

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
СТИ НИТУ «МИСИС»

Рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
СТИ НИТУ «МИСИС»
от «23» июня 2026 г.
протокол № 38

Рабочая программа дисциплины Методы адаптивного управления

Закрепленная кафедра	<u>Кафедра автоматизированных и информационных систем управления им. Ю.И. Ерёмченко</u>
Направление подготовки	<u>15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств</u>
Профиль	<u>Системы автоматизированного анализа, обработки данных и управления</u>
Квалификация	<u>Магистр</u>
Форма обучения	<u>Очная</u>
Общая трудоемкость	<u>3</u> ЗЕТ

Формы контроля в семестрах:

Часов по учебному плану	<u>108</u>
в том числе:	
аудиторные занятия	<u>34</u>
самостоятельная работа	<u>74</u>
часов на контроль	<u>—</u>

Зачет, 3

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	3		Итого	
	УП	УП	РП	РП
Вид занятий	УП	УП	РП	РП
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Итого:	108	108	108	108

Год набора 2026

Программу составил:
доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры АИСУ им. Ю.И. Ерёменко
Глущенко Антон Игоревич

Должность, уч. ст., уч. зв. ФИО полностью


подпись

Рабочая программа дисциплины

Методы адаптивного управления

наименование

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ МИСИС:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки
15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств (приказ от 02.04.21 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана 2026 года набора.

15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств,

Профиль: Системы автоматизированного анализа, обработки данных и управления, утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСИС» 23.06.2026 г., протокол № 38.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Автоматизированные и информационные системы управления им. Ю.И. Ерёменко

Протокол от «22» июня 2026 г. № 6

И. о. зав. кафедрой АИСУ им. Ю.И.
Ерёменко


подпись

Д. А. Полещенко

«22» июня 2026 г.

Руководитель ОПОП ВО
И. о. зав. кафедрой АИСУ им. Ю.И.
Ерёменко, кандидат технических наук,
доцент


подпись

Д. А. Полещенко

«22» июня 2026 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
Цели освоения дисциплины: В результате освоения дисциплины «Методы адаптивного управления» студент приобретает знания, умения и навыки по анализу априорной и текущей информации о свойствах объекта, определению вида возмущений, формулированию ограничивающих условий, целевых критериев, основным классам и методам синтеза оптимальных и адаптивных систем управления. А также навыки по расчету и моделированию оптимальных и адаптивных систем управления для использования в производственной деятельности, связанной с эксплуатацией, настройкой и разработкой систем и устройств управления. Задачи дисциплины: • Дать обучающимся общее представление об оптимальных и адаптивных системах управления и их классификации. • Научить обучающихся рассчитывать эталонные модели по заданным значениям критериев качества переходных процессов. • Научить обучающихся применять градиентные методы, второй метод Ляпунова, принцип максимума Понтрягина для проектирования оптимальных и адаптивных систем управления. • Научить обучающихся обосновывать необходимость применения адаптивных и оптимальных систем управления. • Научить обучающихся реализовывать рассмотренные методы в Matlab	

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.Б
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающихся:
2.1.1	Нейросетевые технологии в прикладных задачах
2.1.2	Методы искусственного интеллекта
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:
2.2.1	Интегрированные системы проектирования и управления
2.2.2	Проектирование систем управления технологическими объектами
2.2.3	Производственная практика (преддипломная практика)
3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
УК-3 Способен использовать различные методы ясного и недвусмысленного формулирования своих выводов, знаний и обоснований для специализированной и неспециализированной аудиторий в национальном и международном контекстах, организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	
Знать:	УК-3-31: знать основные схемы систем адаптивного управления, их состав и особенности функционирования
Владеть	УК-3-В1: владеть навыками применения методов современной теории управления, необходимых для анализа и синтеза оптимальных и адаптивных систем управления
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, участвовать в обучении на протяжении всей жизни	
Знать	УК-6-31: знать направления развития теории адаптивных систем
ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	
Уметь	ОПК-5-У1: уметь осуществлять программную реализацию адаптивных систем различного типа
Уметь	ОПК-5-У2: уметь осваивать достижения теории адаптивного управления и применять их в своей производственной деятельности
Владеть	ОПК-5-В1: владеть навыками реализации адаптивных систем управления в средах моделирования
ОПК-9 Способен представлять результаты исследования в области машиностроения в виде научно-технических отчетов и публикаций, интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, включая социальную и этическую ответственность	
Знать:	ОПК-9-31: знать основы математических методов, на которых базируется построение адаптивных систем
Уметь:	ОПК-9-У1: уметь применять градиентные методы оптимизации для построения адаптивных систем управления
ОПК-11: Способен разрабатывать современные методы исследования автоматизированного оборудования в машиностроении	
Знать:	ОПК-11-31: способы компенсации неопределенности параметров объекта управления
Уметь:	ОПК-11-У1: уметь компенсировать неопределенность параметров объекта управления путем применения адаптивных регуляторов
ПК-1 Способен: проводить анализ, синтез и оптимизацию процессов автоматизации, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством на основе проблемно-ориентированных методов, в том числе, методов искусственного интеллекта	

