

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Лысьвенский филиал  
федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Теория автоматического управления»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** Автоматизированный электропривод и  
робототехнические комплексы

**Квалификация выпускника:** «Бакалавр»

**Выпускающая кафедра:** Общенаучных дисциплин

**Форма обучения:** Очная, очно-заочная, заочная

**Курс:** 3 **Семестр:** 5, 6

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 10 ЗЕ  
Часов по рабочему учебному плану: 360 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 6 семестр

Диф.зачет: 5 семестр

Курсовая работа: 6 семестр

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров (5-го и 6-го семестра учебного плана всех форм обучения) и разбито на 4 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические занятия и лабораторные работы, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам, практическим занятиям, защиты курсовой работы, диф.зачета и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

**Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине**

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВЫ)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР/ ОПЗ	Т/ КР	Диф. зачет	Экзамен/ Курсовая работа
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>З.1</b> Знать основные стандарты оформления технической документации на различных стадиях жизненного цикла информационной системы		ТО	ОЛР/ ОПЗ		ТВ	КЗ
<b>З.2</b> Знать принципы формирования и структуру бизнес-планов и технических заданий на оснащение отделов, лабораторий, офисов компьютерным и сетевым оборудованием		ТО	ОЛР/ ОПЗ	КР /Т	ТВ	КЗ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> Уметь применять стандарты оформления технической документации на различных стадиях жизненного цикла информационной		ТО	ОЛР/ ОПЗ	КР	ПЗ	КЗ

системы						
<b>У.2 Уметь</b> анализировать цели и ресурсы организации, разрабатывать бизнес-планы развития ИТ, составлять технические задания на оснащение отделов, лабораторий, офисов компьютерным и сетевым оборудованием		ТО	ОЛР/ ОПЗ	КР	ПЗ	КЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> Владеть навыками составления технической документации на различных стадиях жизненного цикла информационной системы			ОЛР/ ОПЗ			3
<b>В.2</b> Владеть навыками разработки технических заданий			ОЛР/ ОПЗ			3

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); З – защита курсовой работы; ОЛР – отчет по лабораторной работе; ОПЗ – отчет по практическому занятию; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в форме защиты курсовой работы, диф.зачета и экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2.Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

– межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

– контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ, практических занятий, рубежных контрольных работ и рубежного тестирования (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 8 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.2. Защита практических занятий**

Всего запланировано 12 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита практических занятий проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.3. Рубежная контрольная работа**

Запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины.

Первая КР по модулю 2 «Описание и анализ линейных САУ по дифференциальным уравнениям», вторая КР – по модулю 3 «Описание и анализ линейных одномерных САУ по передаточным функциям», третья КР – по модулю 4 «Нелинейные САУ. Понятие о дискретных САУ».

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **Типовые задания первой контрольной**

### **Вариант 1**

Дана одномерная система управления, описываемая дифференциальным уравнением

$$\ddot{x}(t) + 22\dot{x}(t) + 121x(t) = g(t), \quad g(t) = \begin{cases} e^t, & t > 0, \\ 0, & t \leq 0; \end{cases} \quad x(0) = 0, \quad \dot{x}(0) = 11.$$

Требуется:

1. Построить структурную схему системы.

2. Найти свободное и вынужденное движения, а также выходной сигнал системы.
3. Исследовать систему на устойчивость, управляемость и наблюдаемость.

### Вариант 2

2. Дана многомерная система

$$\dot{x}(t) = A(t)x(t) + B(t)g(t), \quad x(t_0) = x_0,$$

$$y(t) = C(t)x(t).$$

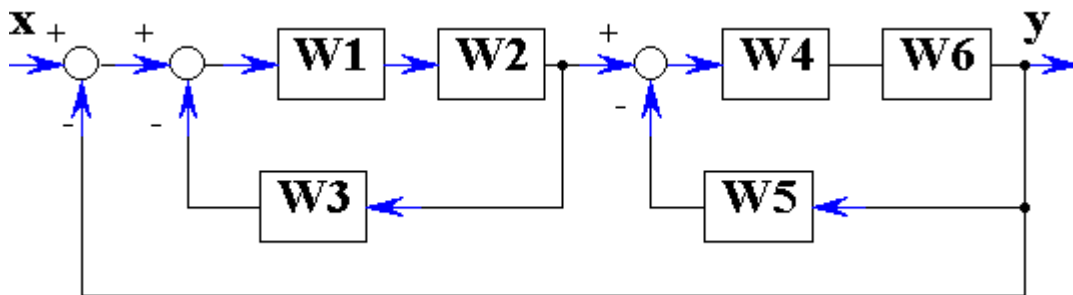
автоматического управления своими матрицами  $A$ ,  $B$  и  $C$ , начальными условиями и вектором входных данных. Требуется:

1. Написать уравнения системы в координатной форме.
2. Исследовать систему на устойчивость, управляемость и наблюдаемость:

$$A = \begin{pmatrix} -3 & 1 \\ 1 & -3 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}, C = (2 \quad 1), \begin{pmatrix} x_1(0) \\ x_2(0) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2 \\ 1 \end{pmatrix}, g(t) = \begin{cases} e^{2t}, & t > 0, \\ 0, & t \leq 0. \end{cases}$$

### Типовые задания второй КР:

1. Преобразовать структурную схему на рис. и привести эквивалентную передаточную функцию.



2. Построить амплитудно-частотную, фазо-частотную и амплитудно-фазовую характеристики для системы, заданной передаточной функцией:

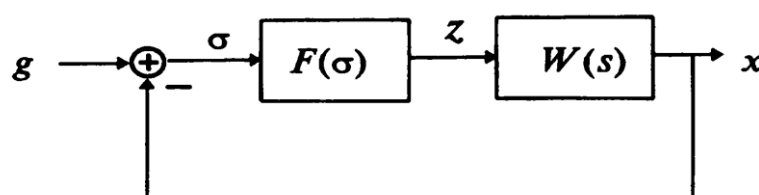
$$W(p) = \frac{1}{(p + 2)(p + 3)}.$$

3. Исследовать устойчивость системы автоматического управления с помощью критерия Михайлова:

### Типовые задания третьей КР:

#### Задание 1

Дана непрерывная нелинейная система с одним нелинейным элементом



Требуется:

1) Составить дифференциальное уравнение системы.

2) Составить уравнение фазовых траекторий.

Нелинейный элемент – релейный с зоной нечувствительности с параметрами

$$b=2, c=1, W(s)=\frac{1}{s^2+4s+3}.$$

## Задание 2

Дана одномерная дискретная система разностным уравнением. Требуется:

1) Исследовать систему на устойчивость.

2) Найти свободное движение системы.

