

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт математики, физики и информационных технологий  
Кафедра функционального анализа

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Н. Л. Королева  
«21» июня 2023 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.ДВ.01.1 Теория автоматического управления

Направление подготовки/специальность: 01.04.01 - Математика

Профиль/направленность/специализация: Обработка больших данных и интеллектуальные системы поддержки принятия решений

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

год набора: 2023

Тамбов, 2023

**Автор программы:**

Доктор физико-математических наук, профессор Жуковский Евгений Семенович

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.01 - Математика (уровень магистратуры) (приказ Министерства образования и науки РФ от «10» января 2018 г. № 12).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры функционального анализа «14» июня 2023 г. Протокол № 9

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института математики, физики и информационных технологий, Протокол от «21» июня 2023 г. № 3.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Магистратуры.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	9
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	25
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	27
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	28

## 1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-1 Способен к научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности

ПК-3 Способен к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, к управлению научным коллективом

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский
- организационно-управленческий
- проектно-технологический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сфере: 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере научно-исследовательских и опытноконструкторских разработок)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-1 Способен к научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности	Выдвигает гипотезы по направлению исследований и соотносит их с полученными результатами
	ПК-3 Способен к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, к управлению научным коллективом	Ставит и решает прикладные исследовательские задачи; оценивает результаты исследований

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-1 Способен к научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения	
		Очная (семестр)	
		2	4
1	Вычислительные среды обработки больших данных	+	
2	Научно-исследовательская работа		+

3	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	+	
4	Облачные технологии и вычисления	+	
5	Онлайн-курс "Основы научного исследования"	+	
6	Преддипломная практика		+

ПК-3 Способен к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, к управлению научным коллективом

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения		
		Очная (семестр)		
		1	2	3
1	Администрирование суперкомпьютерных систем	+		
2	Научно-педагогическая практика			+
3	Онлайн-курс "Основы научного исследования"		+	
4	Параллельные и распределенные вычисления	+		

## 2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры:

Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 01.04.01 - Математика.

Дисциплина «Теория автоматического управления» изучается в 2 семестре.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 2 з.е.

Очная: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>72</b>
Контактная работа	16
Лекции (Лекции)	8
Практические (Практ. раб.)	8
Самостоятельная работа (СР)	56
Зачет	-

## 3.2.Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	
2 семестр					
1	Основные понятия и определения. Описание и анализ линейных систем с помощью дифференциальны х уравнений.	1	1	8	Тестирование
2	Описание и анализ линейных систем с помощью переходных функций.	1	1	8	Тестирование
3	Описание и анализ линейных систем с помощью интегральных преобразований.	1	1	8	Тестирование; Контрольная работа
4	Описание и анализ линейных систем с помощью спектральных преобразований.	1	1	8	Тестирование
5	Описание и анализ линейных систем с помощью разностных уравнений	2	2	12	Тестирование
6	Описание и анализ нелинейных систем.	2	2	12	Тестирование; Контрольная работа

**Тема 1. Основные понятия и определения. Описание и анализ линейных систем с помощью дифференциальных уравнений. (ПК-1)**

**Лекция.**

Связь структурной схемы с дифференциальными уравнениями. Анализ выходных процессов. Анализ устойчивости (критерии). Управляемость по состоянию и выходу, наблюдаемость линейных систем. Одномерные и многомерные системы при детерминированных воздействиях. Принцип суперпозиции, анализ выходных процессов одномерных систем. Законы изменения векторов состояния и выходы многомерных нестационарных систем при помощи переходных матриц. Исследование линейных систем при случайных воздействиях. Критерии устойчивости (по начальным данным, по входу) одномерных и многомерных линейных систем. Анализ управляемости и наблюдаемости линейных стационарных систем.

**Практическое занятие.**

Связь структурной схемы с дифференциальными уравнениями. Анализ выходных процессов. Анализ устойчивости (критерии). Управляемость по состоянию и выходу, наблюдаемость линейных систем. Одномерные и многомерные системы при детерминированных воздействиях. Принцип суперпозиции, анализ выходных процессов одномерных систем. Законы изменения векторов состояния и выходы многомерных нестационарных систем при помощи переходных матриц. Исследование линейных систем при случайных воздействиях. Критерии устойчивости (по начальным данным, по входу) одномерных и многомерных линейных систем. Анализ управляемости и наблюдаемости линейных стационарных систем.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Как называется система автоматического регулирования, предназначенная для поддержания постоянной выходной величины?
2. Как называется система автоматического регулирования, выходная величина которой изменяется по заранее определенному закону?
3. Как изменяется во времени входной сигнал следящей системы (остается постоянным; изменяется по закону, который заранее известен; изменяется по закону, который заранее не известен)?
4. Определите назначение следящей системы.
5. В чем отличие системы непрерывного действия от дискретной системы?
6. Линейным или нелинейным является звено, описываемое уравнением  $\dot{y} = a_1 y + a_2 \dot{y} + \dots + a_n y^{(n)} + b_0 u + b_1 \dot{u} + \dots + b_m u^{(m)}$ , где  $y$  и  $u$  – соответственно входной и выходной сигналы?

### **Тема 2. Описание и анализ линейных систем с помощью переходных функций. (ПК-1)**

#### **Лекция.**

Импульсная переходная функция (ИПФ) и единичная переходная функция (ЕПФ). ИПФ соединений. ИПФ по состоянию и выходу. Импульсное воздействие в виде дельта-функции и единичной ступенчатой функции, которым соответствуют системные характеристики импульсная переходная функция и единичная переходная функции, и реакциям системы на эти воздействия. Импульсные переходные функции соединений.