проводить математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий научных исследований разрабатывать структуру АСУТП (АСУП), организационное, информационное, алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем автоматизации и управления выполнять анализ состояния и динамики функционирования средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления качеством продукции, метрологического и нормативного обеспечения производства	
Знать	ПК-1-31: Знать принципы компенсации неопределенности объекта управления с помощью адаптивных методов
Уметь	ПК-1-У1: уметь осуществлять синтез, проводить анализ и моделирование адаптивных систем управления с применением пакетов прикладных программ. Уметь строить модели адаптивных систем управления в Matlab, проводить эксперименты с ними и анализировать полученные результаты
Владеть	ПК-1-В1: владеть навыками компьютерного моделирования адаптивных систем управления. Владеть навыками построения моделей адаптивных систем управления в Matlab, проведения экспериментов с ними и анализа полученных результатов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Количество часов	Компетенции	Литература и электронные ресурсы	Примечание
	Раздел 1 Основы теории оптимального и адаптивного управления					
1.1	Анализ методов адаптивной настройки ПИД-регуляторов /лр/	3	3	УК-3-31 УК-3-В1 УК-6-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л3.2	Текущий контроль: ЛР1
1.2	Методы расчета параметров ПИД-регулятора. /ср/	3	12	УК-3-31 УК-3-В1 УК-6-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л3.2 Л3.3	Текущий контроль: ЛР1
1.3	Выполнение первого домашнего задания /ср/	3	10	УК-3-31 УК-3-В1 УК-6-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л3.1	Текущий контроль: ДЗ1

				ПК-1-В1		
	Раздел 2 Задача синтеза непрерывных адаптивных систем с моделью. Градиентный метод					
2.1	Одноканальная система с градиентным алгоритмом адаптации /лр/	3	5	УК-3-31 УК-3-В1 УК-6-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л3.2	Текущий контроль: ЛР2
2.2	Одноканальная система с градиентным алгоритмом адаптации /пр/	3	6	УК-3-31 УК-3-В1 УК-6-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	Текущий контроль: ПР1
2.3	Построение адаптивной системы управления градиентным методом/ср/	3	15	УК-3-31 УК-3-В1 УК-6-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л3.2	Текущий контроль: ЛР2, ПР1
	Раздел 3 Синтез адаптивных систем по схеме скоростного градиента					
3.1	Система с пропорционально- интегральным алгоритмом изменения коэффициентов регулятора, синтезированным методом скоростного градиента /лр/	3	5	УК-3-31 УК-3-В1 УК-6-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л3.2	Текущий контроль: ЛР3

3.2	Система с пропорционально-интегральным алгоритмом изменения коэффициентов регулятора, синтезированным методом скоростного градиента /пр/	3	6	УК-3-31 УК-3-В1 УК-6-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	Текущий контроль: ПР2
3.3	Построение адаптивной системы управления методом скоростного градиента /ср/	3	15	УК-3-31 УК-3-В1 УК-6-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л3.2	Текущий контроль: ЛР3, ПР2
	Раздел 4 Синтез адаптивных систем методом функций Ляпунова					
4.1	Система с алгоритмом адаптации на основе второго метода Ляпунова /лр/	3	4	УК-3-31 УК-3-В1 УК-6-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л3.2	Текущий контроль: ЛР4
4.2	Система с алгоритмом адаптации на основе второго метода Ляпунова /пр/	3	5	УК-3-31 УК-3-В1 УК-6-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	Текущий контроль: ПР3
4.3	Построение адаптивной системы управления на базе второго метода Ляпунова /ср/	3	11	УК-3-31 УК-3-В1 УК-6-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л3.2	Текущий контроль: ЛР4, ПР3

				ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1		
4.4	Выполнение второго и третьего домашних заданий /ср/	3	11	УК-3-31 УК-3-В1 УК-6-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-9-31 ОПК-9-У1 ОПК-11-31 ОПК-11-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л3.1	Текущий контроль ДЗ2, ДЗ3

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Не предусмотрено

5.2. Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины

В процессе изучения дисциплины «Методы адаптивного управления» обучающийся должен выполнить и защитить:
1. Домашние задания (УК-3-31, УК-3-В1, УК-6-31, ОПК-5-У1, ОПК-5-У2, ОПК-5-В1, ОПК-9-31, ОПК-9-У1, ОПК-11-31, ОПК-11-У1, ПК-1-31, ПК-1-У1, ПК-1-В1).

Домашнее Задание 1: По заданным показателям качества переходного процесса записать уравнение эталонной модели, $\lim (r - y) \leq e_{st}$, где r – эталонный входной сигнал, $r = const$. В таблице 1 использованы следующие обозначения:

σ % – перерегулирование, t_n , с – время переходного процесса, e_{st} % – допустимая величина относительной статической ошибки, n – порядок модели (или порядок дифференциального уравнения).