а)  $9x(k+1)+x(k)=g(k), x(0)=1;$

б)  $x(k+2)+10x(k+1)+9x(k)=g(k), x(0)=2, x(1)=3.$

### 2.2.4 Рубежное тестирование

Запланировано рубежное тестирование (Т) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первое Т по модулю 2 «Описание и анализ линейных САУ по дифференциальным уравнениям», второе Т – по модулю 3 «Описание и анализ линейных одномерных САУ по передаточным функциям», третье Т – по модулю 4 «Нелинейные САУ. Понятие о дискретных САУ».

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежного тестирования приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## Типовые задания первого тестирования

### 1 вариант

Вопрос	Ответ
1. Система - это ...	1. <u>Система</u> - любой объект, который одновременно рассматривается, во-первых, как единое целое, и, во-вторых, как нечто, состоящее из множества связанных составных частей (элементов).
2. Элементы системы - это ...	2. <u>Элементы системы</u> - части или компоненты системы, условно принятые неделимыми.
3. Связи между элементами системы - это...	3. <u>Связи между элементами системы</u> - соединения между элементами системы (прямые или косвенные, последовательные или параллельные, алгебраические или дифференциальные, линейные или нелинейные и др.).
4. Структура системы - это...	4. <u>Структура системы</u> - способ организации элементов в систему с помощью установления между ними взаимосвязей.
5. Параметры системы - это	5. <u>Параметры системы</u> - свойства (качества) системы, позволяющие описывать систему и выделять ее из окружающей среды и других систем. К параметрам системы относят коэффициенты усиления звеньев, постоянные

	времени, номинальные значения переменных и др.
6. Состояние системы - это ...	<u>6. Состояние системы</u> - совокупность значений переменных (координат состояния) системы, существенных с точки зрения решаемой задачи. К координатам состояния системы относят выходные и внутренние переменные объекта, меняющиеся вследствие управления.
7. Модели бывают: а) физические; б) словестные; в) математические; г) брендовые.	7. а); б); в).
8. Переходная функция, или переходная характеристика системы автоматического управления (САУ) представляет собой ... а) переходный процесс системы, вызванный воздействием гармонического сигнала при нулевых начальных условиях. б) переходный процесс системы, вызванный единичным ступенчатым воздействием при нулевых начальных условиях. в) переходный процесс системы, вызванный единичным импульсным воздействием при нулевых начальных условиях.	8. б
9. Импульсная переходная функция или весовая функция САУ представляет собой  а) реакцию системы на воздействие в виде единичного ступенчатого воздействия при нулевых начальных условиях. б) реакцию системы на воздействие в виде гармонической функции при нулевых начальных условиях. в) реакцию системы на воздействие в виде дельта-функции при нулевых начальных условиях.	9. в
10. Единичная импульсная функция, или дельта-функция, представляет собой  а) единичный ступенчатый сигнал б) производную от единичной ступенчатой функции: $\delta(t) = 1'(t)$ в) единичный гармонический сигнал	10. б
11. Частотные характеристики системы характеризуют  а) реакцию системы на гармоническое воздействие в установившемся режиме. б) реакцию системы на единичное импульсное воздействие.	11. а

в) реакцию системы на воздействие единичной ступенчатой функции.	
12. Амплитудная частотная характеристика $A(\omega)$ (АЧХ) показывает, а) как пропускает звено импульсный сигнал; б) как пропускает звено сигнал различной частоты; в) как пропускает звено ступенчатый сигнал;	12. б
13. фазовая частотная характеристика $\varphi(\omega)$ (ФЧХ) показывает а) фазовые сдвиги, вносимые звеном для сигналов различной формы. б) фазовые сдвиги, вносимые звеном на различных частотах. в) как пропускает звено сигнал различной частоты;	13. б
14. Для устойчивости системы необходимо и достаточно ... а) чтобы все корни лежали слева от мнимой оси плоскости корней. б) чтобы все корни лежали справа от мнимой оси плоскости корней. в) чтобы все корни лежали вблизи от мнимой оси плоскости корней.	14. а
15. За основные (прямые) показатели качества регулирования по виду переходных процессов принимают: а) коэффициент усиления звена. б) амплитуда выходного сигнала. в) время регулирования $t_p$ , время нарастания регулирования $t_{нр}$ , время максимума $t_m$ , перерегулирование.	15. в
16. Для оценки качества управления по АЧХ замкнутой САУ используются следующие показатели: а) резонансная частота. б) величина перерегулирования и время переходного процесса. в) Показатель колебательности $M$ , частота среза $\omega_{ср}$ , запас устойчивости по амплитуде, запас устойчивости по частоте.	16. в
17. Диаграмма Бode это... а) совмещённый график логарифмической амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик. б) амплитудно-фазовая частотная характеристика звена. в) логарифмическая амплитудно-частотная характеристика звена	17. а
18. Прямые показатели качества - ...	18. Прямые показатели качества определяются по виду переходных характеристик. К ним



	относятся: время регулирования, время нарастания регулирования, время максимума, перерегулирование, квазипериод колебаний,
19. Косвенные показатели качества - ...	19. <u>Косвенными оценками качества</u> называют некоторые количественные величины, в той или иной мере характеризующие прямые показатели качества регулирования. К косвенным оценкам качества относят, в частности, показатели относительной устойчивости системы - запасы устойчивости по модулю и фазе,
20. Формулировка критерия Михайлова	20. Формулировка критерия Михайлова: <i>автоматическая система управления, описываемая уравнением n-го порядка, устойчива, если при изменении <math>\omega</math> от 0 до <math>\infty</math> характеристический вектор системы <math>F(j\omega)</math> повернется против часовой стрелки на угол <math>\pi/2</math>, не обращаясь при этом в нуль.</i>

### Вариант 2

Вопрос	Ответ
1. Переходная функция, или переходная характеристика системы автоматического управления (САУ) представляет собой ... а) переходный процесс системы, вызванный воздействием гармонического сигнала при нулевых начальных условиях. б) переходный процесс системы, вызванный единичным ступенчатым воздействием при нулевых начальных условиях. в) переходный процесс системы, вызванный единичным импульсным воздействием при нулевых начальных условиях.	1. б
2. Импульсная переходная функция или весовая функция САУ представляет собой  а) реакцию системы на воздействие в виде единичного ступенчатого воздействия при нулевых начальных условиях. б) реакцию системы на воздействие в виде гармонической функции при нулевых начальных условиях. в) реакцию системы на воздействие в виде дельта-функции при нулевых начальных условиях.	2. в
3. Единичная импульсная функция, или дельта-функция, представляет собой  а) единичный ступенчатый сигнал б) производную от единичной ступенчатой функции: $\delta(t) = 1'(t)$ в) единичный гармонический сигнал	3. б

