

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



**УТВЕРЖДАЮ:**

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

« 31 » 03 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.11 Современные проблемы теории управления**  
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 27.04.04 Управление в технических системах  
(код и наименование направления подготовки)

Направленность (профиль): Управление и информатика в технических системах  
(наименование магистерской программы)

Программа: Магистратура  
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

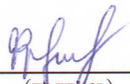
Форма обучения: Очная, очно-заочная  
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения	Очная	Очно-заочная
Семестр	2	4
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	4/144	4/144
Контактная работа (час.), в том числе:	55	22
лекции (час.)	34	8
лабораторные работы (час.)	17	8
практические (семинарские) занятия (час.)	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	53	86
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36	экзамен, 36

Донецк, 2023 г.

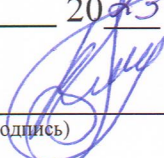
Рабочая программа дисциплины «Современные проблемы теории управления» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 27.04.04 Управление в технических системах (направленность (профиль) – Управление и информатика в технических системах) для 2023 года приёма по очной и очно-заочной формам обучения.

**Составитель:**

доцент кафедры автоматики и телекоммуникаций, к.т.н., доцент \_\_\_\_\_  Федюн Р.В.  
(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры автоматики и телекоммуникаций.

Протокол от «29» 03 2023 года № 4.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  Турупалов В.В.  
(подпись)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 27.04.04 Управление в технических системах.

Протокол от «29» 03 2023 года № 4.

Председатель \_\_\_\_\_  Суков С.Ф.  
(подпись)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры автоматики и телекоммуникаций.

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры автоматики и телекоммуникаций.

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры автоматики и телекоммуникаций.

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

## 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает новые и новейшие методы анализа и синтеза систем управления. Эти методы разработаны для решения технических задач, возникших вследствие развития средств вычислительной техники, вследствие использования в качестве каналов передачи информации современных сетей коммуникаций, вследствие необходимости принимать решения об управлении объектом или технологическим процессом при неполной информации о состоянии объекта.

Цель дисциплины – ознакомление студентов с задачами, составляющими проблемные области теории управления, и формирование у студентов знания направлений развития теории автоматического управления, включая теорию цифровых и сетевых систем, теорию робастных систем, систем с использованием прогнозирующих моделей, нелинейных систем.

Задачи дисциплины – сформировать у студентов представление о современном состоянии теории автоматического управления и о наиболее активно развивающихся направлениях теории цифровых и сетевых систем управления, робастных и нелинейных систем и систем с прогнозирующими моделями объектов и оптимизаторами, а также обучить применению современных средств анализа и проектирования систем управления.

В результате освоения дисциплины студент должен знать:

- основные методы математического описания (включая векторно-матричные модели) звеньев цифровых систем, звеньев и систем с параметрической и структурной неопределенностью, сетевых систем и нелинейных систем управления;
- методы анализа и критерии устойчивости и качества современных систем управления;
- методы анализа и синтеза робастных регуляторов, стабилизирующих регуляторов, регуляторов с прогнозирующими моделями, регуляторов сетевых и нелинейных систем;

уметь:

- разрабатывать математические модели современных систем управления (в пространстве состояний, в частотной области, с использованием элементов дифференциальной геометрии);
- применять методы анализа и критерии устойчивости и качества современных систем управления;
- оценивать статические и динамические свойства конкретных систем; проводить анализ качества систем приближенными методами и с использованием компьютерных программ;
- проводить необходимые инженерные расчеты в процессе разработки и проектирования систем управления;
- реализовать цифровые регуляторы в виде программ для микроконтроллеров;



- проводить экспериментальные исследования современных систем и их моделирование с использованием современных программных средств;

владеть:

- навыками использования методов и средств современной теории управления в научных исследованиях;
- методами математического моделирования и быть способным применять их для исследования и проектирования современных систем управления;
- методами исследования сложных систем управления с применением современных информационных технологий и типовых программных средств анализа и синтеза.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);
- способен анализировать и выявлять естественнонаучную сущность проблем управления в технических системах на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики (ОПК-1);
- способен формулировать задачи управления в технических системах и обосновывать методы их решения (ОПК-2);
- способен самостоятельно решать задачи управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники (ОПК-3);
- способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами (ОПК-4);
- способен выбирать методы и разрабатывать системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами (ОПК-8).

## **2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ**

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Автоматизированное проектирование средств и систем управления», «Компьютерные технологии управления в технических системах», «Современные подходы к проектированию микропроцессорных систем автоматизации и управления».

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении курсовой работы по дисциплине «Современные проблемы теории управления», при изучении последующих дисциплин: «Математические методы оптимизации», «Интеллектуальные системы управления», «Современные технологии создания программных систем», а также при прохождении учебной или производственной практики, прохождении государственной итоговой аттестации.

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/очно-заочная)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семина.)	СР
Тема 1. Введение.	5/6	2/-	-/-	-	3/6
Тема 2. Цифровые системы управления, в т.ч. сетевые системы управления	22/20	8/2	4/2	-	10/16
Тема 3. Проектирование стабилизирующих регуляторов цифровых систем.	22/20	6/2	6/2	-	10/16
Тема 4. Точная линеаризация гладких нелинейных систем	18/20	6/2	2/2	-	10/16
Тема 5. Теория робастных систем. Проектирование робастных регуляторов	20/17	8/1	2/-	-	10/16
Тема 6. Системы управления с прогнозирующими моделями	17/19	4/1	3/2	-	10/16
Контактная работа (дополнительная)	4/6	-	-	-	-
Итого по видам занятий	108/108	34/8	17/8	-	53/86
Контроль	36/36				
<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>				

#### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
УК-1	Темы 1-6
ОПК-1	Темы 1-6
ОПК-2	Темы 2, 3, 4, 5, 6
ОПК-3	Темы 2, 3, 4, 5, 6
ОПК-4	Темы 2, 3, 4, 5, 6
ОПК-8	Темы 1, 2, 5, 6

#### 3.2 Лекции

Тема 1. Введение.