Таблица 1

№	σ %	t_n , с	e_{st} %	N
1	0	2	5	2
2	10	4	1	3
3	20	10	1	2
4	30	3	0.5	3
5	40	8	2	2
6	5	2	5	3
7	10	4	0.4	2
8	20	8	1	3
9	30	10	3	2
10	0	4	5	3

Домашнее Задание 2: проверить устойчивость системы по уравнению Ляпунова (значения матриц заданы по вариантам)

Дано описание автономной системы в пространстве состояний:

$$\dot{x} = Ax, A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}.$$

Проверить устойчивость системы вторым методом Ляпунова, решив матричное уравнение:

$$A^T B + BA = -C, C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix}.$$

2. Определить знак матрицы B или C критерием Сильвестра. Значения элементов матриц приведены в таблице

Таблица 2

№	A				B				C			
	a ₁₁	a ₁₂	a ₂₁	a ₂₂	b ₁₁	b ₁₂	b ₂₁	b ₂₂	c ₁₁	c ₁₂	c ₂₁	c ₂₂
1	0	1	-2	-3					1	0	0	1
2	0	2	-3	-5					2	0	0	2

3	-1	1	-2	-2					2	1	1	4
4	1	2	-1	-0.5					2	0	0	2
5	-2	2	-0.5	2					4	0	0	2
6	0	1	1	0	1	0	0	1				
7	0	2	-1	-1	2	0	0	2				
8	1	-1	-1	1	2	1	1	2				
9	1	-2	-3	-4	2	1	1	4				
10	0	1	0	-1	2	0	0	4				

Домашнее Задание 3: синтезировать адаптивную систему управления одним из трех методов (по варианту): градиентный, скоростного градиента, второй метод Ляпунова.

Определить закон управления и алгоритм изменения коэффициентов регулятора, где это требуется, изобразить структурную схему системы управления. Тип регулятора и исходные данные приведены в таблице 3.

Таблица 3

№	Модель объекта управления	Тип регулятора	Метод расчета регулятора	Показатели качества	Дополнительные данные
1	$\dot{y} + a_0(t)y = bu,$	Адаптивный регулятор	Градиентный метод	$\sigma\% \approx 0\%,$ $t_n \leq 2c,$ $a_0 = 10,$ $b = 3$	Целевая функция: $Q = 0.5\sigma^2,$ $\sigma = a_{m0} y - b_m r$ a_{m0}, b_m - коэффициенты эталонной модели
2	$\dot{y} + a_0(t)y = bu,$	Адаптивный регулятор	Метод скоростного градиента	$\sigma\% \approx 15\%,$ $t_n \leq 0.5c,$ $a_0 = 3,$ $b = 2$	Целевая функция: $Q = 0.5e^2,$ $e = y - y_m$
3	$\dot{y} + a_0(t)y = bu,$	Адаптивный регулятор	Метод скоростного градиента	$\sigma\% \approx 0\%,$ $t_n \leq 2c,$ $a_0 = 10,$ $b = 3$	Целевая функция: $Q = 0.5e^2,$ $e = y - y_m$
4	$\dot{y} + a_0(t)y = bu,$	Адаптивный регулятор	Градиентный метод	$\sigma\% \approx 0\%,$ $t_n \leq 10c,$ $a_0 = 30,$ $b = 4$	Целевая функция: $Q = 0.5\sigma^2,$ $\sigma = a_{m0} y - b_m r$ a_{m0}, b_m - коэффициенты эталонной модели
5	$\dot{y} + a_0(t)y = bu,$	Адаптивный регулятор	Метод скоростного градиента	$\sigma\% \approx 5\%,$ $t_n \leq 2c,$ $a_0 = 7,$ $b = 1$	Целевая функция: $Q = 0.5e^2,$ $e = y - y_m$
6	$\dot{y} + a_0(t)y = bu,$	Адаптивный регулятор	Метод скоростного градиента	$\sigma\% \approx 15\%,$ $t_n \leq 6c,$ $a_0 = 20,$ $b = 5$	Целевая функция: $Q = 0.5e^2,$ $e = y - y_m$
7	$\dot{y} + a_0(t)y = bu,$	Адаптивный регулятор	Метод скоростного градиента	$\sigma\% \approx 10\%,$ $t_n \leq 12c,$ $a_0 = 50,$ $b = 5$	Целевая функция: $Q = 0.5e^2,$ $e = y - y_m$
8	$\dot{y} + a_0(t)y = bu,$	Адаптивный регулятор	Метод функций Ляпунова	$\sigma\% \approx 0\%,$ $t_n \leq 2c,$ $a_0 = 10,$	Целевая функция: $Q = 0.5e^2,$ $e = y - y_m$