4. Система - это ...	4. <u>Система</u> - любой объект, который одновременно рассматривается, во-первых, как единое целое, и, во-вторых, как нечто, состоящее из множества связанных составных частей (элементов).
5. Элементы системы - это ...	5. Элементы системы - части или компоненты системы, условно принятые неделимыми.
6. Связи между элементами системы - это...	6. Связи между элементами системы - соединения между элементами системы (прямые или косвенные, последовательные или параллельные, алгебраические или дифференциальные, линейные или нелинейные и др.).
7. Структура системы - это...	7. Структура системы - способ организации элементов в систему с помощью установления между ними взаимосвязей.
8. Параметры системы - это	8. Параметры системы - свойства (качества) системы, позволяющие описывать систему и выделять ее из окружающей среды и других систем. К параметрам системы относят коэффициенты усиления звеньев, постоянные времени, номинальные значения переменных и др.
9. Состояние системы - это ...	9. Состояние системы - совокупность значений переменных (координат состояния) системы, существенных с точки зрения решаемой задачи. К координатам состояния системы относят выходные и внутренние переменные объекта, меняющиеся вследствие управления.
10. Модели бывают: а) физические; б) словестные; в) математические; г) брендовые	10. а); б); в).
11. Частотные характеристики системы характеризуют  а) реакцию системы на гармоническое воздействие в установившемся режиме. б) реакцию системы на единичное импульсное воздействие. в) реакцию системы на воздействие единичной ступенчатой функции.	11. а
12. Амплитудная частотная характеристика $A(\omega)$ (АЧХ) показывает, а) как пропускает звено импульсный сигнал; б) как пропускает звено сигнал различной частоты; в) как пропускает звено ступенчатый сигнал;	12. б
13. фазовая частотная характеристика $\varphi(\omega)$ (ФЧХ) показывает а) фазовые сдвиги, вносимые звеном для сигналов различной формы.	13. б

<p>б) фазовые сдвиги, вносимые звеном на различных частотах.</p> <p>в) как пропускает звено сигнал различной частоты;</p>	
<p>14. Для устойчивости системы необходимо и достаточно ...</p> <p>а) чтобы все корни лежали слева от мнимой оси плоскости корней.</p> <p>б) чтобы все корни лежали справа от мнимой оси плоскости корней.</p> <p>в) чтобы все корни лежали вблизи от мнимой оси плоскости корней.</p>	14. а
<p>15. Прямые показатели качества - ...</p>	<p>15. Прямые показатели качества определяются по виду переходных характеристик. К ним относятся: время регулирования, время нарастания регулирования, время максимума, перерегулирование, квазипериод колебаний,</p>
<p>16. Косвенные показатели качества - ...</p>	<p>16. Косвенными оценками качества называют некоторые количественные величины, в той или иной мере характеризующие прямые показатели качества регулирования. К косвенным оценкам качества относят, в частности, показатели относительной устойчивости системы - запасы устойчивости по модулю и фазе,</p>
<p>17. Формулировка критерия Михайлова</p>	<p>17. Формулировка критерия Михайлова: <i>автоматическая система управления, описываемая уравнением <math>n</math>-го порядка, устойчива, если при изменении <math>\omega</math> от 0 до <math>\infty</math> характеристический вектор системы <math>F(j\omega)</math> повернется против часовой стрелки на угол <math>\pi/2</math>, не обращаясь при этом в нуль.</i></p>
<p>18. За основные (прямые) показатели качества регулирования по виду переходных процессов принимают:</p> <p>а) коэффициент усиления звена.</p> <p>б) амплитуда выходного сигнала.</p> <p>в) время регулирования <math>t_p</math>, время нарастания регулирования <math>t_{np}</math>, время максимума <math>t_m</math>, перерегулирование.</p>	18. в
<p>19. Для оценки качества управления по АЧХ замкнутой САУ используются следующие показатели:</p> <p>а) резонансная частота.</p> <p>б) величина перерегулирования и время переходного процесса.</p> <p>в) Показатель колебательности <math>M</math>, частота среза <math>\omega_{ср}</math>, запас устойчивости по амплитуде, запас устойчивости по частоте.</p>	19. в
<p>20. Диаграмма Боде это...</p> <p>а) совмещённый график логарифмической амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик.</p>	20. а

б) амплитудно-фазовая частотная характеристика звена.	
в) логарифмическая амплитудно-частотная характеристика звена.	

### Типовые задания второго тестирования

#### 1 вариант

Вопрос	Ответ
<p>1. По критерию Михайлова система устойчива, если ...</p> <p>а) характеристические кривые, соответствующие устойчивым системам, имеют плавную спиралеобразную форму и уходят в бесконечность в том квадранте, номер которого равен порядку уравнения.</p> <p>б) если характеристическая кривая проходит <math>n</math> квадрантов не последовательно или проходит меньшее число квадрантов.</p> <p>в) если кривая <math>F(j\omega)</math> проходит через начало координат.</p>	а)
<p>2. По критерию Найквиста система устойчива, если ...</p> <p>а) <i>если разность между числами положительных и отрицательных переходов годографа разомкнутой системы отрезка <math>(-\infty; -1)</math> действительной оси будет равна <math>t/2</math>, где <math>t</math> – количество корней характеристического уравнения разомкнутой системы, находящихся в правой полуплоскости.</i></p> <p>б) если годограф разомкнутой системы пересекает характеристическую точку <math>(-1; 0)</math>.</p> <p>в) если годограф разомкнутой системы пересекает точку <math>(0; 0)</math>.</p>	а)
<p>3. Экспериментальный метод определения динамических характеристик промышленного объекта заключается в ...</p> <p>а) подборе параметров элементов САУ.</p> <p>б) экспериментальное снятие характеристик отдельных элементов САУ</p> <p>в) снятии кривой разгона (экспериментальной переходной функции)</p>	в)
<p>4. Амплитудно-частотной характеристикой (АЧХ) динамического звена называется</p> <p>а) зависимость фазы выходного сигнала от частоты.</p> <p>б) зависимость отношения амплитуд выходных и входных гармонических сигналов от частоты.</p> <p>в) зависимость амплитуды и фазы выходного сигнала от частоты входного сигнала.</p>	б)