Содержание темы 1: Задание и структура курса. Обзор содержания лекций, лабораторных работ. Основная и дополнительная литература. Основные понятия теории цифровых систем управления. Сетевые системы управления. Общий обзор современных проблем управления.

Литература к теме 1: [1,2,3]

Тема 2. Цифровые системы управления, в т.ч. сетевые системы управления.

Содержание темы 2: Структура цифровых систем управления. Выбор периода дискретности. Определение  $z$ -передаточной функции объекта управления. Передаточные функции замкнутых цифровых систем управления. Учет времени запаздывания, обусловленного задержками в сети передачи данных сетевых систем управления. Частотные характеристики цифровых систем управления. Устойчивость и качество замкнутых систем управления.

Литература к теме 2: [\[1,2,3\]](#)

Тема 3. Проектирование стабилизирующих регуляторов цифровых систем

Содержание темы 3: Современные подходы к проектированию стабилизирующих регуляторов для неустойчивых объектов, в том числе для систем с запаздыванием. *Internal Model Control* - ИМС-регуляторы.  $Q$  – параметризация. Алгоритм Эвклида. Проектирование компенсационного регулятора. Проектирование модального регулятора для одномерных и многомерных систем управления.

Литература к теме 3: [\[1,2,3\]](#)

Тема 4. Точная линеаризация гладких нелинейных систем

Содержание темы 4: Методы управления гладкими системами. Эквивалентные формы, линеаризация и стабилизация состояния. Методы линеаризации и алгоритмы локальной стабилизации. Канонические формы вход-выход и стабилизация выхода. Относительная степень и основное преобразование. Понятие о нуль-динамике. Точная линеаризация и стабилизация выхода.

Литература к теме 4: [\[1,2,3\]](#)

Тема 5. Теория робастных систем. Проектирование робастных регуляторов.

Содержание темы 5: Источники неопределенности в модели динамического объекта. Понятие об аддитивной и мультипликативной неопределенности. МД- и РК-структура системы с неопределенностью модели. Определение робастной устойчивости системы управления. Методы проектирования робастных регуляторов.

Литература к теме 5: [\[1,2,3\]](#)

Тема 6. Системы управления с прогнозирующими моделями.

Содержание темы 6: Понятие о *Model Predictive Control* – системы управления с прогнозирующими моделями и оптимизаторами. Принципы построения систем с прогнозирующими моделями. Современные средства проектирования и моделирования MPC – систем.

Литература к теме 6: [\[1,2,3\]](#)

### 3.3 Практические (семинарские) занятия

В учебном плане не запланировано

### 3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очная/очно- заочная	Литера- тура
1	Исследование разомкнутой импульсной системы управления	4/2	[7]
2	Исследование частотных характеристик цифровых систем	2/-	[7]
3	Q-параметризация. Проектирование стабилизирующих регуляторов	4/2	[7]
4	Точная линеаризация нелинейного объекта с помощью обратной связи.	2/2	[7]
5	Исследование робастной устойчивости систем управления	2/-	[7]
6	Синтез алгоритмов модального управления для многомерных цифровых систем и исследование их динамических свойств	3/2	[7]
<b>ИТОГО:</b>		<b>17/8</b>	

### 3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очная/очно- заочная
1	Изучение лекционного материала	34/45
2	Подготовка к практическим занятиям	-----
3	Подготовка к лабораторным работам	19/32
4	Выполнение курсового проекта (36 часов)	-----
5	Выполнение курсовой работы (27 часов)	-----
6	Выполнение индивидуального задания (не менее 9 часов)	0/9
<b>ИТОГО:</b>		<b>34/86</b>

### 3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Для направления подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» не предусмотрено выполнение курсового проекта (работы) по дисциплине «Современные проблемы теории управления».

Для студентов очно-заочной формы обучения предусмотрено выполнение контрольной работы по форме **индивидуального задания**.

Тематика индивидуального задания для заочной формы обучения связана с самостоятельным выполнением расчетных работ по заданию преподавателя.

Задание на контрольную работу выбирается студентом, согласовывается с преподавателем и выполняется по методическим рекомендациям. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию (контрольной работе) – до 12 страниц формата А4 (210×297 мм).

## 4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

#### *Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

#### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе ;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой опыт.



### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

## **4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета**

### **Вопросы к экзамену**

1. Что называется периодом дискретности?
2. Какие из следующих величин являются дискретными:
  - а) температура воздуха;
  - б) дни недели;
  - в) показание спидометра автомобиля;
  - г) сумма денег в кошельке или на карте банка;
  - д) показание электронных часов.
3. Каково численное значение периода дискретности, если величина измеряется в моменты времени

$$t = 0; \quad 0,25; \quad 0,50; \quad 0,75; \quad 1,0; \quad 1,25; \quad \dots \text{секунд?}$$

4. С помощью какого устройства значения аналогового сигнала преобразуются в соответствующие дискретные значения?
5. Каково назначение цифро-аналогового преобразователя?
6. Что называют решетчатой функцией?
7. Как определяется дискретное преобразование Лапласа решетчатой функции  $x(kT)$  ?
8. Что такое модифицированное z-преобразование?
9. Что называют z-преобразованием решетчатой функции  $x(kT)$  ?
10. Как осуществляется переход от дифференциального уравнения к разностному?
11. Определите дискретное преобразование Лапласа и z-преобразование сигнала  $x(kT) = 0,2 \cdot 1(kT) + 0,25e^{-0,4kT}$  для периодов дискретности  $T=0,5с$ ;  $T=0,1с$ .
12. Дайте определение цифровой системы автоматического управления?
13. Каковы функции вычислительного устройства в составе цифровой САУ?
14. Что обозначает понятие «приведенная непрерывная часть» дискретной или цифровой системы?
15. Что называется передаточной функцией цифровой системы?
16. Как определяется передаточная функция цифровой системы, если входная переменная системы имеет разрывы первого рода?
17. Как учитывается время чистого (транспортного) запаздывания в передаточной функции цифровой системы?
18. Как учитывается время, необходимое цифровому вычислительному устройству на выполнение алгоритма управления, при определении периода дискретности?
20. Как учитывается наличие формирующего элемента первого порядка на входе объекта при определении его Z-передаточной функции?
21. Многомерный (ММО – Multiple Input Multiple Output) объект третьего порядка имеет 3 входа и 2 выхода. Укажите размерности матриц A, B, C и D.
22. Объект описывается матричной передаточной функцией

$$G(s) = \frac{y(z)}{u(z)} = \begin{vmatrix} W_{11}(z) & W_{12}(z) \\ W_{21}(z) & W_{22}(z) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{1,19}{z-0,9} & \frac{0,1z+0,08}{z^2-1,565z+0,565} \\ 0,091 & \frac{10^{-3}(4,528z+4,1)}{z^2-1,724z+0,7408} \end{vmatrix}.$$

Рассчитайте значения матриц A, B, C и D.