				b = 3	
2. Лабораторные работы (УК-3-31, УК-3-В1, УК-6-31, ОПК-5-У1, ОПК-5-У2, ОПК-5-В1, ОПК-9-31, ОПК-9-У1, ОПК-11-31, ОПК-11-У1, ПК-1-31, ПК-1-У1, ПК-1-В1); 2.1. Лабораторная работа 1 Тема: Анализ методов адаптивной настройки ПИД-регуляторов (по вариантам). 2.2. Лабораторная работа 2 Тема: Одноканальная система с градиентным алгоритмом адаптации (по вариантам). 2.3. Лабораторная работа 3 Тема: Система с пропорционально-интегральным алгоритмом изменения коэффициентов регулятора, синтезированным методом скоростного градиента (по вариантам). 2.4. Лабораторная работа 4 Тема: Система с алгоритмом адаптации на основе второго метода Ляпунова (по вариантам). 3. Практические работы (УК-3-31, УК-3-В1, УК-6-31, ОПК-5-У1, ОПК-5-У2, ОПК-5-В1, ОПК-9-31, ОПК-9-У1, ОПК-11-31, ОПК-11-У1, ПК-1-31, ПК-1-У1, ПК-1-В1) 3.1. Практическая работа 1 Тема: Одноканальная система с градиентным алгоритмом адаптации (по вариантам). 3.2. Практическая работа 2 Тема: Система с пропорционально-интегральным алгоритмом изменения коэффициентов регулятора, синтезированным методом скоростного градиента (по вариантам). 3.3. Практическая работа 3 Тема: Система с алгоритмом адаптации на основе второго метода Ляпунова (по вариантам). Комплект вопросов для защиты лабораторных работ и практических работ (текущий контроль успеваемости) Лабораторная работа 1 (УК-3-31, УК-3-В1, УК-6-31, ОПК-5-У1, ОПК-5-У2, ОПК-5-В1, ОПК-9-31, ОПК-9-У1, ОПК-11-31, ОПК-11-У1, ПК-1-31, ПК-1-У1, ПК-1-В1) 1 Какой принцип положен в основу настройки ПИД-регулятора по методу Циглера-Никольса? 2 Какой принцип положен в основу настройки ПИД-регулятора по методу Шубладзе? 3 Какой принцип положен в основу настройки ПИД-регулятора по методу Куна? 4 Какой принцип положен в основу настройки ПИД-регулятора по методу Шеделя? 5 Назовите достоинства и недостатки каждого метода настройки. 6. Напишите математическое выражение для ПИД-регулятора. 7. Какой объект управления называют нестационарным. 8. Нарисовать схему управления с обратной связью, обозначив все ее составляющие. 9. Перечислить критерии качества управления. 10. В чем заключается принципиальное отличие между подходами адаптивного и оптимального управления. Лабораторная работа 2 и Практическая работа 1 (УК-3-31, УК-3-В1, УК-6-31, ОПК-5-У1, ОПК-5-У2, ОПК-5-В1, ОПК-9-31, ОПК-9-У1, ОПК-11-31, ОПК-11-У1, ПК-1-31, ПК-1-У1, ПК-1-В1) 1. Классификация адаптивных систем. 2. Виды эталонных моделей, способы реализации. 3. Блок-схемы беспорисковых систем с моделью. 4. Основные блоки системы с градиентным алгоритмом адаптации. 5. Влияние начальных условий в адаптере на свойства системы. 6. Уравнение адаптивного закона управления. Уравнение закона управления. 7. Влияние темпа параметрических возмущений на свойства системы. 8. Расчет асимптотического наблюдателя. Его назначение. 9. Определение вида алгоритма адаптации, использованного в лабораторной работе. 10. Сколько настраиваемых параметров имеет регулятор. От чего зависит это количество. Лабораторная работа 3 и Практическая работа 2 (УК-3-31, УК-3-В1, УК-6-31, ОПК-5-У1, ОПК-5-У2, ОПК-5-В1, ОПК-9-31, ОПК-9-У1, ОПК-11-31, ОПК-11-У1, ПК-1-31, ПК-1-У1, ПК-1-В1) 1. Виды и источники неопределённостей. 2. Виды возмущений. 3. Целевые критерии. 4. Алгоритм скоростного градиента, формы алгоритма. 5. Вывод пропорционально-интегрального алгоритма адаптации для системы с объектом второго порядка и целевым функционалом. 6. Влияние начальных условий в адаптере на свойства системы. 7. Влияние начальных условий в объекте на свойства системы. 8. Влияние темпа параметрических возмущений на свойства системы. 9. Структурная схема адаптивной системы, функции основных блоков системы. 10. Расчет параметров фильтра оценки производных. Зачем необходим дифференциальный фильтр. 11. Почему метод называют скоростным градиентом. В чем отличие от обычного градиента.					

Лабораторная работа 4 и Практическая работа 3
(УК-3-31, УК-3-В1, УК-6-31, ОПК-5-У1, ОПК-5-У2, ОПК-5-В1, ОПК-9-31, ОПК-9-У1, ОПК-11-31, ОПК-11-У1, ПК-1-31, ПК-1-У1, ПК-1-В1)

1. Гипотеза квазистационарности.
2. Постановка задачи адаптивного управления.
3. Основные этапы синтеза беспоисковых адаптивных систем.
4. Последовательность расчета адаптивной системы на основе второго метода Ляпунова.
5. Влияние начальных условий в адаптере на свойства системы.
6. Влияние темпа параметрических возмущений на свойства системы.
7. Определение закона управления.
8. Определение алгоритма адаптации.
9. Структурная схема адаптивной системы.
10. Назначение наблюдателя координат состояния.
11. В чем преимущество рассмотренного подхода над градиентным методом и методом скоростного градиента.
12. Устойчивость по Ляпунову. Виды устойчивости.
13. Уравнение Ляпунова.