<p>5. Частотой среза <math>\omega_c</math> называется.</p> <p>а) точка пересечения ЛАЧХ с осью абсцисс.  б) точка пересечения ЛАЧХ с осью ординат.  в) точка максимума кривой ЛАЧХ</p>	<p>а)</p>
<p>6. П-регулятор – это ...</p> <p>а) интегратор  б) дифференцирующее звено  в) простой усилитель с передаточной функцией <math>C(s) = K</math>.</p>	<p>в)</p>
<p>7 Пропорционально-интегральным или ПИ-регулятором. называется ...</p> <p>а) интегратор  б) П регулятор с добавлением интегрального звена.  в) дифференцирующее звено</p>	<p>б)</p>
<p>8. ПИД-регулятором (пропорционально-интегрально-дифференциальный) называется ...</p> <p>а) регулятор, содержащий усилительное, интегрирующее и дифференцирующее звенья.  б) интегрирующее и дифференцирующее звенья.  в) усилительное и дифференцирующее звенья.</p>	<p>а)</p>
<p>9. ПД-регуляторы (пропорционально-дифференциальные) содержат</p> <p>а) интегрирующее и дифференцирующее звенья.  б) усилительное и дифференцирующее звенья.  в) дифференцирующее звено</p>	<p>б)</p>
<p>10. Для корректировки характеристики САУ с помощью ЛАЧХ необходимо ...</p> <p>а) добавить корректирующее звено с ЛАЧХ, определённой как разность между ЛАЧХ корректируемого звена и желаемой ЛАЧХ.  б) добавить дифференцирующее звено.  в) добавить интегрирующее звено.</p>	<p>а)</p>
<p>11. Что понимают под устойчивостью автоматической системы управления?</p>	<p>Устойчивость - свойство системы возвращаться в исходный или близкий к нему установившийся режим после всякого выхода из него в результате какого-либо воздействия.</p>
<p>12. Дайте определение критерия Рауса-Гурвица</p>	<p>Критерий устойчивости определяет систему устойчивой в том и только в том случае, когда все <math>n</math> определителей Гурвица будут положительными.</p>
<p>13. Дайте определение критерия Найквиста</p>	<p>Система в замкнутом состоянии будет устойчива, если разность между числами положительных и отрицательных переходов годографа разомкнутой системы отрезка <math>(-\infty; -1)</math> действительной оси будет равна <math>m/2</math>,</p>

	где $t$ – количество корней характеристического уравнения разомкнутой системы, находящихся в правой полуплоскости.
14 Назовите основные показатели для оценки качества регулирования.	1) <u>время регулирования</u> $t_p$ 2) <u>время нарастания регулирования</u> $t_{нр}$ , 3) <u>время максимума</u> $t_m$ , 4) <u>перерегулирование</u> , 5) <u>квазипериод колебаний</u> $T_0$ б) <u>число колебаний</u> $m$ за время регулирования $t_p$
15. Главная обратная связь отсутствует в системах с управлением а) комбинированных б) по возмущению в) по отклонению г) по отклонению и производным отклонения	а)
16. Функция $X(t)$ называется а) управляющим воздействием б) возмущающим воздействием в) задающим воздействием г) ошибкой регулирования	в)
17. Система, задающее воздействие которой не изменяется во времени, называется а) стабилизирующей б) следящей в) оптимальной г) разомкнутой	а)
18. Система, задающее воздействие которой является произвольной функцией времени, называется а) робастной б) программной в) следящей г) оптимальной	в)
19. Принцип П регулирования?	П-регулятор – это простой усилитель с передаточной функцией $C(s) = K$ . Его выход – это ошибка управления $e(t)$ , умноженная на коэффициент $K$ .
20. Функция $e(t)$ называется а) ошибкой регулирования б) задающим воздействием в) возмущающим воздействием г) управляющим воздействием	а)

## 2 вариант

Вопрос	Ответ
1. Главная обратная связь отсутствует в системах с управлением а) комбинированных б) по возмущению в) по отклонению г) по отклонению и производным отклонения	а)
2. Функция $X(t)$ называется а) управляющим воздействием	

б) возмущающим воздействием в) задающим воздействием г) ошибкой регулирования	
3. Функция $e(t)$ называется а) ошибкой регулирования б) задающим воздействием в) возмущающим воздействием г) управляющим воздействием	а)
4. Функция $Y(t)$ называется а) управляемой величиной б) задающим воздействием в) возмущающим воздействием г) управляющим воздействием	а)
5. Функция $F(t)$ называется а) управляющим воздействием б) задающим воздействием в) возмущающим воздействием г) ошибкой регулирования	в)
6. Система, задающее воздействие которой не изменяется во времени, называется а) стабилизирующей б) следящей в) оптимальной г) разомкнутой	а)
7. Система, задающее воздействие которой является известной функцией времени, называется а) следящей б) программной в) оптимальной г) замкнутой	б)
8. Система, задающее воздействие которой является произвольной функцией времени, называется а) робастной б) программной в) следящей г) оптимальной	в)
9. Что понимают под устойчивостью автоматической системы управления?	Устойчивость - свойство системы возвращаться в исходный или близкий к нему установившийся режим после всякого выхода из него в результате какого-либо воздействия.
10. За основные (прямые) показатели качества регулирования по виду переходных процессов принимают: а) коэффициент усиления звена. б) амплитуда выходного сигнала. в) время регулирования $t_p$ , время нарастания регулирования $t_{нр}$ , время максимума $t_m$ , перерегулирование.	в)
11. По критерию Михайлова система устойчива, если ... а) характеристические кривые,	а)

<p>соответствующие устойчивым системам, имеют плавную спиралеобразную форму и уходят в бесконечность в том квадранте, номер которого равен порядку уравнения.</p> <p>б) если характеристическая кривая проходит <math>n</math> квадрантов не последовательно или проходит меньшее число квадрантов.</p> <p>в) если кривая <math>F(j\omega)</math> проходит через начало координат.</p>	
<p>12. Экспериментальный метод определения динамических характеристик промышленного объекта заключается в ...</p> <p>а) подборе параметров элементов САУ.</p> <p>б) экспериментальное снятие характеристик отдельных элементов САУ</p> <p>в) снятии кривой разгона (экспериментальной переходной функции)</p>	в)
<p>13. Дайте определение критерия Рауса-Гурвица</p>	Критерий устойчивости определяет систему устойчивой в том и только в том случае, когда все $n$ определителей Гурвица будут положительными.
<p>14. Что понимают под устойчивостью автоматической системы управления?</p>	Устойчивость - свойство системы возвращаться в исходный или близкий к нему установившийся режим после всякого выхода из него в результате какого-либо воздействия.
<p>15. Дайте определение критерия Найквиста</p>	Система в замкнутом состоянии будет устойчива, если разность между числами положительных и отрицательных переходов годографа разомкнутой системы отрезка $(-\infty; -1)$ действительной оси будет равна $m/2$ , где $m$ – количество корней характеристического уравнения разомкнутой системы, находящихся в правой полуплоскости.
<p>16. Частотой среза <math>\omega_c</math> называется.</p> <p>а) точка пересечения ЛАЧХ с осью абсцисс.</p> <p>б) точка пересечения ЛАЧХ с осью ординат.</p> <p>в) точка максимума кривой ЛАЧХ</p>	а)
<p>17. ПД-регуляторы (пропорционально-дифференциальные) содержат</p> <p>а) интегрирующее и дифференцирующее звенья.</p> <p>б) усилительное и дифференцирующее звенья.</p> <p>в) дифференцирующее звено</p>	б)
<p>18. Амплитудно-частотной характеристикой (АЧХ) динамического звена называется</p> <p>а) зависимость фазы выходного сигнала от частоты.</p> <p>б) зависимость отношения амплитуд выходных и входных гармонических сигналов от частоты.</p> <p>в) зависимость амплитуды и фазы выходного</p>	