23. Объект описывается матричной передаточной функцией

$$G(s) = \frac{y(z)}{u(z)} = \begin{vmatrix} W_{11}(z) & W_{12}(z) \\ W_{21}(z) & W_{22}(z) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{1,19}{z-0,9} & \frac{0,08}{z+0,565} \\ 0,091 & \frac{10^{-3}(4,528z+4,1)}{z^2-1,724z+0,7408} \end{vmatrix}.$$

- а) Рассчитайте значения матриц A, B, C и D.
  - б) Проверьте, возможна ли минимальная реализация модели? Как при этом будут выглядеть матрицы A, B, C и D?
  - в) Если от матриц A, B, C и D перейти к матричной передаточной функции, то каким окажется общий знаменатель?
24. Объект описывается передаточной функцией

$$W(z) = \frac{1,23z^2 + 2,4z + 0,28}{z^3 - 1,045z^2 + 0,714z - 0,0821}.$$

Запишите значения матриц A, B, C и D в канонической форме управляемости и в канонической форме наблюдаемости.

25. Дайте определение понятиям «достижимость состояния» и «управляемость объекта»!

26. Проверьте достижимость состояния  $x(3T) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^T$  за 3 периода дискретности в системе с передаточной функцией  $W(z) = \frac{1,23z^2 + 2,4z + 0,28}{z^3 - 1,045z^2 + 0,714z - 0,0821}$ . Если указанное состояние достижимо, то каковы должны быть управляющие воздействия  $U = \begin{bmatrix} u_2 & u_1 & u_0 \end{bmatrix}$ , переводящие объект из состояния покоя в указанное состояние? Как проверить, что полученные значения управляющего воздействия  $U$  действительно переведут объект из состояния  $x0 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}^T$  в состояние  $x(3T) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^T$ ?

27. Выберите правильный ответ из таблицы Как выглядит z-изображение решетчатой функции, образованной от непрерывной функции  $x(t) = 10e^{-0,5t} - 5 \cdot 1(t)$  в дискретные моменты времени  $kT$ ,  $k = 0, 1, 2, 3, \dots$ ,  $T = 0,5c$ ?

$\frac{5z^2 - 6,1z}{z^2 - 1,78z + 0,78}$	$\frac{10z}{z - 0,78} - \frac{5z}{z - 0,25}$	$\frac{5z^2 - 6,1z}{z^2 - 1,78z + 1}$	$\frac{15z^2 - 6,1z}{z^2 - 1,78z + 0,78}$	$\frac{10z}{z - 1} - \frac{5z}{z - 0,78}$
--	--	---------------------------------------	---	---

28. Укажите в таблице правильный ответ. Чему равняется период дискретности, если решетчатая функция образуется из непрерывной функции  $x(t)$  в моменты времени 0, 0,25 с, 0,5 с, 0,75 с, 1,0 с, 1,25с, 1,5 с, ....

0,125	0,25	0,33	0,5	1,0
-------	------	------	-----	-----

29. Укажите в таблице правильный ответ. Чему равняется частота дискретизации, если решетчатая функция образуется из непрерывной функции  $x(t)$  в моменты времени 0, 0,25 с, 0,5 с, 0,75 с, 1,0 с, 1,25с, 1,5 с, ....

0,314	3,14	6,28	24,18	25,12
-------	------	------	-------	-------

30. Выберите из таблицы и запишите правильный ответ. Как выглядит z-изображение решетчатой функции, образованной от непрерывной функции  $x(t) = 2,5e^{-0,25t}$  в дискретные моменты времени  $kT$ ,  $k = 0, 1, 2, 3, \dots$ ,  $T = 0,8c$ ?

$1,25 \cdot \frac{z}{z^2 - 1}$	$2,5 \cdot \frac{z}{z - 1}$	$\frac{2,5z}{z^2 - 0,82z + 1}$	$\frac{2,5z}{z - 0,82}$	$\frac{1,25z}{(z - 0,82)(z - 1)}$
--------------------------------	-----------------------------	--------------------------------	-------------------------	-----------------------------------

31. Выберите из таблицы правильный ответ. Какой должна быть z - передаточная функция  $W(z, \varepsilon)$  апериодического звена, у которого  $W(s) = \frac{k}{T_1 s + 1}$ , если для ее нахождения использовать модифицированное z-преобразование и период дискретности выбрать величиной равной  $T$ ?

$\frac{k}{T_1} \cdot \frac{z\varepsilon}{z - e^{T/T_1}}$	$\frac{k}{T_1} \cdot \frac{z + \varepsilon}{z - e^{T/T_1}}$	$k \frac{ze^{-k/T_1}}{z - e^{T/T_1}}$	$\frac{k}{T_1} \cdot \frac{ze^{-T\varepsilon/T_1}}{z - e^{T/T_1}}$	$\frac{kT\varepsilon}{T_1} \cdot \frac{ze^{-T\varepsilon/T_1}}{z - e^{T/T_1}}$
--	---	---------------------------------------	--	--

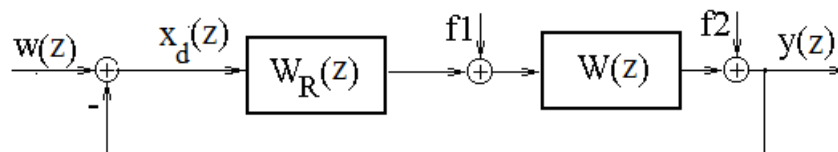
32. Выберите из таблицы правильный ответ. Какая z-передаточная функция соответствует передаточной функции апериодического звена  $W(s) = \frac{1}{2s + 1}$ , если она определяется для периода дискретности  $T = 0,5$  с?