Комплект вопросов и заданий для защиты домашних заданий
(УК-3-31, УК-3-В1, УК-6-31, ОПК-5-У1, ОПК-5-У2, ОПК-5-В1, ОПК-9-31, ОПК-9-У1, ОПК-11-31, ОПК-11-У1, ПК-1-31, ПК-1-У1, ПК-1-В1)

1. Виды и источники неопределённостей.
2. Виды возмущений.
3. Целевые критерии.
4. Градиентный метод адаптации.
5. Вывод пропорционально-интегрального алгоритма адаптации для системы с объектом второго порядка и целевым функционалом.
6. Влияние начальных условий в адаптере на свойства системы.
7. Влияние начальных условий в объекте на свойства системы.
8. Влияние темпа параметрических возмущений на свойства системы.
9. Структурная схема адаптивной системы, функции основных блоков системы.
10. Расчет параметров фильтра оценки производных. Зачем необходим дифференциальный фильтр.
11. Почему метод называют скоростным градиентом. В чем отличие от обычного градиента.
12. Гипотеза квазистационарности.
13. Постановка задачи адаптивного управления.
14. Основные этапы синтеза беспоисковых адаптивных систем.
15. Последовательность расчета адаптивной системы на основе второго метода Ляпунова. Определение закона управления. Определение алгоритма адаптации.
16. Назначение наблюдателя координат состояния.
17. В чем преимущество рассмотренного подхода над градиентным методом и методом скоростного градиента.
18. Устойчивость по Ляпунову. Виды устойчивости.
19. Уравнение Ляпунова.
20. Какие системы называются оптимальными?
21. В чем различие между задачей синтеза оптимальной системы и системы с заданными показателями качества?
22. Что представляет собой критерий оптимальности, как он задается?
23. Как ставится задача синтеза оптимальной по быстродействию системы?
24. Какой вид имеет закон управления в оптимальных по быстродействию системах?
25. Какие системы называются субоптимальными?
26. Как влияет на вид фазовых траекторий ограничение на управляющее воздействие?
27. Как влияет аппроксимация линии переключения на фазовый портрет системы?
28. Что такое программное управление?
29. В чем заключается принцип максимума Понтрягина?

5.3. Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена

Не предусмотрено

Тестовые задания по дисциплине

1. Какой вид имеет производная функции Ляпунова для устойчивости системы, но не асимптотической, согласно прямого метода Ляпунова, если функция Ляпунова выбрана в виде положительной знакоопределенной функции:
 А) Положительная знакоопределенная функция.
 В) Положительная знакопостоянная функция.
 С) Отрицательная знакоопределенная функция.
 Д) Отрицательная знакопостоянная функция.
 Е) Знакопеременная функция.
2. Какой вид будет иметь производная от функции Ляпунова, если система описывается системой дифференциальных уравнений вида

$$\dot{x}_1 = x_2 - 3x_1^3$$

$$\dot{x}_2 = -x_1 - 7x_2^3,$$
 для которой выбрана функция Ляпунова вида

$$V(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2;$$

- A) $\dot{V}(x_1, x_2) = x_1^3 + x_2^3$.
 B) $\dot{V}(x_1, x_2) = x_1^5 + x_2^5$.
 C) $\dot{V}(x_1, x_2) = -(6x_1^4 + 14x_2^4)$.
 D) $\dot{V}(x_1, x_2) = (6x_1^4 - 14x_2^4)$.
 E) $\dot{V}(x_1, x_2) = -(6x_1^4 - 14x_2^4)$.

3. Какому виду особой точки соответствует фазовая траектория линейной системы, если корни характеристического уравнения имеют следующий вид: $\alpha_1 > 0, \alpha_2 > 0$:

- A) Устойчивый узел.
 B) Неустойчивый узел.
 C) Устойчивый центр.
 D) Неустойчивый центр.
 E) Седло.

4. Определите вид функции Ляпунова $V(x_1, x_2)$ выбранной для исследования на устойчивость нелинейной системы:

$$V(x_1, x_2) = (x_1 + x_2)^2$$

- A) Положительная знакоопределенная функция.
 B) Отрицательная знакоопределенная функция.
 C) Положительная знакопостоянная функция.
 D) Отрицательная знакопостоянная функция.
 E) Знакопеременная функция.

5. Определите вид функции Ляпунова $V(x_1, x_2)$ выбранной для исследования на устойчивость нелинейной системы $V(x_1, x_2) = -(x_1 + x_2)^2$:

- A) Положительная знакоопределенная функция.
 B) Отрицательная знакоопределенная функция.
 C) Положительная знакопостоянная функция.
 D) Отрицательная знакопостоянная функция.
 E) Знакопеременная функция.

6. Определите вид функции Ляпунова $V(x_1, x_2)$ выбранной для исследования на устойчивость нелинейной системы $V(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2$:

- A) Положительная знакоопределенная функция.
 B) Отрицательная знакоопределенная функция.
 C) Положительная знакопостоянная функция.
 D) Отрицательная знакопостоянная функция.
 E) Знакопеременная функция.

7. Определите вид функции Ляпунова $V(x_1, x_2)$ выбранной для исследования на устойчивость нелинейной системы $V(x_1, x_2) = -(x_1^2 + x_2^2)$:

- A) Положительная знакоопределенная функция.
 B) Отрицательная знакоопределенная функция.
 C) Положительная знакопостоянная функция.
 D) Отрицательная знакопостоянная функция.
 E) Знакопеременная функция.

8. Определите вид функции Ляпунова $V(x_1, x_2)$ выбранной для исследования на устойчивость нелинейной системы $V(x_1, x_2) = x_1^2 - x_2^2$:

- A) Положительная знакоопределенная функция.
 B) Отрицательная знакоопределенная функция.
 C) Положительная знакопостоянная функция.
 D) Отрицательная знакопостоянная функция.
 E) Знакопеременная функция.