сигнала от частоты входного сигнала.	
19. Функция $Y(t)$ называется а) управляемой величиной б) задающим воздействием в) возмущающим воздействием г) управляющим воздействием	а)
20. Функция $e(t)$ называется а) ошибкой регулирования б) задающим воздействием в) возмущающим воздействием г) управляющим воздействием	а)

### Типовые задания третьего тестирования

#### 1 вариант

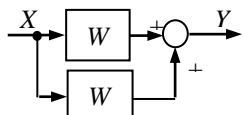
Вопрос	Ответ
1. Что такое нелинейные автоматические системы управления?	Система, содержащая хотя бы один нелинейный элемент, является нелинейной.
2. В чём отличие нелинейных от линейных автоматических систем управления?	В том, что линейные системы содержат только линейные или линеаризованные элементы.
3. Какая система называется дискретной?	В дискретных системах в отличие от непрерывных имеется хотя бы одна координата состояния или управления, имеющая дискретный характер.
4. Робастная устойчивость	Способность обеспечить <i>устойчивость</i> системы при всех допустимых отклонениях модели <i>объекта</i> от номинальной
5. В импульсных САУ имеются сигналы, промодулированные по:	АИМ - амплитудно-импульсные; ШИМ - широтно-импульсные; ЧИМ - частотно-импульсные; ФИМ - фазо-импульсные и др.
6. Z-преобразование?	Преобразование Лапласа квантованного по времени сигнала $f(kT)$
7. Прямое Z-преобразование : а) однозначно; б) неоднозначно; в) многовариантно.	а)
8.. Обратное Z-преобразование : а) однозначно; б) неоднозначно; в) многовариантно.	б)
9. Робастное качество	Способность обеспечить <i>устойчивость</i> и заданные <i>показатели качества</i> системы при всех допустимых отклонениях модели <i>объекта</i> от номинальной;
10. Дискретная передаточная функция а) $W(p) = \frac{Y(p)}{X(p)}, Y _{t=0} = 0, \frac{dY}{dt} _{t=0} = 0 \dots$	б)

$$\text{б) } D(z) = \frac{Y(z)}{X(z)},$$

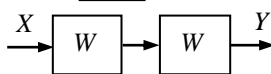
$$\text{в) } W_{\varepsilon}(p) \Big|_{p \rightarrow 0} = \frac{\varepsilon(p)}{X(p)} = \frac{1}{K_i + 1}$$

11. Параллельное соединение

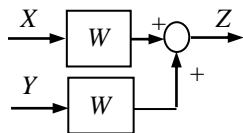
а)



б)



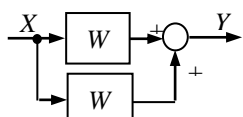
в)



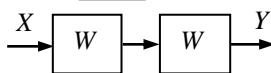
а)

12. Последовательное соединение

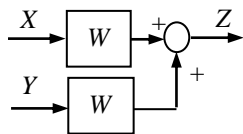
а)



б)



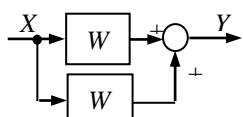
в)



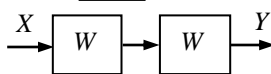
б)

11. Соединение с обратной связью

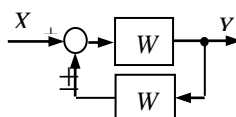
а)



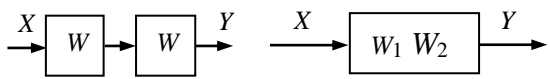
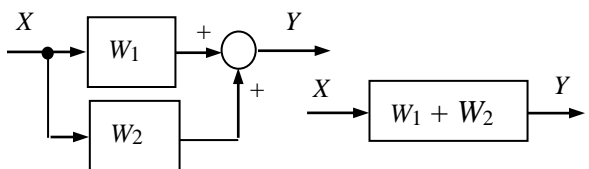
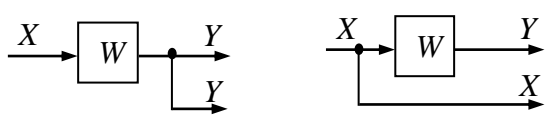
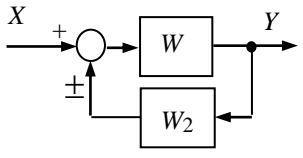
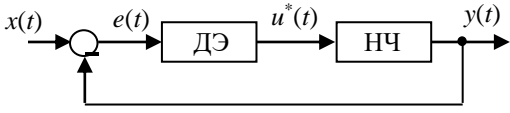
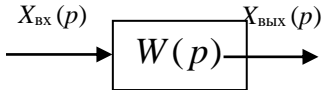
б)



в)



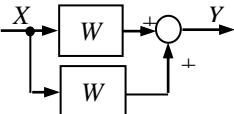
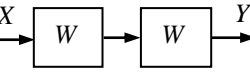
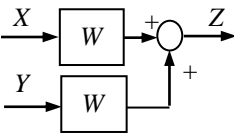
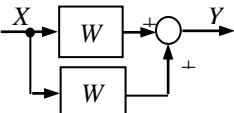
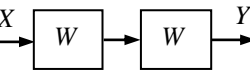
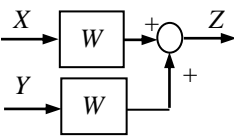
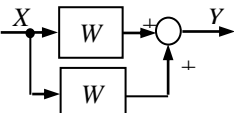
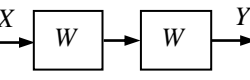
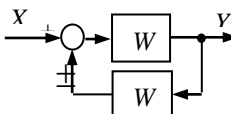
в)