#### **Практическое занятие.**

Импульсная переходная функция (ИПФ) и единичная переходная функция (ЕПФ). ИПФ соединений. ИПФ по состоянию и выходу. Импульсное воздействие в виде дельта-функции и единичной ступенчатой функции, которым соответствуют системные характеристики импульсная переходная функция и единичная переходная функции, и реакциям системы на эти воздействия. Импульсные переходные функции соединений.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Какая динамическая характеристика называется переходной функцией?
2. Каким соотношением устанавливается связь между переходной функцией и весовой функцией?
3. Какую связь устанавливает интеграл Дюамеля?

### **Тема 3. Описание и анализ линейных систем с помощью интегральных преобразований. (ПК-1)**

#### **Лекция.**

Одномерные и многомерные стационарные системы управления при детерминированных воздействиях, для описания сигналов которых используется интегральное преобразование Лапласа. Передаточная функция. Нахождение передаточной функции в системах с несколькими входами, передаточная функция ошибки, передаточная функция по возмущению. Особенности анализа астатических систем. Рассматриваются одномерные стационарные системы при детерминированных воздействиях и применение преобразования Фурье к исследованию подобных систем. Использование частотной характеристики. Частотные характеристики элементарных звеньев. Частотные методы анализа устойчивости.

#### **Практическое занятие.**

Описание и анализ линейных систем с помощью преобразования Лапласа.

## Задания для самостоятельной работы.

### Задания для самостоятельной работы

1. О какой устойчивости состояний или процессов в нелинейной САУ можно судить по корням характеристического уравнения ее линеаризованной модели (в малом, в большом, в целом)?

2. Какое математическое выражение из состава дифференциального уравнения системы  $A(p)y(t) = B(p)x(t)$ ,  $p = \frac{d}{dt}$  определяет ее устойчивость?

3. Вынужденная или свободная составляющая решения дифференциального уравнения системы используется для анализа ее устойчивости?

4. Что можно сказать об устойчивости системы, если характеристический полином ее линеаризованной модели содержит нулевой корень?

5. Устойчива ли САУ второго порядка, если все коэффициенты ее характеристического уравнения положительны?

6. Будет уменьшаться или увеличиваться запас устойчивости САУ при увеличении коэффициента передачи устойчивой в разомкнутом состоянии системы?

7. Определите значения коэффициента передачи  $k$ , при которых замкнутая система устойчива, если обратная связь отрицательная единичная и разомкнутая система имеет передаточную функцию

$$W(p) = \frac{k}{p^2(2p+1)} ?$$

8. Определите передаточную функцию импульсной системы по ее разностному уравнению

$$y(n) + 0.1y(n-1) + 0.5y(n-2) = 10x(n-1).$$

9. В каких случаях справедливо равенство

$$Z\{W_1(p) + W_2(p)\} = Z\{W_1(p)\} + Z\{W_2(p)\} ?$$

10. Устойчива ли система, имеющая полюсы  $z_1 = 0.5 + j0.5$ ,  $z_2 = 0.5 - j0.5$ ?

## Тема 4. Описание и анализ линейных систем с помощью спектральных преобразований. (ПК-3)

### Лекция.

Одномерные нестационарные системы при детерминированных воздействиях. Свойства спектральных преобразований. Применение базисных систем нестационарных полиномов Лежандра, нестационарной спектральной характеристики и двумерной нестационарной передаточной функции. Одномерные нестационарные системы при случайных воздействиях. Применение первой и второй нестационарной спектральных плотностей.

### Практическое занятие.

Двумерные нестационарные передаточные функции.

### Задания для самостоятельной работы.

1. Известны передаточные функции системы с единичной отрицательной обратной связью: Желаемая ПФ разомкнутой системы и ПФ неизменяемой части имеют вид:

Найти передаточную функцию корректирующего устройства алгебраическим способом.

2. Решить предыдущую задачу, если вместо передаточной функции известна желаемая передаточная функция замкнутой системы



3. Получить уравнение замкнутой системы, если в разомкнутом состоянии она описывается заданными уравнениями. Каким условиям должна удовлетворять матрица в предыдущей задаче при создании модального регулятора?

### **Тема 5. Описание и анализ линейных систем с помощью разностных уравнений (ПК-3)**

#### **Лекция.**

Одномерные и многомерные дискретные системы управления при детерминированных воздействиях. Теорема Гамильтона-Кели. Применение переходной матрицы для исследования системы. Исследование устойчивости линейных дискретных стационарных динамических систем. Применение Z-преобразования, его свойства.

#### **Практическое занятие.**

Связи вход-состояние и вход-выход. Нахождение переходной матрицы.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

- 1 Уменьшится ли величина статической ошибки при увеличении коэффициента передачи регулятора? Поясните ответ решением задачи на примере приведенной системы.
- 2 Какое условие при размещении интегрирующего звена в прямом канале нужно выполнить, чтобы статическая ошибка за счет влияния возмущения была бы равна нулю?
- 3 Чему равно установившееся значение выходного сигнала  $y(t)$  системы (см. вопрос 1), если заданы некоторые начальные условия?
- 4 Чему равна амплитуда ошибки в установившемся режиме системы (см. вопрос 1) Определите величину статической ошибки в системе (см. вопрос 1),
- 5 Запишите выражение для передаточной функции, обеспечивающей инвариантность координаты  $y(t)$ /

### **Тема 6. Описание и анализ нелинейных систем. (ПК-1)**

#### **Лекция.**

Типовые нелинейности в элементах и системах управления. Математические модели и структурные схемы нелинейных систем и методы их преобразования. Особенности режимов функционирования нелинейных САУ. Методы анализа процессов в нелинейных САУ. Метод фазового пространства. Построение фазового портрета методом изоклин. Анализ поведения автономной системы второго порядка с помощью анализа фазового портрета, особых точек и особых линий портрета. Метод гармонической линеаризации. Анализ автоколебаний методом гармонической линеаризации. Критерии устойчивости нелинейных динамических систем. Второй метод А. М. Ляпунова. Метод абсолютной устойчивости В.М. Попова. Анализ абсолютной устойчивости. Анализ выходных процессов при случайных воздействиях методом статистической линеаризации.