9. Какой вид имеет производная функции Ляпунова для асимптотической устойчивости системы, согласно прямого метода Ляпунова, если функция Ляпунова выбрана в виде положительной знакоопределенной функции:

- A) Положительная знакоопределенная функция.

- В) Положительная знакопостоянная функция.
- С) Отрицательная знакоопределенная функция.
- Д) Отрицательная знакопостоянная функция.
- Е) Знакопеременная функция.

10. Пусть корни характеристического уравнения $\lambda_{1,2} = \pm j\omega$ что можно сказать об устойчивости системы:

- А) система асимптотически устройства.
- В) система устойчива “в малом”.
- С) система устойчива “в большом”.
- Д) система неустойчива.
- Е) система находится на границе устойчивости.

11 Общая задача оптимального управления.

- А. Оптимизация управления динамическими системами и процессами.
- Б. Управление информационными системами.
- В. Оптимизация разработки компьютерных программ.
- Г. Анализ устойчивости систем автоматического управления.

12 Формулировка проблемы оптимального управления.

- А. Разработка математических моделей динамических систем.
- Б. Анализ устойчивости систем автоматического управления.
- В. Оптимизация разработки компьютерных программ.
- Г. Содержит критерий оптимальности (функционал), математическую модель процесса управления и ограничения на эволюцию траектории системы и ресурсы управления.

13 Основные математические методы теории оптимального управления.

- А. Линейная алгебра.
- Б. Операционное исчисление
- В. Принцип максимума Понтрягина, динамическое программирование Беллмана, математическое программирования.
- Г. Преобразование Фурье.

14 Необходимые условия оптимальности управления.

- А. Условия существования оптимального решения.
- Б. Условия, которых достаточно для определения оптимального решения.
- В. Условия определения оптимального решения.
- Г. Условия, при которых определяется определенная множество решений, которые могут содержать оптимальное.

15 Достаточные условия оптимальности управления.

- А. Условия существования решения проблемы оптимизации.
- Б. Условия существования локального экстремума функционала.
- В. Условия, которые определяют глобальный экстремум качества функционирования системы (процесса) управления.
- Г. Условия, которые обеспечивают нахождения допустимого управления.

16 Существование оптимального управления.

- А. Оптимальное решение всегда существует, но не является единственным.
- Б. Оптимальное решение существует не всегда.
- В. Оптимальное решение всегда существует и является единственным.
- Г. Оптимальное решение всегда существует.

17 Задача использования методов оптимального управления в теории автоматического управления динамическими системами.

- А. Анализ управляемости систем автоматического управления.
- Б. Анализ устойчивости систем автоматического управления.
- В. Анализ точности систем автоматического управления.
- Г. Построение оптимального закона управления системами автоматического управления.

19 Стохастические системы управления.

- А. Системы управления, параметры или сигналы в которых есть случайные величины.
- Б. Линейные системы.
- В. Оптимальные системы.
- Г. Нелинейные системы.

20 Математическая модель линейной динамической системы управления.

- А. $dx / dt = Ax + Bu$.
- Б. $dx / dt = f(x, u, t)$.
- В. $dx / dt = f(x, u, t)$.
- Г. $dx / dt = xTx + uTu$.

21 Математическая модель нелинейной динамической системы управления.

- А. $dx / dt = f(x, u, t)$.

Б. $\frac{dx}{dt} = Ax(t) + Bu(t)$.

В. $\frac{dx}{dt} = Ax(t) + Bu(t) + W(t)$.

Г. $\frac{dx}{dt} = A(t)x(t) + B(t)u(t)$.

22 Стационарная система.

А. Система, параметры которой зависят от времени

Б. Система, параметры которой не зависят от времени

В. Любая линейная система.

Г. Любая нелинейная система.

23 Нестационарная система.

А. Система, параметры которой зависят от времени

Б. Система, параметры которой не зависят от времени

В. Любая линейная система.

Г. Любая нелинейная система.

24 Цифровые системы управления.

А. Системы программного управления.

Б. Замкнутые системы управления.

В. Аналоговые системы управления.

Г. Системы управления с цифровым регулятором

25. Математическая модель объекта управления.

А. Математическое описание реального объекта, адекватной задачи, которая анализируется.

Б. Вес объекта.

В. Габариты объекта.

26. Метод пространства состояния.

А. Метод, в котором математическая модель дана в виде системы дифференциальных уравнений первого порядка (в форме Коши).

Б. Метод, в котором математическая модель дана в виде дифференциального уравнения n -го порядка.

В. Метод исследования устойчивости динамических систем.

Г. Метод анализа переходного процесса системы управления.

21. Допустимая траектория движения системы

А. Траектория, параметры движения которой находятся в допустимой области в любой момент.

Б. Любая траектория.

В. Только оптимальная траектория.

Г. Любая оптимальная траектория.

22. Оптимальная траектория системы управления.

А. Допустимая траектория, которая соответствует оптимальному закону управления

Б. Любая траектория.

В. Любая допустимая траектория.

Г. Траектория при терминальном управлении

23. Закон управления.

А. Траектория движения системы.

Б. Функция управления, аргументом которой является время или вектор состояния системы.

В. Любая функция управления системой

Г. Допустимая траектория движения системы.

24. Оптимальный закон управления.

А. Любое управление.

Б. Только программное управление.

В. Допустимый закон управления, которому соответствует оптимальный показатель качества.