$\frac{0,5z}{z-1}$	$\frac{0,25z}{z-0,78}$	$\frac{2z}{z-0,78}$	$\frac{0,5}{z-0,78}$	$\frac{0,5z}{z-0,78}$
--------------------	------------------------	---------------------	----------------------	-----------------------

33. Рассчитайте и укажите в таблице правильный ответ. Предполагается, что для объекта с передаточной функцией  $W(z) = \frac{0,15z^{-1} + 0,57z^{-2} + 0,14z^{-3}}{1 - 2,7z^{-1} + 2,5z^{-2} - 0,7z^{-3}}$  спроектирован компенсационный регулятор. Каким должно быть начальное значение управляющего воздействия  $u_0$  (выход регулятора) при отработке задающего воздействия вида  $1(t)$ ?

0,15	0,57	0,86	1,0	1,2
------	------	------	-----	-----

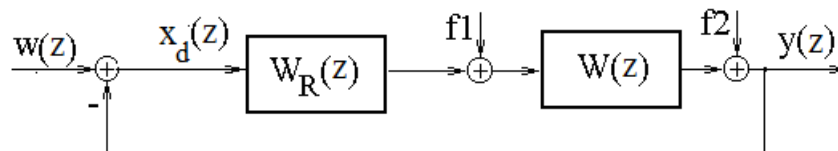
34. Укажите в таблице правильный ответ. На рисунке представлена расчетная схема цифровой системы управления.



$W_R(z) = \frac{0,5z - 0,18}{z + 0,4}$ ,  $W(z) = \frac{1,3z + 0,8}{z^2 - z + 0,25}$ . Какой будет величина рассогласования в установившемся режиме  $x_d[kT \rightarrow \infty]$ , если задающее воздействие  $w(t) = 1(t)$ , а помехи  $f_1 = f_2 = 0$ ?

0,038	0,127	0,264	0,342	0,537
-------	-------	-------	-------	-------

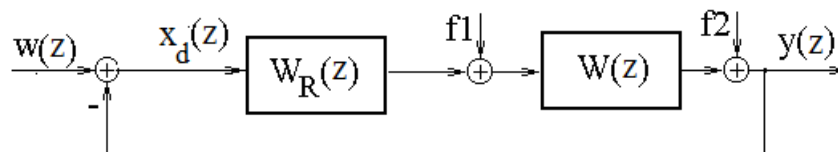
35. Укажите в таблице правильный ответ. На рисунке представлена расчетная схема цифровой системы управления.



$W_R(z) = \frac{0,5z - 0,18}{z + 0,4}$ ,  $W(z) = \frac{1,3z + 0,8}{z^2 - z + 0,25}$ . Какой будет величина рассогласования в установившемся режиме  $x_d[kT \rightarrow \infty]$ , если на входе объекта действует помеха  $f_1(t) = 0,2 \cdot 1(t)$ , а задающее воздействие  $w(t) = 0$  и помеха  $f_2 = 0$ ?

-0,862	-0,575	-0,342	-0,167	-0,026
--------	--------	--------	--------	--------

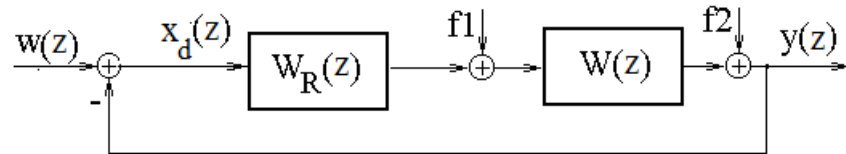
36. Укажите в таблице правильный ответ. На рисунке представлена расчетная схема цифровой системы управления.



$W_R(z) = \frac{0,5z - 0,18}{z + 0,4}$ ,  $W(z) = \frac{1,3z + 0,8}{z^2 - z + 0,25}$ . Какой будет величина рассогласования в установившемся режиме  $x_d[kT \rightarrow \infty]$ , если на выходе объекта действует помеха  $f_2(t) = 0,2 \cdot 1(t)$ , а задающее воздействие  $w(t) = 0$  и помеха  $f_1 = 0$ ?

0	-0,068	-0,120	-0,342	-0,575
---	--------	--------	--------	--------

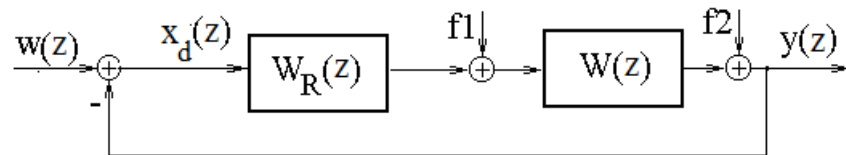
37. Укажите в таблице правильный ответ. На рисунке представлена расчетная схема цифровой системы управления.



$W_R(z) = \frac{0,5z - 0,18}{z + 0,4}$ ,  $W(z) = \frac{0,18z + 0,16}{z^2 - 1,72z + 0,76}$  Какой будет величина  $y[kT \rightarrow \infty]$  в установившемся режиме, если на входе объекта действует помеха  $f_1(t) = 0,2 \cdot 1(t)$ , а задающее воздействие  $w(t) = 0$  и помеха  $f_2 = 0$ ?

0,126	0,256	0,342	0,487	0,578
-------	-------	-------	-------	-------

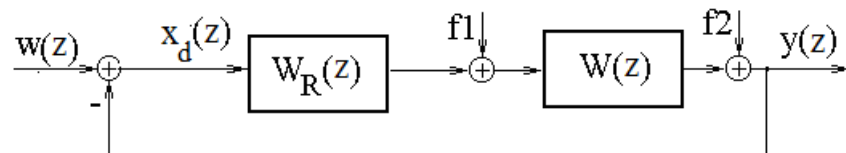
38. Укажите в таблице правильный ответ. На рисунке представлена расчетная схема цифровой системы управления.