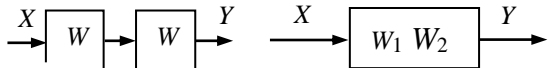
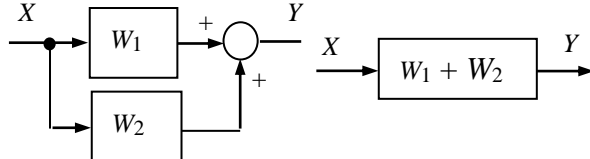
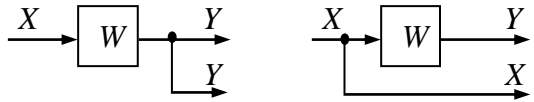
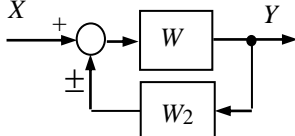
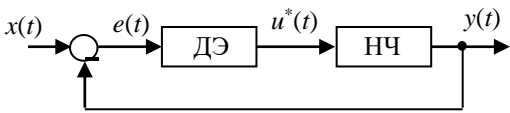
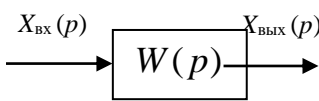
<p>14. Задача синтеза системы это:</p> <p>а) при заданной САУ найти переходные процессы возникающие в ней.</p> <p>б) При заданном объекте управления построить такое управляющее устройство, при котором система удовлетворяет заданным требованиям к её качеству</p> <p>в) определить структуру управляющего устройства</p>	<p>б)</p>
<p>15. Целью коррекции систем управления является ....</p>	<p>Целью коррекции динамических свойств САУ является удовлетворения требований к ней устойчивости и показателям качества переходных процессов.</p>
<p>16 Устойчивость в малом...</p>	<p>Устойчивость в малом, то есть при небольших отклонениях от состояния равновесия.</p>
<p>17. Эквивалентное преобразование</p> <p>а)</p>  <p>б)</p>  <p>в)</p> 	<p>а); б)</p>
<p>18 Обобщенная функциональная схема нелинейной САУ.</p> <p>а)</p>  <p>б)</p>  <p>в)</p> 	<p>б)</p>

<p>19 Линейная стационарная система управления является управляемой, если</p> <p>а) Если управление является скалярной функцией времени.</p> <p>б) Если вектор управления ограничен.</p> <p>в) существует такое управление <math>U(t)</math> размерности <math>m \times 1</math>, которое может перевести систему из произвольного начального состояния <math>X(0)</math> в заданное конечное состояние <math>X(t)</math>.</p>	в)
<p>20. Линейная стационарная система управления, описываемая уравнениями, является наблюдаемой, если</p> <p>а) Если объект управления одномерный</p> <p>б) если существует конечное время <math>T</math> такое, что в результате наблюдения выходной переменной <math>Y(t)</math>, <math>t \in T</math>, может быть определено начальное состояние <math>X(0)</math> при заданном управлении <math>U(t)</math>.</p> <p>в) матрица наблюдаемости содержит <math>n</math> независимых векторов-столбцов</p>	б)

## 2 вариант

Вопрос	Ответ
<p>1. Дискретная передаточная функция</p> <p>а) <math>W(p) = \frac{Y(p)}{X(p)}</math>, <math>Y _{t=0} = 0</math>, <math>\frac{dY}{dt} _{t=0} = 0 \dots</math></p> <p>б) <math>D(z) = \frac{Y(z)}{X(z)}</math>,</p> <p>в) <math>W_{\varepsilon}(p) _{p \rightarrow 0} = \frac{\varepsilon(p)}{X(p)} = \frac{1}{K_i + 1}</math></p>	б)
<p>2. Линейная стационарная система управления, описываемая уравнениями, является наблюдаемой, если</p> <p>а) Если объект управления одномерный</p> <p>б) если существует конечное время <math>T</math> такое, что в результате наблюдения выходной переменной <math>Y(t)</math>, <math>t \in T</math>, может быть определено начальное состояние <math>X(0)</math> при заданном управлении <math>U(t)</math>.</p>	б)

<p>в) матрица наблюдаемости содержит <math>n</math> независимых векторов-столбцов</p>	
<p>3. Параллельное соединение</p> <p>а) </p> <p>б) </p> <p>в) </p>	<p>а)</p>
<p>4 Линейная стационарная система управления является управляемой, если</p> <p>а) Если управление является скалярной функцией времени.</p> <p>б) Если вектор управления ограничен.</p> <p>в) существует такое управление <math>U(t)</math> размерности <math>m \times 1</math>, которое может перевести систему из произвольного начального состояния <math>X(0)</math> в заданное конечное состояние <math>X(t)</math>.</p>	<p>в)</p>
<p>5. Последовательное соединение</p> <p>а) </p> <p>б) </p> <p>в) </p>	<p>б)</p>
<p>6. Соединение с обратной связью</p> <p>а) </p> <p>б) </p> <p>в) </p>	<p>в)</p>

<p>7. Эквивалентное преобразование</p> <p>а)</p>  <p>б)</p>  <p>в)</p> 	<p>а); б)</p>
<p>8 Обобщенная функциональная схема нелинейной САУ.</p> <p>а)</p>  <p>б)</p>  <p>в)</p> 	<p>б)</p>
<p>9. Z-преобразование?</p>	<p>Преобразование Лапласа квантованного по времени сигнала <math>f(kT)</math></p>
<p>10. Прямое Z-преобразование :</p> <p>а) однозначно;</p> <p>б) неоднозначно;</p> <p>в) многовариантно.</p>	<p>а)</p>
<p>11. Обратное Z-преобразование :</p> <p>а) однозначно;</p> <p>б) неоднозначно;</p> <p>в) многовариантно.</p>	<p>б)</p>
<p>12. Робастное качество</p>	<p>Способность обеспечить <i>устойчивость</i> и заданные <i>показатели качества</i> системы при всех допустимых отклонениях модели <i>объекта</i> от номинальной;</p>
<p>13. Задача синтеза системы это:</p> <p>а) при заданной САУ найти переходные процессы возникающие в ней.</p> <p>б) При заданном объекте управления построить такое управляющее устройство, при котором</p>	<p>б)</p>

система удовлетворяет заданным требованиям к её качеству в) определить структуру управляющего устройства	
14. Целью коррекции систем управления является ....	Целью коррекции динамических свойств САУ является удовлетворения требований к ней устойчивости и показателям качества переходных процессов.
15. Устойчивость в малом...	Устойчивость в малом, то есть при небольших отклонениях от состояния равновесия.
16. Что такое нелинейные автоматические системы управления?	Система, содержащая хотя бы один нелинейный элемент, является нелинейной.
17. В чём отличие нелинейных от линейных автоматических систем управления?	В том, что линейные системы содержат только линейные или линеаризованные элементы.
18. Какая система называется дискретной?	В дискретных системах в отличие от непрерывных имеется хотя бы одна координата состояния или управления, имеющая дискретный характер.
19. Робастная устойчивость	Способность обеспечить <i>устойчивость</i> системы при всех допустимых отклонениях модели <i>объекта</i> от номинальной
20. В импульсных САУ имеются сигналы, промодулированные по:	АИМ - амплитудно-импульсные; ШИМ - широтно-импульсные; ЧИМ - частотно-импульсные; ФИМ - фазо-импульсные и др.