#### **Практическое занятие.**

Связь уравнения состояния системы и структурных схем. Поведение нелинейных систем на фазовой плоскости. Линеаризация нелинейных систем. Анализ автоколебаний. Анализ устойчивости.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

- 1 Распространяется ли на нелинейные системы принцип, в соответствии с которым реакция системы на два внешних воздействия равна сумме реакций системы, полученных для каждого из воздействий порознь?
- 2 Какую типовую нелинейность можно использовать для описания зависимости силы сухого трения от скорости движения?
- 3 Сколько листов используется при построении фазового портрета системы с нелинейностью, представленной в вопросе 2?
- 4 Необходимое или достаточное условие проверяется по критерию В.М. Попова?

### **4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства**

#### **4.1. Распределение баллов:**

## 2 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 70 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов

## Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Основные понятия и определения. Описание и анализ линейных систем с помощью дифференциальных уравнений.	Тестирование	9	Правильных ответов: 0-30% - 0 баллов 31-50% - 1 балл 51-70% - 2 балла 71-90% - 3 балла 91-100% - 4 балла
2.	Описание и анализ линейных систем с помощью переходных функций.	Тестирование	14	Правильных ответов: 0-30% - 0 баллов 31-50% - 5 баллов 51-70% - 9 баллов 71-90% - 12 баллов 91-100% - 14 баллов
3.	Описание и анализ линейных систем с помощью интегральных преобразований.	Тестирование	7	Правильных ответов: 0-30% - 0 баллов 31-50% - 1 балл 51-70% - 2 балла 71-90% - 3 балла 91-100% - 4 балла
		<b>Контрольная работа(контрольный срез)</b>	10	Самостоятельное решение задач по индивидуальным вариантам. В каждом варианте 5 заданий (по 2 балла за каждое задание)
4.	Описание и анализ линейных систем с помощью спектральных преобразований.	Тестирование	15	Правильных ответов: 0-30% - 0 баллов 31-50% - 5 баллов 51-70% - 9 баллов 71-90% - 12 баллов 91-100% - 15 баллов
5.	Описание и анализ линейных систем с помощью разностных уравнений	Тестирование	15	Правильных ответов: 0-30% - 0 баллов 31-50% - 5 баллов 51-70% - 9 баллов 71-90% - 12 баллов 91-100% - 15 баллов

6.	Описание и анализ нелинейных систем.	Тестирование	10	Правильных ответов: 0-30% - 0 баллов 31-50% - 5 баллов 51-70% - 7 баллов 71-90% - 8 баллов 91-100% - 10 баллов
		Контрольная работа(контрольный срез)	10	Самостоятельное решение задач по индивидуальным вариантам. В каждом варианте 5 заданий (по 2 балла за каждое задание)
7.	Посещаемость		10	100% посещение
8.	Премияльные баллы		20	20 баллов за участие в студенческих научных конференциях и олимпиадах
9.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы		30	добор баллов: студент может предоставить задания текущего контроля
10.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

#### 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

##### Контрольная работа

Тема 3. Описание и анализ линейных систем с помощью интегральных преобразований.

##### Контрольная работа №1

Структурная схема линейной САУ представлена на рисунке 1, где соответствующие передаточные функции имеют вид апериодических звеньев:

$$W_1(s) = \frac{K_1}{T_1 s + 1}; \quad W_2(s) = \frac{K_2}{T_2 s + 1}; \quad W_3(s) = \frac{K_3}{T_3 s + 1}.$$

Параметры  $T_1, T_2, T_3, K_1, K_3$  для каждого варианта задания представлены в таблице 2. Величина коэффициента  $K_2$  выбирается далее из условия устойчивости.

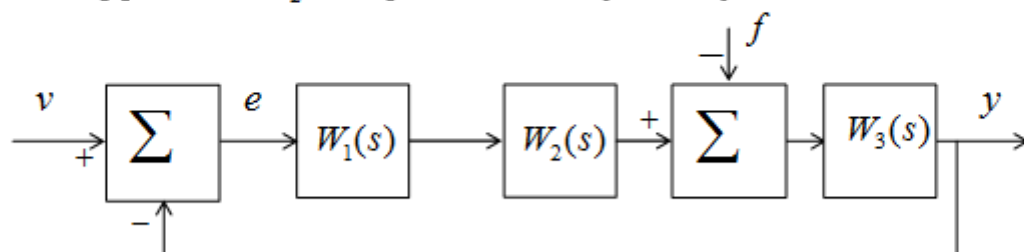


Рисунок 1

Варианты задания приведены в таблице 2.

Таблица 2

Номер варианта	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$K_1$	$K_3$
1	2	3	4	5	6
1	0,01	0,2	0,06	16,5	1
2	0,02	0,3	0,07	16	1,1
3	0,03	0,4	0,08	15,5	1,2
4	0,04	0,5	0,09	15	1,3
5	0,05	0,6	0,1	14,5	1,4
6	0,06	0,7	0,15	14	1,5

### Задание

1. Найти передаточные функции разомкнутой и замкнутой системы:  
 $W(s) = Y(s)/V(s)$  при  $f = 0$ ,  $e = v$  (т.е. разомкнута главная обратная связь);  
 $\Phi(s) = Y(s)/V(s)$  при  $f = 0$  – главная передаточная функция замкнутой системы;  
 $\Phi_e(s) = E(s)/V(s)$  при  $f = 0$  – передаточная функция замкнутой системы по ошибке;  
 $\Phi_f(s) = Y(s)/F(s)$  при  $v = 0$  – передаточная функция замкнутой системы по возмущению. Параметры  $T_i$ ,  $K_i$  входят в передаточные функции в общем виде, т.е. в буквенных символах.  
 30.
2. Найти характеристическое уравнение замкнутой системы. Используя критерий Гурвица, записать в общем виде условия устойчивости. При заданных в таблице 2 параметрах  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $K_1$ ,  $K_3$  найти максимальное граничное значение коэффициента передачи  $K'_2$  при котором система еще устойчива. В дальнейшем полагать  $K_2 = 0,5K'_2$ .  
 31.
3. Найти аналитические выражения и построить графики:  
 $W(j\omega)$  – амплитудно-фазовой частотной характеристики (АФЧХ) разомкнутой системы;  
 $|W(j\omega)|$  – амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) разомкнутой системы;  
 $\varphi(\omega) = \arg W(j\omega)$  – фазо-частотной характеристики (ФЧХ) разомкнутой системы;

Тема 6. Описание и анализ нелинейных систем.