$W_R(z) = \frac{0,5z - 0,18}{z + 0,4}$ ,  $W(z) = \frac{0,18z + 0,16}{z^2 - 1,72z + 0,76}$ . Какой будет величина  $y[kT \rightarrow \infty]$  в установившемся режиме, если на выходе объекта действует помеха  $f_2(t) = 0,2 \cdot 1(t)$ , а задающее воздействие  $w(t) = 0$  и помеха  $f_1 = 0$ ?

0,018	0,068	0,113	0,189	0,277
-------	-------	-------	-------	-------

39. Укажите в таблице правильный ответ. На рисунке представлена расчетная схема цифровой системы управления.



$W_R(z) = \frac{0,5z - 0,18}{z + 0,4}$ ,  $W(z) = \frac{0,18z + 0,16}{z^2 - 1,72z + 0,76}$ . Какой будет величина  $y[kT \rightarrow \infty]$  в установившемся режиме, если задающее воздействие  $w(t) = 1(t)$ , а помехи  $f_1 = f_2 = 0$ ?

0,407	0,473	0,661	0,876	0,995
-------	-------	-------	-------	-------



40. Рассчитайте и укажите в таблице правильный ответ. Предполагается, что для объекта с передаточной функцией  $W(z) = \frac{0,15z^{-1} + 0,57z^{-2} + 0,14z^{-3}}{1 - 2,7z^{-1} + 2,5z^{-2} - 0,7z^{-3}}$  спроектирован компенсационный регулятор. Какие значения будет принимать выходная величина системы управления  $y[kT]$  в дискретные моменты времени  $k = 0,1,2,3$  при отработке задающего воздействия вида  $1(t)$ ?

1,0 0,82 0,14 0	0 2,7 2,5 0,7 1,0	0 0,18 0,86 1,0	0 -0,18 0,24 0,7 1,0	0 0,15 0,6 0,8 1,0
-----------------	-------------------	-----------------	----------------------	--------------------

41. Рассчитайте и укажите в таблице правильный ответ. Предполагается, что для объекта с передаточной функцией  $W(z) = \frac{0,15z^{-1} + 0,57z^{-2} + 0,14z^{-3}}{1 - 2,7z^{-1} + 2,5z^{-2} - 0,7z^{-3}}$  спроектирован компенсационный регулятор. Какие значения будет принимать рассогласование в системе управления  $x_d[kT]$  в дискретные моменты времени  $k = 0,1,2,3$  при отработке задающего воздействия вида  $1(t)$ ?

1,0 0,82 0,14 0	0 2,7 2,5 0,7 1,0	0 0,18 0,86 1,0	0 -0,18 0,24 0,7 1,0	0 0,15 0,6 0,8 1,0
-----------------	-------------------	-----------------	----------------------	--------------------

42. Выберите один правильный ответ. Для того, чтобы скоростная ошибка в замкнутой устойчивой цифровой системе управления была равна нулю, передаточные функции регулятора или объекта управления

- A: не должны иметь полюс в точке  $z = 1$ ;
- B: иметь единственный полюс в точке  $z = 1$ ;
- C: иметь по меньшей мере два полюса в точке  $z = 1$ ;
- D: иметь все полюса внутри круга единичного радиуса и один полюс в точке  $z = 1$ ;
- E: иметь один ноль и один полюс в точке  $z = 1$ .

43. Выберите один правильный ответ. Пусть в САУ имеет место регулятор  $W_R(j\omega)$  и объект управления  $G_0(j\omega) + \Delta_A(j\omega)$ . Для того, чтобы обеспечить робастную устойчивость замкнутой системы управления объектом, параметры и структура которого определены с аддитивной погрешностью  $\Delta_A(j\omega)$ , необходимо и достаточно обеспечить для всех частот

- A: чтобы наибольшее сингулярное число удовлетворяло условию  $\bar{\sigma}[\Delta_A W_R (1 + W_R G_0)^{-1}] > 1$ ;
- B: чтобы наименьшее сингулярное число удовлетворяло условию  $\underline{\sigma}[\Delta_A W_R (1 + W_R G_0)^{-1}] > 1$ ;
- C: чтобы наибольшее сингулярное число удовлетворяло условию  $\bar{\sigma}[\Delta_A W_R (1 + W_R G_0)^{-1}] < 1$ ;
- D: чтобы наибольшее сингулярное число удовлетворяло условию  $\bar{\sigma}[\Delta_A W_R G_0 (1 + W_R G_0)^{-1}] < 1$ ;
- E: чтобы наибольшее сингулярное число удовлетворяло условию  $\bar{\sigma}[\Delta_A W_R G_0 (1 + W_R G_0)^{-1}] < 1$  и  $|G_0(j\omega)| < 1$ .
- F: чтобы наименьшее сингулярное число удовлетворяло условию  $\underline{\sigma}[\Delta_A W_R G_0 (1 + W_R G_0)^{-1}] < 1$  и  $|G_0(j\omega)| < 1$ .

44. Выберите один правильный ответ. Пусть в САУ имеет место регулятор  $W_R(j\omega)$  и объект управления  $G_0(j\omega)(1 + \Delta_M(j\omega))$ . Для того, чтобы обеспечить робастную устойчивость замкнутой системы управления объектом, параметры и структура которого определены с мультипликативной погрешностью  $\Delta_M(j\omega)$ , необходимо и достаточно обеспечить для всех частот

- A: чтобы наибольшее сингулярное число удовлетворяло условию

$$\bar{\sigma}[\Delta_M W_R (1 + W_R G_0)^{-1}] > 1;$$

В: чтобы наименьшее сингулярное число удовлетворяло условию

$$\underline{\sigma}[\Delta_M W_R (1 + W_R G_0)^{-1}] > 1;$$

С: чтобы наибольшее сингулярное число удовлетворяло условию

$$\bar{\sigma}[\Delta_M W_R (1 + W_R G_0)^{-1}] < 1;$$

Д: чтобы наибольшее сингулярное число удовлетворяло условию

$$\bar{\sigma}[\Delta_M W_R G_0 (1 + W_R G_0)^{-1}] < 1;$$

Е: чтобы наибольшее сингулярное число удовлетворяло условию

$$\bar{\sigma}[\Delta_M W_R G_0 (1 + W_R G_0)^{-1}] < 1 \text{ и } |G_0(j\omega)| < 1.$$