### 2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ, практических занятий, защита курсовой работы и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

#### 2.3.1. Защита курсовой работы

Примерные темы курсовых работ.

Расчет системы автоматического управления

Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### 2.3.2. Типовые вопросы и задания для диф.зачета/экзамена по дисциплине

#### Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Историческое введение в ТАУ.
2. Основные понятия и задачи теории управления.
3. Классификация технических САУ.
4. Основные функциональные элементы, блоки, структуры системы управления.
5. Методы описания и исследования динамических управляемых объектов в частотной и временной областях.
6. Статические и динамические характеристики САУ.
7. Переходные и импульсные характеристики САУ.
8. Описание САУ посредством обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем. Нахождение выходного сигнала по входному в одномерных линейных системах.
9. Связь структурной схемы САУ с его дифференциальным уравнением.
10. Описание САУ посредством обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем. Нахождение выходного сигнала по входному в многомерных линейных системах.
11. Уравнения состояния и выхода многомерной системы при различных видах соединений (последовательном, параллельном, соединении с обратной связью.) в зависимости от уравнений звеньев.
12. Устойчивость одномерных систем. Критерии устойчивости: корневой и критерий Рауса-Гурвица.
13. Устойчивость многомерных систем. Критерии устойчивости: корневой и критерий Рауса-Гурвица.
14. Анализ управляемости и наблюдаемости: понятия и критерии.
15. Структурные методы исследования линейных САУ: преобразование Лапласа, передаточные функции и матрицы.
16. Типовые динамические звенья и структурные схемы САУ. Передаточные функции элементарных и типовых звеньев
17. Способы соединения звеньев. Правила преобразования структурных схем. Таблицы структурных преобразований звеньев (перестановка, последовательное и параллельное, встречно-параллельное соединения звеньев).
18. Способы соединения звеньев. Таблицы структурных преобразований звеньев (перенос линии связи до и после звена, перенос сумматора до и за звено).
19. Частотные передаточные функции и частотные характеристики САУ.
20. Частотные критерии устойчивости. Критерий Михайлова.
21. Качество систем управления. Прямые показатели качества регулирования.
22. Косвенные показатели качества регулирования: корневой метод.
23. Частотные методы оценки качества.
24. Оценка качества по ЛАЧХ разомкнутой САУ.
25. Интегральные оценки качества.
26. Описание нелинейных систем дифференциальными уравнениями.



27. Нелинейные системы с одним нелинейным элементом. Типовые нелинейные звенья. Характерные зоны негладких характеристик.
28. Поведение нелинейных систем на фазовой плоскости. Алгоритм построения фазовой траектории.
29. Поведение нелинейных систем на фазовой плоскости. Построение фазового портрета методом изоклин.
30. Поведение нелинейных систем на фазовой плоскости. Особые точки и особые линии фазового портрета.
31. Линеаризация нелинейных систем.
32. Анализ автоколебаний методом гармонической линеаризации: постановка задачи и гармоническая линеаризация нелинейных элементов. Комплексные коэффициенты усиления типовых нелинейных звеньев.
33. Вывод комплексных коэффициентов усиления типовых нелинейных звеньев.
34. Алгоритм анализа автоколебаний.
35. Анализ абсолютной устойчивости: основные понятия, достаточные условия абсолютной устойчивости, необходимые условия устойчивости, условия абсолютной устойчивости в случае, когда передаточная функция линейной части имеет один нуль, а нелинейный элемент имеет зону нечувствительности. Алгоритм анализа абсолютной устойчивости.
36. Описание сигналов и систем в одномерных дискретных системах. Связь вход-выход.
37. Нахождение свободного и вынужденного движения для одномерных дискретных стационарных систем.
38. Анализ выходных процессов в одномерных дискретных стационарных системах. Примеры.
39. Структурная схема одномерной дискретной стационарной системы.
40. Описание сигналов и систем в многомерных дискретных системах. Связь вход-выход. Сведение одномерной системы к многомерной.
41. Анализ устойчивости дискретных одномерных систем: постановка задачи, критерий устойчивости.
42. Анализ устойчивости дискретных одномерных систем: постановка задачи, использование критерия Рауса-Гурвица.
43. Анализ устойчивости дискретных многомерных систем: постановка задачи, критерий устойчивости, использование критерия Рауса-Гурвица.

**Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

**1. Типовые вопросы для контроля освоенных умений:**

1. Описание САУ посредством обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем. Нахождение выходного сигнала по входному в одномерных линейных системах.

2. Связь структурной схемы САУ с его дифференциальным уравнением.
3. Описание САУ посредством обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем. Нахождение выходного сигнала по входному в многомерных линейных системах.
4. Уравнения состояния и выхода многомерной системы при различных видах соединений (последовательном, параллельном, соединении с обратной связью.) в зависимости от уравнений звеньев.
5. Устойчивость одномерных систем. Критерии устойчивости: корневой и критерий Рауса-Гурвица.
6. Устойчивость многомерных систем. Критерии устойчивости: корневой и критерий Рауса-Гурвица.
7. Анализ управляемости и наблюдаемости: понятия и критерии.
8. Структурные методы исследования линейных САУ: преобразование Лапласа, передаточные функции и матрицы.
9. Способы соединения звеньев. Правила преобразования структурных схем. Таблицы структурных преобразований звеньев (перестановка, последовательное и параллельное, встречно-параллельное соединения звеньев).
10. Способы соединения звеньев. Таблицы структурных преобразований звеньев (перенос линии связи до и после звена, перенос сумматора до и за звено).
11. Частотные передаточные функции и частотные характеристики САУ.
12. Частотные критерии устойчивости. Критерий Михайлова.
13. Описание нелинейных систем дифференциальными уравнениями.
14. Нелинейные системы с одним нелинейным элементом. Типовые нелинейные звенья. Характерные зоны негладких характеристик.
15. Поведение нелинейных систем на фазовой плоскости. Алгоритм построения фазовой траектории.
16. Поведение нелинейных систем на фазовой плоскости. Построение фазового портрета методом изоклин.
17. Анализ автоколебаний методом гармонической линеаризации: постановка задачи и гармоническая линеаризация нелинейных элементов. Комплексные коэффициенты усиления типовых нелинейных звеньев.
18. Алгоритм анализа автоколебаний.
19. Анализ абсолютной устойчивости: основные понятия, достаточные условия абсолютной устойчивости, необходимые условия устойчивости, условия абсолютной устойчивости в случае, когда передаточная функция линейной части имеет один нуль, а нелинейный элемент имеет зону нечувствительности. Алгоритм анализа абсолютной устойчивости.
20. Описание сигналов и систем в одномерных дискретных системах. Связь вход-выход.
21. Нахождение свободного и вынужденного движения для одномерных дискретных стационарных систем.