### **Контрольная работа №2**

Анализируется одноконтурная замкнутая импульсная САУ, состоящая из непрерывной части (НЧ) и импульсного элемента (ИЭ), формирующего прямоугольные импульсы длительностью  $\tau$ , где  $T$  – период дискретизации,  $\tau$ . Исходные данные для расчетов приведены в таблице 4. Для всех вариантов заданий передаточная функция непрерывной части имеет вид

$$W_0(s) = \frac{K_0(\tau_1 s + 1)}{s(T_1 s + 1)}.$$

Импульсный элемент представляется в виде идеального ключа и формирующего устройства с передаточной функцией

$$W_\delta(s) = \frac{1 - e^{-\gamma T s}}{s}.$$

Структурная схема системы представлена на рисунке 3. В таблице 4  $T$  – период дискретизации;  $T_1$ ,  $\tau_1$  – постоянные времени имеют размерность секунды;  $K_0$  – коэффициент передачи НЧ имеет размерность  $c^{-1}$  и выбирается далее.

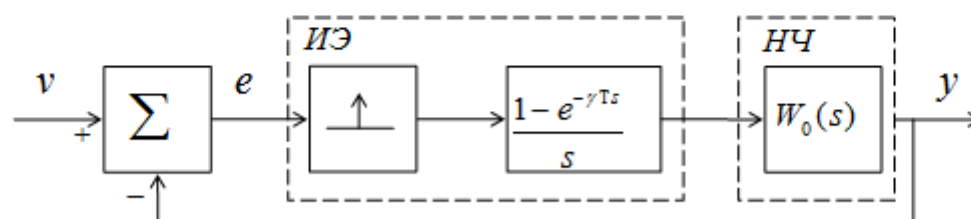


Рисунок 3

Таблица 4



Номер варианта	$\gamma$	$T$	$T_1$	$\tau_1$
1	0,3	1	1	0,1
2	0,3	0,9	0,9	0,2
3	0,3	0,8	0,8	0,2
4	0,3	0,7	0,7	0,1
5	0,3	0,6	0,6	0,1
6	0,3	0,5	0,5	0,2
7	0,3	0,4	0,4	0,2
8	0,3	0,3	0,3	0,1
9	0,3	0,2	0,2	0,1
10	0,3	0,1	0,1	0,05

### Задание

1. Найти передаточные функции импульсной САУ:  $W^*(z)$  – разомкнутой системы,  $\Phi^*(z)$  – замкнутой системы,  $\Phi_e^*(z)$  – системы по ошибке. Параметры  $T$ ,  $T_1$ ,  $\tau_1$ ,  $K_0$ ,  $\gamma$  входят в выражения передаточных функций в общем виде, т.е. в буквенном виде. Далее в пункте 3.2 знак \* будет относиться к передаточным функциям импульсной системы.

2. Найти интервал изменения коэффициента передачи  $K_0$ , при котором система будет устойчива  $K_0' \leq K_0 \leq K_0'$ . Для дальнейших исследований выбрать значение  $K_0 = 0,5 K_0'$ .

3. Построить графики логарифмических частотных характеристик разомкнутой импульсной системы  $L^*(\lambda)$  и  $\varphi^*(\lambda)$  при заданных значениях  $T$ ,  $T_1$ ,  $\tau_1$ ,  $\gamma$  и выбранном  $K_0$ . По графикам определить запасы устойчивости системы по модулю  $\Delta L^*$  и фазе  $\Delta \varphi^*$ .

4. Определить ошибку системы по скорости  $e_{сх}$  при входном воздействии  $v(t) = t$  (скачок по скорости), а также первые два коэффициента ошибок  $c_0$ ,  $c_1$ .

### Тестирование

Тема 1. Основные понятия и определения. Описание и анализ линейных систем с помощью дифференциальных уравнений.

Тестовые задания

Тест №1.

1 Какой процесс называется механизацией?

А Совокупность операций управления.

В Замена труда человека в рабочих операциях работой машин и механизмов.

С Замена труда человека в операциях управления.

1 Систему управления образуют:

А Совокупность средств управления и объекта.

В Совокупность средств управления.

С Объект управления.

1 Чем характеризуется любой элемент системы?

А Входной координатой.

В Выходной координатой.

С Входной и выходной координатами.

1 Какой принцип регулирования был реализован в первом промышленном регуляторе уровня в котле паровой машины, изобретенном И. Ползуновым.

А Регулирование "по отклонению".

В Регулирование "по возмущению".

С Комбинированное регулирование.

1 Какая система регулирования называется автоматической?

А Все рабочие операции и операции управления выполняют автоматические устройства.

В Часть операций управления выполняют автоматические устройства, другую часть выполняет человек.

С Рабочие операции выполняют машины и механизмы, а операции управления – человек.

1 Детерминированные системы управления отражают:

А Характер подачи сигналов.

В Характер процесса управления.

С Характер функционирования.

1 При классификации систем управления по характеру функционирования система автоматического регулирования может быть:

А Системой программного регулирования.

В Системой с распределенными параметрами.

С Стохастической системой.

8. Система автоматической стабилизации – это система, в которой поддерживается:

А.  $y_{\text{зад}}(t) = \text{const}$

В.  $y_{\text{зад}}(t) = f(t)$ .

