенчатая единичная функция и дельта- функция Дирака
45. Что описывает динамическая модель
46. На основании чего строятся динамические модели.
47. Преобразование Лапласа и его свойства.
48. Решение дифференциальных уравнений операционным методом с нулевыми и ненулевыми начальными условиями
49. Алгебра передаточных функций. Передаточные функции типовых соединений
50. Математическая модель линейного стационарного объекта в форме передаточной функции.
51. Переходная и импульсная переходная характеристики линейных динамических объектов.
52. Показатели передаточных функций. Характеристики и взаимосвязь математических моделей автоматических систем
53. Типовые звенья автоматических систем и их характеристики
54. Математические модели типовых управляющих устройств и их характеристики. Регуляторы П; ПД; ПИ; ПИД.
55. Понятие устойчивости. Основные результаты по анализу устойчивости А. М. Ляпунова.
56. Что такое пространство состояний
57. Что такое фазовая траектория и фазовая плоскость.
58. Что включает в себя понятие устойчивости
59. Какие критерии устойчивости вы знаете

60. Что такое динамическая система и как она задается
61. Процесс управления и требования к нему: точность, устойчивость, качество переходного процесса
62. Процесс управления и требования к нему: точность, устойчивость, качество переходного процесса
63. Принцип аргумента. Критерий устойчивости Михайлова
64. Частотный критерий устойчивости Найквиста.

## 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. Основные требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине и шкала оценивания приведены в таблицах 5 - 8.

Таблица 5 – Требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине

Виды работ	Количество во подвидов работы	Максимальные баллы за подвид работы		Сроки выполнения подвидов работы	Дополнительные баллы	Штрафные баллы
		1	2			
Контрольные работы	2	10	10	октябрь, декабрь	До +4 за 1 в срок сданную работу	До -4 за 1 работу За нарушение сроков
Лабораторные работы	6	5 баллов		В течении семестра	До +4	До -4
Выполнение домашних заданий	5	По 4 балла за 1 работу		В течении семестра	До +1 балла за 1 работу	До -1 балла за 1 работу
Посещение занятий (участие в обсуждениях задач)	16	До 0.25 балла за 1 неделю		еженедельно	Ответ у доски до +1 балла	По -1 баллу за 1 пропуск
Ответ на зачете с оценкой	1	26		сессия		

Таблица 6 – 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
<b>ОПК-1</b> Применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, в профессиональной деятельности	ИОПК-1.3 Применять методы математического анализа, теории дифференциальных уравнений и моделирования, при решении задач инженерной практики в профессиональной деятельности	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает основ математического анализа и моделирования, не может применять его в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по основам математического моделирования. 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, понимает структуру дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

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
<b>ОПК-11</b> Способен проводить научные эксперименты с использованием современного исследовательского оборудования и приборов, оценивать результаты исследований	<b>ИОПК-11.1</b> Применять системы компьютерной математики для построения моделей технологических производств, обработки и оценки результатов экспериментальных исследований	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает основ системы компьютерной математики и моделирования, не может применять его в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по основам компьютерной математике и математического моделирования. 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, понимает структуру дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает обучающийся, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебная литература

- 1. Методы классической и современной теории автоматического управления:** \*учебник для вузов: в 5-ти 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. Попов, Е.П.** Теория линейных систем автоматического регулирования и управления: \*учебн. пособие для вузов / Е.П. Попов. - 2-е изд.; перераб. и доп. - М.: Наука, 1989. - 304с.
- 3. Теория управления в примерах и задачах:** учебн. Пособие / А.В. Пантелеев, А.С. Бортаковский.- М.: Высш. Шк., 2003-583 с. ([http://cdot-nntu.ru/электронная\\_библиотека](http://cdot-nntu.ru/электронная_библиотека)).
- 4. 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. Спец. литература).
- 5. Алексеев В.М., Оптимальное управление:** учебн.пособие / В.М. Тихомиров, С.В. Фомин. – М.: Наука, 1979, -429 с.
- 6. Бибиков, Ю.Н.** Курс обыкновенных дифференциальных уравнений: \*учебное пособие для вузов / Ю.Н. Бибиков. - М.: Высшая школа, 1991. - 303с.
- 7. Дьяконов В. Matlab: анализ, модификация, моделирование** /В. Дьяконов, В.Круглов – СПб.: Питер, 2002. – 448 с.