22. Анализ выходных процессов в одномерных дискретных стационарных системах. Примеры.
23. Структурная схема одномерной дискретной стационарной системы.
24. Описание сигналов и систем в многомерных дискретных системах. Связь вход-выход. Сведение одномерной системы к многомерной.
25. Анализ устойчивости дискретных одномерных систем: постановка задачи, критерий устойчивости.

## 2. Практические задания для контроля освоенных умений:

1. Дана одномерная система управления, описываемая дифференциальным уравнением:

$$1) \ddot{x}(t) + 20\dot{x}(t) + 100x(t) = g(t), x(0) = 0, \dot{x}(0) = 10,$$

$$a) g(t) = \begin{cases} e^t, & t > 0, \\ 0, & t \leq 0; \end{cases} \quad б) g(t) = \begin{cases} e^{-10t}, & t > 0, \\ 0, & t \leq 0. \end{cases}$$

$$2) \ddot{x}(t) + 11\dot{x}(t) + 10x(t) = g(t), x(0) = 0, \dot{x}(0) = 10,$$

$$a) g(t) = \begin{cases} e^t, & t > 0, \\ 0, & t \leq 0; \end{cases} \quad б) g(t) = \begin{cases} e^{-10t}, & t > 0, \\ 0, & t \leq 0. \end{cases}$$

$$3) \ddot{x}(t) - 11\dot{x}(t) + 10x(t) = g(t), x(0) = 0, \dot{x}(0) = 10,$$

$$a) g(t) = \begin{cases} e^t, & t > 0, \\ 0, & t \leq 0; \end{cases} \quad б) g(t) = \begin{cases} e^{-10t}, & t > 0, \\ 0, & t \leq 0. \end{cases}$$

$$4) \ddot{x}(t) + 10\dot{x}(t) + 100x(t) = g(t), x(0) = 0, \dot{x}(0) = 10,$$

$$a) g(t) = \begin{cases} e^t, & t > 0, \\ 0, & t \leq 0; \end{cases} \quad б) g(t) = \begin{cases} e^{-5t} \cos 5\sqrt{3}t, & t > 0, \\ 0, & t \leq 0. \end{cases}$$

$$5) \ddot{x}(t) - 10\dot{x}(t) + 100x(t) = g(t), x(0) = 0, \dot{x}(0) = 10,$$

$$a) g(t) = \begin{cases} e^t, & t > 0, \\ 0, & t \leq 0; \end{cases} \quad б) g(t) = \begin{cases} e^{-5t} \sin 5\sqrt{3}t, & t > 0, \\ 0, & t \leq 0. \end{cases}$$

Требуется:

1. Построить структурную схему системы.
2. Найти свободное и вынужденное движения, а также выходной сигнал системы.
3. Исследовать систему на устойчивость, управляемость и наблюдаемость.

2. Дана многомерная система

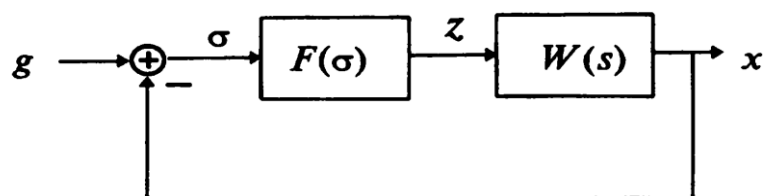
$$\dot{x}(t) = A(t)x(t) + B(t)g(t), x(t_0) = x_0,$$

$$y(t) = C(t)x(t).$$

автоматического управления своими матрицами  $A$ ,  $B$  и  $C$ , начальными условиями и вектором входных данных. Требуется:

1. Написать уравнения системы в координатной форме.
2. Исследовать систему на устойчивость, управляемость и наблюдаемость.





Требуется:

- 1) Составить дифференциальное уравнение системы.
- 2) Составить уравнение фазовых траекторий.
- 3) Методом изоклин составить фазовые портреты.
- 4) Проверить на наличие автоколебаний, и при их наличии исследовать их устойчивость, найти амплитуду и частоту устойчивых автоколебаний.
- 5) Исследовать систему на устойчивость.

Нелинейный элемент – с петлей гистерезиса,  $W(s) = \frac{1}{s^2 + 4s + 3}$ .

8. Дана одномерная дискретная система разностным уравнением. Требуется:

- 1) Исследовать систему на устойчивость.
- 2) Найти свободное движение системы.
- 3) Выписать в общем виде выходной сигнал.
  - а)  $9x(k+1) + x(k) = g(k)$ ,  $x(0)=1$ ,  $x(1)=2$ ;
  - б)  $10x(k+1) - x(k) = g(k)$ ,  $x(0)=1$ ,  $x(1)=2$ ;
  - в)  $x(k+2) + 18x(k+1) + 9x(k) = g(k)$ ,  $x(0)=1$ ,  $x(1)=2$ ;
  - г)  $x(k+2) + 10x(k+1) + 9x(k) = g(k)$ ,  $x(0)=2$ ,  $x(1)=3$ ;
  - д)  $x(k+2) - 10x(k+1) + 9x(k) = g(k)$ ,  $x(0)=1$ ,  $x(1)=3$ .

**Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

По заданной системе дифференциальных уравнений, описывающих работу САУ необходимо:

1. Составить структурную схему САУ;
2. Найти передаточную функцию разомкнутой системы на основе использования правил структурных преобразований

$$W(p) = \frac{X_{\text{вых}}(p)}{X_{\text{вх}}(p)};$$

3. Построить асимптотическую ЛАЧХ, ЛФЧХ и АФХ разомкнутой САУ;
4. Определить устойчивость замкнутой САУ; найти предельный коэффициент усиления;
5. Определить статическую и кинетическую ошибки замкнутой системы.
6. Сделать выводы о результатах проделанной работы.

Система дифференциальных уравнений следующая:

$$\left\{ \begin{array}{l} X_3 = k_3(X_{BX} + X_2); \\ T_2 dX_2 / dt + X_2 = k_2 X_1; \\ X_1 = k_1 \delta; \\ X_4 = k_4(X_3 + \delta); \\ \delta = -X_6; \\ T_5 dX_5 / dt + X_5 = k_5 \delta; \\ X_6 = k_6 X_{BYX}; \\ X_7 = dX_2 / dt \\ X_{BYX} = X_7 + X_4 + X_5. \\ k_1 = 0,1; k_2 = 2; k_3 = 5; k_4 = 10; k_5 = 100; k_6 = 0,02; \\ T_2 = 0,5c; T_5 = 2c. \end{array} \right.$$

### 2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на дифференцированном зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### 2.3.3. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## 3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

### 3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзаменесчитается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### 3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент

формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в форме экзамена, диф. зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.