С.  $y_{\text{зад}}(t) = f(x)$ .

9. По основным видам уравнений динамики процессов управления системы подразделяются на:

А Непрерывные и дискретные.

В Детерминированные и стохастические.

С Линейные и нелинейные.

10. В оптимальных системах управления показатель эффективности зависит от:

А Текущих значений координат.

В Текущих значений координат, а также характера их изменения в прошлом, настоящем и будущем.

С Собственных параметров системы или структуры.

Тема 2. Описание и анализ линейных систем с помощью переходных функций.

**Тест №2.**

1 Сигнал называется регулярным, если его математическим представлением является:

А Заранее заданная функция времени.

В Заранее заданная функция частоты.

С Заранее заданная функция времени и частоты.



2. Сигнал называется периодическим, если он представляет собой:

- А Функцию времени и удовлетворяет условию  $f(t) = f(t + T)$ ,  $-\infty \leq t \leq \infty$   
 В Функцию времени и удовлетворяет условию  $f(t) = f(t + T)$ ,  $t_1 \leq t \leq t_2$   
 С Функцию частоты и удовлетворяет условию  $f(\omega) = f(\omega + W)$ ,  $-\infty \leq \omega \leq \infty$

3. Какое из преобразований называется преобразованием Фурье?

- 1.
2. А  $F(i\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{i\omega t} dt$
3. В  $F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-i\omega t} dt$
4. С  $F(i\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-i\omega t} dt$

4. Спектральной плотностью непериодического сигнала называется величина

А  $F(i\omega) = \frac{1}{\pi} \frac{dA}{d\omega}$

В  $F(i\omega) = \frac{1}{\pi} \frac{d\omega}{dA}$

С  $F(i\omega) = \pi \frac{dA}{d\omega}$ ,

где А – бесконечно малые амплитуды непериодической функции.

5. Функцией Хевисайда называется функция:

А  $x(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0 \\ 1 & \text{при } t > 0 \end{cases}$

В  $x(t) = 1$  при  $\forall t$

С  $x(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t_2 < t < 0 \\ 1 & \text{при } t_1 > t > 0 \end{cases}$

6. Дельта-функцией называется функция, удовлетворяющая условиям:

5. А  $\delta(t) = \begin{cases} \infty & \text{при } t = 0 \\ 0 & \text{при } t \neq 0 \end{cases}$

6.

7. В  $\delta(t) = \begin{cases} \infty & \text{при } t = 0 \\ 0 & \text{при } t \neq 0 \end{cases}, \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1$

8.

9. С  $\delta(t) = \begin{cases} \infty & \text{при } t = 0 \\ 0 & \text{при } t \neq 0 \end{cases}, \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 0/$

|

7. Какая функция относится к сдвинутым элементарным функциям?

10. А  $x(t)$ .

11. В  $x(t - \tau)$ .

12. С  $x(t) + x(\tau)$ .

8. Сигнал произвольной формы можно представить как:

13.

14. А  $x(t) = \int_0^1 x(\tau)h(t - \tau)d\tau$

15.

16. В  $x(t) = \int_0^1 x(\tau)\delta(t - \tau)d\tau$

17.

18. С  $x(t) = \int_0^1 x(\tau)h(t - \tau)\delta(t)d\tau$ .

9. Сигнал называется гармоническим, если

А.  $x(t) = A h(t) \sin \omega t$

В.  $x(t) = A \delta(t) \sin \omega t$

С.  $x(t) = A \sin \omega t$

10. Между функцией Хевисайда и функцией Дирака существует связь, выражаемая соотношением

А  $l[t] = \delta'(t)$ .

В  $\delta(t) = l'[t]$ .

С  $\int_0^\infty 1[t]dt = \delta(t)$ .

Тема 3. Описание и анализ линейных систем с помощью интегральных преобразований.

## Тест №3.

1. Какое из уравнений является уравнением динамики?

A  $F(y, \dot{y}, 0, x, \dot{x}) + f = 0$

B  $F(y, \dot{y}, \ddot{y}, x, \dot{x}) + f = 0$

C  $F(y_0, 0, 0, x_0, 0) + f = 0.$

2. Каким дифференциальным уравнением описывается динамика таких объектов управления, как электрическая емкость, химический реактор полного перемешивания?

A  $T \frac{dy}{dt} + y(t) = kx(t)$

B  $T_1^2 \frac{d^2y}{dt^2} + T_2 \frac{dy}{dt} + y(t) = kx(t)$

C  $T \frac{dy}{dt} + y(t) = k \frac{dx}{dt}$

3. Математическая запись принципа суперпозиции состоит из следующих соотношений

A  $y(\sum_i x_i(t)) \neq \sum_i y_i(x_i(t)), y(\alpha x(t)) \neq \alpha y(x(t))$

B  $y(\sum_i x_i(t)) = \sum_i y_i(x_i(t)), y(\alpha x(t)) \neq \alpha y(x(t))$

C  $y(\sum_i x_i(t)) = \sum_i y_i(x_i(t)), y(\alpha x(t)) = \alpha y(x(t))$

4. Какая динамическая характеристика называется переходной функцией?

19. А Реакция системы на единичный ступенчатый сигнал.

20. В Реакция системы на  $\delta$ -функцию.

21. С Реакция системы на гармонический сигнал.

5. Каким соотношением устанавливается связь между переходной функцией и весовой функцией?

A  $h(t) = w'(t)$

B  $h(t) = \int_0^t w(t) dt$

C  $h(t) = w'(t) + w'(t)$

6. Какую связь устанавливает интеграл Дюамеля?

A Между входным и выходным сигналом произвольной формы.

B Между переходной функцией и весовой функцией.

C Между входным сигналом произвольной формы и выходным сигналом.

Тема 4. Описание и анализ линейных систем с помощью спектральных преобразований.