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 Преобразование Лапласа и его применение [Электронные текстовые данные]:** метод. указания для обучающихся направлений подготовки 01.03.04, 09.03.02, 13.03.02,



15.03.02, 15.03.04, 18.03.01, 19.03.02, 23.03.03 всех форм обучения. В 2ч. Ч.1. / ДПИ НГТУ; сост.: А.Н. Лобаев, Н.М. Богословская. – Дзержинск, 2018. – 20 с.

**6.2.2 Преобразование Лапласа и его применение [Электронные текстовые данные]:** метод. указания для обучающихся направлений подготовки 01.03.04, 09.03.02, 13.03.02, 15.03.02, 15.03.04, 18.03.01, 19.03.02, 23.03.03 всех форм обучения. В 2ч. Ч.2. / ДПИ НГТУ; сост.: А.Н. Лобаев, Н.М. Богословская.– Дзержинск, 2018. – 22 с.

**6.2.3 Линейные и квазилинейные уравнения в частных производных первого порядка [Текст и электронные текстовые данные]:** #метод. указ. к практическим занятиям по дисц. "Уравнения математической физики", "Теория управления", "Моделирование систем и процессов", "Математическое моделирование" для обучающихся направления подготовки бакалавров 01.03.04 очной формы обучения и по дисц. "Математика" для обучающихся направлений подготовки бакалавров 09.03.02, 15.03.04 всех форм обучения / Сост. А.Н. Лобаев, Н.М. Богословская. - Н.Новгород, 2021.

**6.2.4 РЯДЫ ФУРЬЕ [Электронные текстовые данные]:** метод. указания для обучающихся направлений подготовки 01.03.04, 09.03.02, 13.03.02, 15.03.02, 15.03.04, 18.03.01, 19.03.02, 23.03.03 очной формы обучения / ДПИ НГТУ; сост.: Н.М. Богословская. – Дзержинск, 2018. – 22 с.

**6.2.5 Устойчивость движения. Ч.1. Второй (прямой) метод Ляпунова. [Текст и электронные текстовые данные]:** #метод. указ. для студентов всех форм обучения спец. 140211, 190601, 230301, 230401, 240801, 260601 / Сост. Вдовин С.И., Лобаев А.Н., Харитонов И.Ю.. - Н.Новгород, 2013.

**6.2.6 Устойчивость движения. Ч.2. Устойчивость по первому приближению.. [Текст и электронные текстовые данные]:** #метод. указ. для студентов всех форм обучения спец. 140211, 190601, 230301, 230401, 240801, 260601 / Сост. Вдовин С.И., Лобаев А.Н., Харитонов И.Ю.. - Н.Новгород, 2013.

## 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 отчетов о лабораторных работах, выполнении заданий для самостоятельной работы.

Таблица 8 – 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 9 – 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 10 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ).

Таблица 10 – 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 11 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 11 – 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 12 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 12 – 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
<b>1</b>	<b>1433А</b> 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.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 10 Домашняя (поставка с ПК)</li> <li>• LibreOffice 6.1.2.1. (свободное ПО)</li> <li>• Foxit Reader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО)</li> </ul>
<b>3</b>	<b>1234</b> Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ, студенческий читальный зал; 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.; Набор учебно-наглядных пособий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 10 Домашняя (поставка с ПК)</li> <li>• LibreOffice 6.1.2.1. (свободное ПО)</li> <li>• Foxit Reader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО)</li> </ul>

3	1443а компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ПК на базе Intel Celeron 2.67 ГГц, 2 Гб ОЗУ, монитор Acer 17" – 4 шт.</li> <li>ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium)</li> <li>• Apache OpenOffice 4.1.8 (свободное ПО);</li> <li>• Mozilla Firefox (свободное ПО);</li> <li>• Adobe Acrobat Reader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО);</li> <li>• КонсультантПлюс (ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018);</li> </ul>
---	--	---	--

## **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 может проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- знакомство с материалами лекций в среде MOODLE;
- проведение консультаций в конференциях Zoom;
- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- текущий контроль знаний в форме тестирования в среде MOODLE.

При преподавании дисциплины «Математические основы теории 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 преподносится 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 и практических, лабораторных 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, Zoom).

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 зачета с оценкой 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 4.1 и 4.2). 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 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 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.

## **10.4. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа**

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и 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 (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

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

### **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 12). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (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.

## **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 контрольных работ;
- выполнение заданий для самостоятельной работы.