Г. Любое допустимое управление.

25. Оптимальная программа управления.

А. Оптимальный закон управления разомкнутой системой, который соответствует фиксированному начальному вектору состояния системы и является функцией времени.

Б. Закон, который учитывает текущее состояние системы.

В. Оптимальный закон управления замкнутой системой.

Г. Любая допустимая программа управления.

№ п/п	Вид оценочного средства	Критерий	Оценка
1.	Выполнение и защита лабораторных работ	Обучающийся самостоятельно выполняет полное и аргументированное решение индивидуальных заданий, не допустив ошибок. При защите заданий отвечает развернуто и исчерпывающе на все вопросы.	«Отлично»
		Обучающийся практически самостоятельно выполняет полное решение заданий, но не может аргументировать свое решение. При защите заданий допускает незначительные неточности.	«Хорошо»
		Обучающийся в целом правильно решает задание, но не может аргументировать свое решение. При защите заданий допускает значительные неточности. Обучающийся правильно понимает способ решения заданий, но допускает ошибки при их решении. Задание выполнено частично. При защите заданий допускает значительные неточности.	«Удовлетворительно»
		Обучающийся не может решить задание.	«Неудовлетворительно»
2.	Выполнение и защита практических работ	Обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме прослушанного теоретического материала, владеет требуемым математическим аппаратом, методиками решения, необходимыми остаточными знаниями по изученным фундаментальным дисциплинам (математика, физика); демонстрирует умения и практические навыки владения информационными технологиями, позволяющими оптимизировать экспериментальную и аналитическую часть лабораторного исследования. Логически связно, динамично, грамотно и последовательно излагает методику выполнения лабораторной работы и обработки результатов моделирования. Ошибаясь, уверенно исправляется после дополнительных и наводящих вопросов.	«Зачтено»
		Обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять теоретические знания на практике и/или не владеет требуемыми знаниями. Невнятно, невразумительно, неуверенно, неверно формулирует ответы на дополнительные и наводящие вопросы и/или не отвечает на них.	«Не зачтено»
3.	Выполнение и защита домашних заданий	Домашнее задание выполнено в полном объеме; отчет по работе оформлен в полном соответствии с предъявляемыми требованиями; расчеты выполнены без ошибок. При ответе на вопросы по теме домашнего задания обучающийся демонстрирует глубокое знание основных теоретических положений работы и умение применять их на практике.	«Отлично»
		Домашнее задание в целом выполнено правильно, расчеты содержат не принципиальные ошибки. Отчет по работе оформлен в основном в соответствии с предъявляемыми требованиями; При ответе на вопросы по теме домашнего задания обучающийся демонстрирует знание основных теоретических положений работы и умение применять их на практике.	«Хорошо»
		Домашнее задание в основной части выполнено; отчет по работе оформлен с некоторыми отступлениями от предъявляемых требований; при ответе на вопросы по теме домашнего задания обучающийся дает в основном	«Удовлетворительно»

		правильные, но неполные ответы. При расчетах были допущены ошибки, исправленные после замечаний преподавателя.	
		Домашнее задание не выполнено, либо отчет по работе отсутствует или его оформление не соответствует предъявляемым требованиям, либо при ответе на вопросы по теме домашнего задания студент демонстрирует незнание основных теоретических положений работы и неумение их применять на практике.	«Неудовлетворительно»
4.	Зачет	Компетенции УК-3, УК-6, ОПК-5, ОПК-9, ОПК-11, ПК-1 сформированы. Обучающийся демонстрирует: - глубокие знания содержания изученной дисциплины во взаимосвязи с другими дисциплинами; - способность использовать теоретические знания при выполнении практических заданий; - аргументированные, исчерпывающие ответы на все вопросы по билету, а также дополнительные вопросы экзаменатора; - умение выполнять и обосновывать решение практических заданий высокого уровня сложности; - наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам; - свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы.	«Зачтено»
		Компетенции УК-3, УК-6, ОПК-5, ОПК-9, ОПК-11, ПК-1 не сформированы. Обучающийся демонстрирует: - существенные пробелы в знаниях учебного материала; - принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствие знаний и понимания основных терминов и определений; - непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета; - отсутствие навыка или существенные ошибки при выполнении практических заданий; - незнание литературы, рекомендованной программой дисциплины.	«Не зачтено»

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ				
6.1. Рекомендуемая литература				
6.1.1 Основная литература				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	Ким Д.П.	Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы: учебник и практикум вузов	ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/452300	М.: Юрайт, 2020
Л 1.2	Ким Д.П.	Теория автоматического управления. Линейные системы: учебник и практикум вузов	ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/452242	М.: Юрайт, 2020