## Тест №4.

1 1. В соответствии со свойствами конформного отображения линия переходит...

A В линию.

B В точку.

C В треугольник.

1 2. Амплитудно-фазовая характеристика является...

А Случайной функцией.

В Комплексной функцией.

С Детерминированной функцией.

3. Как экспериментально получают частотные характеристики? Подачей на вход объекта...

А Гармонического сигнала  $x(t) = A \sin \omega t$

В  $\delta$ -функции  $x(t) = \delta(t)$

С Единичного ступенчатого сигнала  $x(t) = 1(t)$

4. Как перейти от передаточной функции к частотным характеристикам? Положив...

А  $s = i\omega$

В  $s = \omega$

С  $s = e^{i\omega t}$

5. Если передаточная функция объекта управления  $W(s) = \frac{k}{s} + s$ , то АФХ в показательной форме запишется...

А  $W(i\omega) = \frac{k}{\omega} e^{-i \arctg \omega}$

В  $W(i\omega) = \frac{k - \omega^2}{\omega} e^{-i \frac{\pi}{2}}$

С  $W(i\omega) = \frac{k - \omega^2}{\omega} e^{-i(\frac{\pi}{2} + \arctg \frac{k}{\omega})}$

6. Если передаточная функция объекта управления  $W(s) = 3e^{-4s}$ , то амплитудно-частотная характеристика запишется как...

А  $M(\omega) = 3e^{-4s}$

В  $M(\omega) = 3\sqrt{\sin 4\omega + \cos 4\omega}$

С  $M(\omega) = 3$

7. Если передаточная функция объекта управления  $W(s) = \frac{2}{4s(s+3)(5s+2)}$ , то фазочастотная характеристика запишется как...

А  $\varphi(x) = -\frac{\pi}{2} - \arctg \frac{\omega}{3} - \arctg \frac{5\omega}{2}$

В  $\varphi(x) = \frac{\pi}{2} + \arctg \omega - \arctg \frac{\omega}{3} - \arctg \frac{5\omega}{2}$  С  $\varphi(x) = -\arctg \omega - \arctg \frac{\omega}{3} - \arctg \frac{5\omega}{2}$

8. Если передаточная функция объекта управления  $W(s) = 4 + s$ , то вещественно-частотная характеристика запишется...

А  $Re(\omega) = \sqrt{16 + \omega^2}$

В  $Re(\omega) = 4$

С  $Re(\omega) = \omega$

Тема 5. Описание и анализ линейных систем с помощью разностных уравнений

Тест №5.

1 Какие звенья относятся к группе статических звеньев?

А Статическая характеристика отлична от нуля.

В Статическая характеристика не существует.

С Статическая характеристика равна нулю.

1 Передаточная функция какого звена имеет вид ?

- А Усилительного.
- В Реального дифференцирующего.
- С Интегрального.

3. Передаточная функция аperiodического звена первого порядка...

- А  $W(s) = \frac{Ks}{Ts+1}$
- В  $W(s) = K + \frac{1}{Ts}$
- С  $W(s) = \frac{K}{Ts+1}$

4. Какое звено описывается уравнением  $Ty'(t) + y(t) = kx'(t)$ ?

- А Аperiodическое первого порядка.
- В Идеальное дифференцирующее.
- С Реальное дифференцирующее.

5. Каким уравнением описывается колебательное звено?

- А  $Ty'(t) + y(t) = kx(t)$
- В  $T_1T_2y''(t) + (T_1 + T_2)y'(t) + y(t) = kx(t)$
- С  $T_k^2y''(t) + T_Dy'(t) + y(t) = kx(t)$

6. Какое звено с соответствующей передаточной функцией относится к группе особых звеньев?

- А  $W(s) = \frac{k}{Ts+1}$
- В  $W(s) = \frac{k}{Ts-1}$
- С  $W(s) = \frac{ks}{Ts+1}$

7. Какой закон регулирования имеет пропорциональный регулятор?

- А  $x_p = -S_1\Delta y(t)$
- В  $x_p = -S_2\Delta y'(t)$
- С  $x_p = -S_1\Delta y(t) - S_1\Delta y'(t)$

8. Какую передаточную функцию имеет ПД-регулятор?

- А  $W(s) = -S_1 - S_2s$
- В  $W(s) = -\frac{S_0}{s} - S_1 - S_2s$
- С  $W(s) = -\frac{S_0}{s} - S_1$

9. Какой из законов регулирования наиболее распространен на практике?

- А И-закон.
- В ПИ-закон.
- С П-закон.

10. Какой из законов регулирования имеет три настроечных параметра?

- А ПИ-закон.
- В ПД-закон.
- С ПИД-закон.

Тема 6. Описание и анализ нелинейных систем.

Тест №6.

1. Какая система называется устойчивой, если после снятия возмущения ...

А Система не возвращается в исходное состояние.

В Принимает новое установившееся состояние, отличное от первоначального.

С Система возвращается в исходное состояние.

2. Какая из систем, описываемых уравнением, будет неустойчивой?

А  $y''(t) + 2y'(t) + 3y(t) = 0$

В  $y'(t) + y(t) + 4y'(t) + 3y(t) = 0$

С  $y''(t) - y'(t) + y(t) = 0$

3. Объект имеет характеристическое уравнение  $a_3s^3 + a_2s^2 + a_1s + a_0 = 0$ . Какой из определителей является определителем Гурвица:

А 
$$\begin{vmatrix} a_3 & a_3 & a_3 & 0 \\ 0 & a_2 & a_2 & 0 \\ 0 & a_1 & a_1 & 0 \\ 0 & a_0 & a_0 & a_0 \end{vmatrix}$$

В 
$$\begin{vmatrix} a_2 & a_0 & 0 \\ a_3 & a_1 & 0 \\ 0 & a_2 & a_0 \end{vmatrix}$$

С 
$$\begin{vmatrix} a_2 & a_2 & 0 \\ a_1 & a_1 & 0 \\ a_0 & a_0 & a_0 \end{vmatrix}$$

4. Согласно алгебраическому критерию Гурвица система устойчива, если...