### **11.1.1. Типовые задания для контрольных работ**

1. Решить системы, заданные в векторной форме:  $\dot{x} = Ax + F$ , где  $x = (x_1, x_2, \dots, x_4)^T$  – искомый вектор-столбец;  $A$  – данная матрица;  $F$  – заданный вектор-столбец.

$$1. A = \begin{pmatrix} -3 & 2 & 2 \\ -3 & -1 & 1 \\ -1 & 2 & 0 \end{pmatrix}.$$

$$2. A = \begin{pmatrix} 2 & -1 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}; \quad F = \begin{pmatrix} 0 \\ -5e^t \sin t \end{pmatrix}.$$

2. Исследовать на устойчивость нулевое решение по первому приближению (определить характер особой точки)

$$\begin{cases} x' = e^{x+2y} - \cos 3x \\ y' = \sqrt{4+8x} - 2e^y \end{cases}$$

3. Построить переходную характеристику системы управления

$$\ddot{x}(t) - 3\dot{x}(t) + 3x(t) = g(t)$$

При начальных условиях  $x(0) = 0$ ,  $\dot{x}(0) = 0$ ,  $\ddot{x}(0) = 2$

**11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине**

**Типовые практические варианты задания к зачету с оценкой:**

1. Найти переходную матрицу системы, описываемой дифференциальными уравнениями

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_1 + 2x_2, \\ \dot{x}_2 &= 4x_1 + 3x_2 + g. \end{aligned}$$

2. При каких значениях параметра  $k$  система, описываемая дифференциальным уравнением будет устойчива

$$x^{(4)} + 4x^{(3)} + 2x^{(2)} + 3\dot{x} + kx = g$$

3. Найти реакцию системы, описываемой уравнением

$$\ddot{x}(t) + 6\dot{x}(t) + 11x(t) = \ddot{g}(t) + 5\dot{g}(t) + 6g(t)$$

с начальными условиями  $x(0) = 1$ ,  $\dot{x}(0) = -3$ ,  $\ddot{x}(0) = 9$

на входной сигнал  $g(t) = 1(t)$ .

4. Исследовать переходную матрицу системы, описываемой дифференциальными уравнениями

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_1 + 2x_2, \\ \dot{x}_2 &= 4x_1 + 3x_2 + g. \end{aligned}$$

5. Найти передаточные функции по состоянию и выходу для систем, заданных уравнениями

$$\dot{x}_1 = -x_1 + nx_2 + g_1, \quad \dot{x}_2 = -nx_1 - x_2 + g_2, \quad y = x_1 - x_2;$$

6. Найти переходную матрицу системы, описываемой дифференциальными уравнениями

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_1 + 2x_2, \\ \dot{x}_2 &= 4x_1 + 3x_2 + g. \end{aligned}$$

7. При каких значениях параметров  $a$  и  $b$  асимптотически устойчиво нулевое решение

$$\begin{cases} x' = x + ay + y^2 \\ y' = bx - 3y - x^2 \end{cases}$$

8. Исследовать устойчивость нулевого решения, построив функцию Ляпунова и применив теоремы Ляпунова или Чатаева.

$$\text{а) } \begin{cases} x' = y - 3x - x^3 \\ y' = 6x - 2y \end{cases} \quad \text{б) } \begin{cases} x' = x - xy^4 \\ y' = y - x^2y^3 \end{cases}$$

9. Используя критерий Рауса-Гурвица, исследовать устойчивость нулевого решения.

а)  $y^{(4)} + 8y''' + 14y'' + 36y' + 45y = 0$ ;

б)  $y^{(5)} + 2y^{(4)} + 4y''' + 6y'' + 5y' + 4y = 0$ .

10. Построить фазовый портрет консервативной динамической системы  $x'' + 2\cos x - 1 = 0$

11 Построить фазовый портрет динамической системы заданной в полярных координатах

и исследовать имеющиеся предельные циклы  $\frac{dr}{dt} = r \sin \frac{1}{r}, \frac{d\varphi}{dt} = 1$ .

12. Найти и исследовать особые точки, построить фазовые портреты следующих динамических систем.

1.  $y' = \frac{2x - y}{x - y}$

2.  $\begin{cases} x' = 3x - 2y \\ y' = 4y - 6x \end{cases}$

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

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых обучающемуся	Время на тестирование, мин.
60	60	30

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