Ф: чтобы наименьшее сингулярное число удовлетворяло условию

$$\underline{\sigma}[\Delta_M W_R G_0 (1 + W_R G_0)^{-1}] < 1 \text{ и } |G_0(j\omega)| < 1.$$

45. Выберите один правильный ответ. Пусть в САУ имеет место регулятор  $W_R(j\omega)$  и объект управления  $G_0(j\omega) + \Delta_A(j\omega)$ . Для того, чтобы обеспечить робастную устойчивость замкнутой системы управления объектом, параметры и структура которого определены с аддитивной погрешностью  $\Delta_A(j\omega)$ , необходимо и достаточно обеспечить для всех частот выполнения условия

A:  $\|\Delta_A W_R (1 + W_R G_0)^{-1}\|_\infty > 1;$

B:  $\|\Delta_A W_R (1 + W_R G_0)^{-1}\|_\infty > 1;$

C:  $\|\Delta_A W_R (1 + W_R G_0)^{-1}\|_\infty < 1;$

D:  $\|\Delta_A W_R G_0 (1 + W_R G_0)^{-1}\|_\infty < 1;$

E:  $\|\Delta_A W_R G_0 (1 + W_R G_0)^{-1}\|_\infty < 1 \text{ и } |G_0(j\omega)| < 1.$

46. Выберите один правильный ответ. Пусть в САУ имеет место регулятор  $W_R(j\omega)$  и объект управления  $G_0(j\omega)(1 + \Delta_M(j\omega))$ . Для того, чтобы обеспечить робастную устойчивость замкнутой системы управления объектом, параметры и структура которого определены с мультипликативной погрешностью  $\Delta_M(j\omega)$ , необходимо и достаточно обеспечить для всех частот выполнения условия

A:  $\|\Delta_M W_R (1 + W_R G_0)^{-1}\|_\infty > 1;$

B:  $\|\Delta_M W_R (1 + W_R G_0)^{-1}\|_\infty > 1;$

C:  $\|\Delta_M W_R (1 + W_R G_0)^{-1}\|_\infty < 1;$

D:  $\|\Delta_M W_R G_0 (1 + W_R G_0)^{-1}\|_\infty < 1;$

E:  $\|\Delta_M W_R G_0 (1 + W_R G_0)^{-1}\|_\infty < 1 \text{ и } |G_0(j\omega)| < 1.$

47. Выберите один или несколько правильных ответов. Устойчивость цифровой замкнутой системы можно оценить

A: по полюсам передаточной функции замкнутой системы;

В: по расположению нулей и полюсов передаточной функции разомкнутой системы на комплексной плоскости;

С: по критерию устойчивости Гурвица после применения к передаточной функции замкнутой системы билинейного преобразования;

Д: по критерию Рауса, составив соответствующую таблицу;

Е: по расположению нулей передаточной функции замкнутой системы на комплексной плоскости.

48. Свойства цифровой системы, такие как управляемость, наблюдаемость, достижимость оцениваются по рангу соответствующей матрицы. Установите соответствие между свойством системы и матрицей, по которой это свойство проверяется.

1	Управляемость	A	$ C \ CA \ CA^2 \ \dots \ CA^{n-1} ^T$
2	Наблюдаемость	B	$ B \ AB \ A^2B \ \dots \ A^{n-1}B $
3	Достижимость	C	$ CA^{-n} \ CA^{-n+1} \ CA^{-n+2} \ \dots \ CA^{-1} ^T$
4	Восстанавливаемость	D	$ A^{-1}B \ A^{-2}B \ A^{-3}B \ \dots \ A^{-n}B $
		E	$ A^{n-1}B \ A^{n-2}B \ \dots \ AB \ B $

49. Установите правильную последовательность действий при проектировании модального регулятора (обратной связи по переменным состояниям) на основе матричных уравнений в канонической форме управляемости, если z-передаточная функция объекта  $W(z) = \frac{b_1 z^2 + b_2 z + b_3}{z^3 + a_1 z^2 + a_2 z + a_3}$ ,

а быстродействие системы должно быть не хуже  $t_R$ .

- **A.** Сравнивая коэффициенты характеристического полинома передаточной функции объекта и коэффициенты полинома, полученного по назначенным собственным числам матрицы (А-ВК), вычисляют коэффициенты модального регулятора.
- **В.** По заданному быстродействию  $t_R$  определяют радиус круга, внутри которого следует выбирать собственные числа матрицы (А-ВК).
- **С.** Путем моделирования объекта, охваченного обратной связью по переменным состояниям, проверяют качество системы регулирования.
- **D.** Проверяется управляемость объекта, для чего составляется матрица управляемости и проверяется ее ранг
- **Е.** На основании выбранных собственных чисел вычисляется характеристический полином для системы с регулятором.
- **F.** По заданной передаточной функции объекта регулирования составляются матрицы А, В, С и D
- **G.** Из определенной области выбираются  $n$  чисел ( $n$  - порядок системы), причем если числа комплексные, то обязательно комплексно-сопряженные.

50. Для объекта управления, заданного матричными разностными уравнениями с матрицами:

$$\Phi = \begin{bmatrix} 0,7 & -0,02 & 0 \\ 0,4 & 0,99 & 0 \\ 0,1 & 0,5 & 1 \end{bmatrix}, \quad h = \begin{bmatrix} 0,4 \\ 0,1 \\ 0,02 \end{bmatrix}, \quad C = [0 \ 0 \ 0,05] \text{ и } D = 0, \text{ по формуле Аккермана рассчитать}$$

коэффициенты обратной связи по переменным состояниям объекта, обеспечивающим быстродействие системы не хуже 20 с. (Период дискретности  $T=0,5$ с)

51. Дайте оценку устойчивости замкнутой системы, если передаточные функции регулятора и объекта управления таковы:  $W_R(z) = \frac{0,5z - 0,18}{z + 0,4}$ ,  $W(z) = \frac{1,3z + 0,8}{z^2 - z + 0,25}$ .