А Все диагональные миноры главного определителя Гурвица положительны.

В Главный определитель Гурвица положителен, а диагональные миноры отрицательны.

С Диагональные миноры главного определителя Гурвица четного порядка положительны, нечетного отрицательны.

5. Какими должны быть корни характеристического уравнения для устойчивой системы?

А С отрицательной действительной частью.

В С положительной действительной частью.

С Комплексно-сопряженные с отрицательными и положительными действительными частями.

6. Предельное значение настроек П-регулятора, при котором система находится на границе устойчивости, определяется по соотношению:

А  $S_{1 \text{ пред}} = \frac{1}{\varphi_{об}(\omega_p)}$

В  $S_{1 \text{ пред}} = \frac{1}{M_{об}(\omega_p)}$

С  $S_{1 \text{ пред}} = M_{об}(\omega_p) + \frac{1}{\varphi_{об}(\omega_p)}$

7. Как определить степень устойчивости?

A  $m = \min_{S_i} \frac{Re(S_i)}{Im(S_i)}$

B  $\eta = \min_{S_i} |Re(S_i)|$

C  $\psi = \frac{y_1 - y_3}{y_1}$

8. Как получить расширенную амплитудно-фазовую характеристику?

A Заменой в передаточной функции  $S = i \omega$ .

B Заменой в передаточной функции  $S = i \omega + M \omega$ .

C Заменой в передаточной функции  $S = -m \omega + i \omega$ .

9. Какой показатель определяет запас устойчивости?

A Степень затухания.

B Показатель колебательности.

C Время регулирования.

10. Каким показателем определяется запас устойчивости при расчете настроечных параметров методом РАФХ?

A Запас устойчивости на фазе.

B Показатель колебательности.

C Степень колебательности.

11. При расчете регуляторов на заданный запас устойчивости их настройки выбираются...

A Вне кривой заданного запаса устойчивости.

B На кривой заданного запаса устойчивости.

C Внутри области, ограниченной кривой заданного запаса устойчивости.

12. для систем регулирования с ПИ-регулятором граница заданного запаса устойчивости строится в координатах...

A  $S_1 - S_0$

B  $Re(m, \omega) - Im(m, \omega)$

C  $Re(\omega) - Im(\omega)$

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

### Типовые вопросы зачета (ПК-1, ПК-3)

#### Типовые вопросы экзамена:

1. 1. Связь структурной схемы с дифференциальными уравнениями. Анализ выходных процессов. Анализ устойчивости (критерии).
2. 2. Управляемость по состоянию и выходу, наблюдаемость линейных систем.
3. 3. Одномерные и многомерные системы при детерминированных воздействиях.
4. 4. Принцип суперпозиции, анализ выходных процессов одномерных систем.
5. 5. Законы изменения векторов состояния и выходы многомерных нестационарных систем при помощи переходных матриц.
6. 6. Исследование линейных систем при случайных воздействиях.

- 7 7. Критерии устойчивости (по начальным данным, по входу) одномерных и многомерных линейных систем.
- 8 8. Анализ управляемости и наблюдаемости линейных стационарных систем.
- 9 9. Импульсная переходная функция (ИПФ) и единичная переходная функция (ЕПФ). ИПФ соединений. ИПФ по состоянию и выходу.
- 10 10. Импульсное воздействие в виде дельта-функции и единичной ступенчатой функции, которым соответствуют системные характеристики импульсная переходная функция и единичная переходная функции, и реакция системы на эти воздействия. Импульсные переходные функции соединений.
- 11 11. Одномерные и многомерные стационарные системы управления при детерминированных воздействиях, для описания сигналов которых используется интегральное преобразование Лапласа.
- 12 12. Передаточная функция. Нахождение передаточной функции в системах с несколькими входами, передаточная функция ошибки, передаточная функция по возмущению.
- 13 13. Особенности анализа астатических систем. Одномерные стационарные системы при детерминированных воздействиях и применение преобразования Фурье к исследованию подобных систем.
- 14 14. Использование частотной характеристики. Частотные характеристики элементарных звеньев. Частотные методы анализа устойчивости.
- 15 15. Одномерные нестационарные системы при детерминированных воздействиях.
- 16 16. Свойства спектральных преобразований.
- 17 17. Применение базисных систем нестационарных полиномов Лежандра, нестационарной спектральной характеристики и двумерной нестационарной передаточной функции.
- 18 18. Одномерные нестационарные системы при случайных воздействиях. Применение первой и второй нестационарной спектральных плотностей.
- 19 19. Одномерные и многомерные дискретные системы управления при детерминированных воздействиях. Теорема Гамильтона-Кели.
- 20 20. Применение переходной матрицы для исследования системы.
- 21 21. Исследование устойчивости линейных дискретных стационарных динамических систем. Применение Z-преобразования, его свойства.
- 22 22. Типовые нелинейности в элементах и системах управления. Математические модели и структурные схемы нелинейных систем и методы их преобразования.
- 23 23. Особенности режимов функционирования нелинейных САУ. Методы анализа процессов в нелинейных САУ.
- 24 24. Метод фазового пространства. Построение фазового портрета методом изоклин. Анализ поведения автономной системы второго порядка с помощью анализа фазового портрета, особых точек и особых линий портрета.
- 25 25. Метод гармонической линеаризации. Анализ автоколебаний методом гармонической линеаризации.
- 26 26. Критерии устойчивости нелинейных динамических систем. Второй метод А. М. Ляпунова.
- 27 27. Метод абсолютной устойчивости В.М. Попова. Анализ абсолютной устойчивости.
- 28 28. Анализ выходных процессов при случайных воздействиях методом статистической линеаризации.