Л 1.3	Юсупов Р.С.	Основы автоматизирован ных систем управления технологическим и процессами: учебное пособие	Университетская библиотека ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=493900	Москва, Вологда: Инфра- Инженерия, 2018
6.1.2 Дополнительная литература				
Обозначен ие	Авторы, составите ли	Заглавие	Библиотека	Издательст во, год
Л 2.1	Рапопорт, Э. Я.	Оптимальное управление системами с распределенными параметрами: учебное пособие	НТБ СТИ НИТУ МИСИС	М.: Высшая школа, 2009
Л 2.2	Ким Д.П.	Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. Задачник : учебное пособие для вузов	ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/452303	М. : Юрайт, 2020
Л 2.3	Рачков, М. Ю.	Оптимальное управление в технических системах: учебное пособие	ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/452772	М. : Юрайт, 2020
Л 2.4	Марусева, И.В.	Управление сложными системами (введение в основы автоматики и информатики) : учебное пособие	Университетская библиотека ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=496883	Москва ; Берлин : Директ- Медиа, 2018
6.1.3 Методические материалы				
Обозначени е	Авторы, составител и	Заглавие	Библиотека	Издательств о, год
Л 3.1	Глущенко А.И., Халапаян С.Ю.	Методы адаптивного управления: методические указания для самостоятельного выполнения домашних заданий	НТБ СТИ НИТУ МИСИС	Старый Оскол. СТИ НИТУ МИСИС - 2020
Л 3.2	Глущенко А.И., Халапаян С.Ю.	Методы адаптивного управления: лабораторный практикум	НТБ СТИ НИТУ МИСИС	Старый Оскол. СТИ НИТУ МИСИС - 2020
Л 3.3	Глущенко А.И., Халапаян С.Ю.	Методы адаптивного управления: методические указания к практическим занятиям	НТБ СТИ НИТУ МИСИС	Старый Оскол. СТИ НИТУ МИСИС – 2020

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»	
6.3. Перечень программного обеспечения	
П. 1	Microsoft Windows
П. 2	Microsoft office
П. 3	7- Zip (свободно распространяемое программное обеспечение)
П. 4	Kaspersky Endpoint Security
П. 5	Matlab
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных	
И. 1	LMS Moodle https://open.misis.ru/
И. 2	Федеральный портал «Российское образование»: http://edu.ru
И. 3	Открытое образование: http://openedu.ru
И. 4	Российская государственная библиотека: http://www.rsl.ru
И. 5	- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн»: http://biblioclub.ru
И. 6	- Электронная библиотека НИТУ «МИСИС»: http://elibrary.misis.ru
И. 7	- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: http://elibrary.ru/
И. 8	- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: http://elibrary.ru/
И. 9	- Университетская информационная система РОССИЯ: https://uisrussia.msu.ru/
И. 10	- Электронная библиотека РГБ: диссертации: http://diss.rsl.ru/?menu=disscatalog/
И. 11	- аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com
И. 12	- аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/
И. 13	- наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И. 14	- научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
404	Лаборатория объектно-ориентированного программирования	• персональный компьютер – 9 шт.; • интерактивная доска; • проектор; • комплект учебной мебели на 25 посадочных мест.
306	Кабинет для самостоятельной работы	• проектор; • доска; • экран настенный; • компьютер – 6 шт.; • комплект учебной мебели на 20 человек.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
Для успешного освоения дисциплины "Методы адаптивного управления" в 3 семестре обучающемуся необходимо: 1. Посещать все виды занятий. 2. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через LMS Moodle). 3. Отчеты по лабораторным работам и домашним заданиям рекомендуется выполнять с использованием MS Office, допускается выполнять в рукописном виде. 4. Активно работать с научными базами в сети Интернет. 5. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ Оценка качества подготовки обучающихся проводится с целью контроля освоения обучающимися совокупности компетенций (частей компетенций) на этапе изучения данной дисциплины. Освоение компетенций характеризуются определенными знаниями, умениями и навыками, опытом профессиональной деятельности, которые оцениваются как в процессе изучения дисциплины (текущий контроль успеваемости), так и по завершении изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестаций обучающихся сформированы оценочные средства. Текущий контроль успеваемости Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине проводится в форме: - лабораторные работы (4). - практические работы (3). По результатам выполнения лабораторных работ обучающиеся оформляют отчеты (по ГОСТ 7.32–2017 Отчет о научно-исследовательской работе). Структурными элементами отчетов являются: - титульный лист; - содержание (по желанию);

- номер варианта, формулировку задания и исходные данные;
- необходимые схемы (исходные и промежуточные);
- расчётные формулы и полученные численные результаты;
- выводы по проделанной работе;
- необходимые для расчётов справочные данные (при необходимости);
- список использованных источников (при необходимости);
- приложения (при необходимости).

Более подробная информация по лабораторным работам приведена в Л.3.2.

Более подробная информация по практическим работам приведена в Л.3.3.

Промежуточная аттестация

Учебным планом ОПОП ВО по дисциплине предусматривается промежуточная аттестация в форме зачета в 3 семестре. Промежуточная аттестация проводится с целью оценки качества освоения обучающимися содержания дисциплины. При проведении промежуточной аттестации обучающийся демонстрирует знания, умения и навыки, приобретенные в процессе изучения дисциплины, которые характеризуют результат освоения совокупности компетенций (частей компетенций) на этапе изучения данной дисциплины.

Результаты обучения по дисциплине, характеризующие освоение совокупности компетенций (части компетенций), при проведении промежуточной аттестации оцениваются по системе «зачтено»/ «не зачтено».

Отметка «Зачтено» выставляется, если обучающийся успешно сдал все виды текущего контроля в течение семестра.

Система оценивания результатов освоения дисциплины

Порядок, определяющий процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций, определен в Положении «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, текущем контроле посещения обучающимися аудиторных занятий в НИТУ МИСИС П 239.09- 18, выпуск 2».