52. Рассчитайте реакцию цифровой системы с передаточной функцией  $W(z) = \frac{0,09z + 0,085}{z^2 - 1,78z + 0,79}$

на входное импульсное воздействие, которое образуется из непрерывного воздействия вида  $w(t) = 2,5e^{-0,5t}$  в дискретные моменты времени 0, 0,25с 0,5с 0,75с 1,0с 1,25с...

53. Определить структуру и рассчитать наблюдатель полного порядка на основе матричных уравнений в канонической форме наблюдаемости, если передаточной функцией объекта является

$$W(z) = \frac{0,72z^2 + 0,45z + 0,65}{(z - 0,97)(z^2 - 0,77z + 0,24)}.$$

54. Рассчитать коэффициенты ошибок  $C_0$  и  $C_1$  для замкнутой цифровой системы, если передаточной функцией разомкнутой системы с регулятором является  $W(z) = \frac{0,65z^2 + 0,17z - 0,144}{z^3 - 0,6z^2 - 0,15z + 0,10}$ .

55. Установите последовательность расчета реакции цифровой системы с передаточной функцией  $W(z) = \frac{0,09z + 0,085}{z^2 - 1,78z + 0,79}$  на входное импульсное воздействие, которое образуется из непрерывного воздействия вида  $w(t) = 2,5e^{-0,5t}$  в дискретные моменты времени 0, 0,25с 0,5с 0,75с 1,0с 1,25с...

- А: По таблице z-преобразования или расчетным путем находят z-изображение входной последовательности импульсов
- В: Рассчитывают установившееся значение  $y[kT \rightarrow \infty] = \lim_{z \rightarrow 1+} (z - 1)y(z)$
- С: Путем перемножения  $W(z)$  и z-изображения входной последовательности импульсов определяют z-изображение выходной последовательности импульсов  $y(z)$  в виде дробно-рациональной функции
- D: По исходным данным определяется период дискретности T.
- Е:  $y(z)$  раскладывают в ряд по отрицательным степеням  $z$ . Коэффициенты ряда соответствуют значениям выходной величины в соответствующие моменты времени.
- F: Из непрерывной функции  $w(t)$  образуется решетчатая функция путем замены непрерывного времени на дискретное, т.е.  $t = kT$

56. Точность систем регулирования и следящих систем оценивается по установившейся ошибке по окончании переходного процесса. Установите соответствие между наличием полюса (полюсов)  $z = 1$  в передаточной функции регулятора или объекта управления и ошибкой системы при отработке входных воздействий вида  $w(t) = 1(t)$ ,  $w(t) = at$ ,  $w(t) = at^2$

			$w(t) = 1(t)$	$w(t) = at$	$w(t) = at^2$
А	Нет ни одного полюса $z = 1$	Е	Ошибка равна нулю	Ошибка равна нулю	Ошибка пропорциональна $\frac{1}{K}$
В	Имеется один полюс $z = 1$	F	Ошибка пропорциональна $\frac{1}{1 + K}$	Ошибка растет до $\infty$	Ошибка растет до $\infty$
С	Имеется два полюса $z = 1$	G	Ошибка равна нулю	Ошибка пропорциональна $\frac{1}{K}$	Ошибка пропорциональна $\frac{1}{1 + K}$
D		Н	Ошибка равна нулю	Ошибка пропор-	Ошибка растет до $\infty$

				циональна $\frac{1}{K}$	
--	--	--	--	-------------------------	--

57. Рассчитать z-передаточную функцию объекта управления с учетом формирующего элемента для периода дискретности  $T = 0,5$  с, если передаточная функция объекта

$$W(s) = \frac{25}{(s+1)(5s+1)}.$$

Оценка устойчивости ЦС по критерию Гурвица.

58. Передаточной функцией ЦС является  $W(z, \varepsilon) = \frac{0,72z^2 + 0,45z + 0,65}{z^3 - 2,74z^2 + 1,76z - 0,48}$ . Необходимо получить описание системы в пространстве состояний (каноническая форма наблюдаемости)

59. Рассчитать реакцию ЦС с передаточной функцией  $W(z) = \frac{0,09z + 0,085}{z^2 - 1,78z + 0,79}$  на входное импульсное воздействие, полученное из воздействия вида  $w(t) = 20e^{-0,5t}$  в дискретные моменты времени 0, 0,2с 0,4с 0,6с 0,8с ...

60. Передаточной функцией разомкнутой ЦС с регулятором является  $W(z, \varepsilon) = \frac{0,65z^2 + 0,17z - 0,144}{z^3 - 0,6z^2 - 0,15z + 0,10}$ . Необходимо рассчитать величину рассогласования в замкнутой системе  $e[kT \rightarrow \infty]$ , если задающее воздействие имеет следующий вид:  $w(t) = 0,2 \cdot 1(t)$

### Пример экзаменационного билета:

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
 Программа подготовки: магистратура  
 Направление подготовки: 27.04.04 Управление в технических системах  
 Направленность (профиль): Управление и информатика в технических системах  
 Семестр: 2  
 Учебная дисциплина: Современные проблемы теории управления

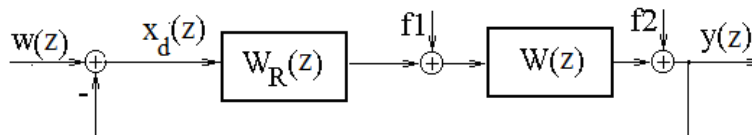
### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Требуется провести точную линеаризацию нелинейного объекта, динамика которого описывается следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \dot{x}_1' = -x_1^2 - x_2 + e^{-2x_1} \cdot u \\ \dot{x}_2' = -\sin(2,75x_2 + \pi/6) - 0,5x_1 \end{cases} \quad y(t) = x_2$$

Предложите какой-либо регулятор для линеаризованного объекта, обеспечивающий быстрое действие замкнутой системы не хуже 4 с.