### Типовые задания для зачета (ПК-1, ПК-3)

#### Типовые задания для экзамена:

- 1 1. По дифференциальным уравнениям, соответствующим заданной функциональной схеме, записать передаточные функции и составить структурные схемы для каждого элемента системы.
- 2 2. Составить структурную схему системы автоматического управления в целом.



- 3 3. Определить передаточные функции разомкнутой и замкнутой системы по управляющему и возмущающему воздействиям, а также передаточные функции по ошибке от этих воздействий.
- 4 4. В соответствии с вариантом задания исследовать систему на устойчивость методом Гурвица, Найквиста или Михайлова.
- 5 5. Определить установившиеся ошибки в системе от постоянных (единичных) управляющего и возмущающего воздействий.
- 6 6. Составить уравнения состояния по структурной схеме системы автоматического уравнения.
- 7 7. Составить уравнения состояния по передаточной функции замкнутой системы автоматического управления по управляющему воздействию.
- 8 8. Определить устойчивость системы, используя уравнения состояния, полученные в пункте 1 или 2.
- 9 9. Произвести синтез модального регулятора при условиях: - все переменные состояния доступны измерению; - синтез регулятора произвести только для управляющего воздействия, полагая возмущающее воздействие равным нулю; - желаемый характеристический полином замкнутой системы принять в виде полинома соответствующего фильтру Баттерворта 3-го порядка:

#### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	ПК-1	Может выдвигать гипотезы по направлению исследований и соотносить их с полученными результатами
	ПК-3	Способен ставить и решать прикладные исследовательские задачи; оценивает результаты исследований
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ПК-1	Не может выдвигать гипотезы по направлению исследований и соотносить их с полученными результатами
	ПК-3	Не способен ставить и решать прикладные исследовательские задачи; не умеет оценивать результаты исследований

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

#### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

#### 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

### 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

### 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Основная литература:**

1. Ким Д. П. Теория автоматического управления : Учебник и практикум для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 276 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/450559>
2. Аббасова Т. С., Аббасов Э. М. Теория автоматического управления : учебное пособие. - Москва|Берлин: Директ-Медиа, 2020. - 62 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=594520>

### **6.2 Дополнительная литература:**

1. Федосенков, Б. А. Теория автоматического управления : современные разделы теории управления. учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Теория автоматического управления. - Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2014. - 153 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/61292.html>
2. Родин, Б. П. Случайные процессы в линейных системах : учебное пособие по курсу теория автоматического управления. - Весь срок охраны авторского права; Случайные процессы в линейных системах. - Саратов: Вузовское образование, 2013. - 19 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/18388.html>
3. Тяжев, А. И. Теория автоматического управления : учебник. - Весь срок охраны авторского права; Теория автоматического управления. - Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. - 164 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/71889.html>
4. Цветкова О. Л. Теория автоматического управления : учебник. - Москва|Берлин: Директ-Медиа, 2016. - 207 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443415>
5. Ягодкина Т. В., Беседин В. М. Теория автоматического управления : Учебник и практикум для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 470 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/450572>
6. Лубенцова, Е. В., Лубенцов, В. Ф. Теория автоматического управления : учебно-методическое пособие. - Весь срок охраны авторского права; Теория автоматического управления. - Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2013. - 143 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/63227.html>
7. Коновалов, Б. И., Лебедев, Ю. М. Теория автоматического управления : учебное методическое пособие. - Весь срок охраны авторского права; Теория автоматического управления. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. - 162 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/13869.html>

8. Нос О. В. Теория автоматического управления: теория управления особыми линейными и нелинейными непрерывными системами : учебное пособие. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. - 166 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576432>
9. Ким Д. П. Теория автоматического управления. Линейные системы : Учебник и практикум для вузов. - испр. и доп; 3-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 311 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/452242>
10. Ким Д. П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы : Учебник и практикум для вузов. - испр. и доп; 3-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 441 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/452300>
11. Пантелеев А.В., Бортакровский А.С. Теория управления в примерах и задачах : Учеб. пособие для втузов. - М.: Высш. шк., 2003. - 582 с.
12. Егоров А. И. Основы теории управления : монография. - Москва: Физматлит, 2007. - 506 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76677>

### 6.3 Методические разработки:

1. Егоркин, О. В., Назарова, Н. В. Теория автоматического управления : методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «теория автоматического управления» для студентов направления 15.03.05 «конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». - Весь срок охраны авторского права; Теория автоматического управления. - Саратов: Вузовское образование, 2018. - 59 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/73607.html>
2. Аносов, В. Н., Наумов, В. В., Котин, Д. А. Теория автоматического управления : учебно-методическое пособие. - 2025-02-05; Теория автоматического управления. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2016. - 68 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/91547.html>
3. Федоров, С. Е. Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы по дисциплине Теория автоматического управления. - 2022-04-04; Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы по дисциплине Теория автоматич. - Москва: Московский технический университет связи и информатики, 2016. - 28 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/61554.html>

### 6.4 Иные источники:

1. База данных zbMath - <https://www.zbmath.org/>
2. Журнал «Успехи математических наук» - [http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=tmf&option\\_lang=rus](http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=tmf&option_lang=rus)
3. Математическое обеспечение САПР - <https://e.lanbook.com/book/42192>

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

LibreOffice

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Microsoft Windows 10

Операционная система "Альт Образование"

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
2. Платформа Springer Link. – URL: <https://link.springer.com>
3. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
4. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>
5. Российская национальная библиотека. – URL: <http://nlr.ru>
6. Тамбовская областная универсальная научная библиотека им. А.С. Пушкина. – URL: <http://www.tambovlib.ru>
7. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
8. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов». – URL: <http://school-collection.edu.ru>
9. Федеральный портал «Российское образование». – URL: <https://www.edu.ru>
10. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» . – URL: <http://www.biblioclub.ru>
11. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
12. Юрайт: электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.