2. На рисунке представлена расчетная схема цифровой системы управления.



$$W_R(z) = \frac{0,5z - 0,18}{z + 0,4}, \quad W(z) = \frac{0,18z + 0,16}{z^2 - 1,72z + 0,76}$$

Какой будет величина  $y[kT \rightarrow \infty]$  в установившемся режиме, если на входе объекта действует помеха  $f_1(t) = 0,2 \cdot 1(t)$ , а задающее воздействие  $w(t) = 0$  и помеха  $f_2 = 0$ ?



3. Методика проектирования наблюдателя пониженного порядка на примере системы третьего порядка, когда одна переменная измеряется (например,  $x_1(k)$ ), т.е.  $y(k) = x_1(k)$ ), а две другие необходимо восстанавливать.

Утверждено на заседании кафедры автоматики и телекоммуникаций,  
протокол № \_\_\_ от \_\_. \_\_. 20\_\_ г.

Зав. кафедрой

Турупалов В.В.

Экзаменатор

Федюн Р.В.

## **КРИТЕРИИ**

### **оценивания экзаменационной работы**

по дисциплине «Современные проблемы теории управления»

для обучающихся по направлению подготовки

27.04.04 Управление в технических системах

Экзамен проводится письменно по билетам. Билет содержит 2 задачи, каждая из которых требует конкретного ответа, и один теоретический вопрос. Представление решения задач должно позволять проверяющему проследить последовательность решения и в случае ошибок оценить долю правильного решения. При необходимости экзаменуемый может или должен сопровождать написанное поясняющей схемой (рисунком).

Задачи охватывают теоретическую часть курса, а также требуют демонстрации практических навыков, полученных студентом в ходе лабораторных работ. Теоретический вопрос в экзаменационном билете соответствует разделам теории, не затронутым задачами в билете.

Правильное решение задачи и ответа на теоретический вопрос оценивается в двадцать – двадцать четыре балла. Если ответ не полный, то он оценивается в десять-двенадцать баллов. При отсутствии решения задачи обучающийся получает ноль баллов. Полученные баллы за ответы на вопросы билета суммируются, и с учётом результатов текущего контроля работы студента выводится итоговая оценка по 100-балльной шкале.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS.

Утверждено на заседании кафедры автоматики и телекоммуникаций,  
протокол № \_\_\_ от \_\_. \_\_. 20\_\_ г.

Зав. кафедрой

Турупалов В.В.

## **4.3 Критерии оценивания**

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Современные проблемы теории управления» проводится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

**Текущий контроль** знаний студента очной и очно-заочной форм обучения осуществляется по результатам выполнения лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной и очно-заочной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	8	Задание выполнено правильно, проектные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	5	Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
<b>Итого по лабораторным работам (максимально возможное)</b>	<b>48</b>	Из расчёта проведения шести лабораторных работ. Оценивается каждая работа.
<b>ИТОГО:</b>	<b>48</b>	Максимально возможное

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя 2 задачи и один теоретический вопрос, подобранные в экзаменационном билете таким образом, что они охватывают большую часть теоретических вопросов данной дисциплины. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 2.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками (при необходимости).

В случае если ответ на вопрос не в полной мере отвечает приведенным требованиям, студенту засчитывается количество баллов, равное половине от максимального. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	Задача 1	24
	Задача 2	20
	Вопрос по теории	12
<b>ИТОГО</b>		<b>52</b>

**Итоговая оценка** определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

#### 4.4 Пример текущего опроса на лабораторных занятиях

Тема «Исследование частотных характеристик цифровых систем»

1. Что называется импульсной амплитудно-фазовой частотной характеристикой (АФЧХ) цифровой системы?

2. Как по передаточной функции цифровой системы может быть построена импульсная АФЧХ?

3. Объясните процедуру построения импульсной АФЧХ цифровой системы на основе замены в  $Z$ -передаточной функции  $W(z, \varepsilon)$  оператора преобразования  $z$  на  $e^{j\omega T}$ .

4. Как построить АФЧХ цифровой системы на основе билинейного преобразования?

5. Объясните понятие «псевдочастота» и как она определяется при построении частотных характеристик цифровой системы?

6. В каком диапазоне частот  $\omega$  следует рассчитывать АФЧХ цифровой системы? Почему?

7. Поясните процедуру построения асимптотической логарифмической частотной характеристики объекта управления, если задана его  $Z$ -передаточная функция  $W(z) = \frac{0,0161z + 0,0144}{z^2 - 1,71z + 0,725}$ , полученная для периода дискретности  $T=0,5$  с.

8. Постройте асимптотическую логарифмическую частотную характеристику и фазо-частотную характеристику идеального интегрирующего звена для периодов дискретности  $T=0,2$  с и  $T=0,8$  с. Как влияет период дискретности на эти характеристики?

## 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### I Основная литература

1. Современная теория управления динамическими системами = Сучасна теорія керування динамічних систем [Електронний ресурс] : навчальний посібник для ВНЗ / Г. Ш. Рафіков [и др.] ; Г.Ш. Рафіков, Н.В. Жукова, В.І. Бессараб та ін. ; ДВНЗ "ДонНТУ". - 4 Мб. - Донецьк : ДВНЗ "ДонНТУ", 2013. - 1 файл. - Систем. вимоги: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/17/cd7069.pdf>

2. Методы синтеза цифровых систем управления многосвязными технологическими объектами : монография / В. С. Кудряшов, С. В. Рязанцев, А. В. Иванов [и др.]. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2018. — 332 с. — ISBN 978-5-00032-303-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/76431.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Ушаков, А. В. Современная теория управления. Дополнительные главы : учебное пособие для университетов / А. В. Ушаков, Вундер Н. А. (Полинова) ; под редакцией А. В. Ушаков. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. — 186 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/68128.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### II Дополнительная литература

4. Современные проблемы управления и автоматизации в машиностроении. В 4 частях. Ч.1 : учебное пособие / А. А. Игнатъев, М. Ю. Захарченко, В. А. Добряков, С. А. Игнатъев. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2019. — 112 с. — ISBN 978-5-7433-3399-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/99269.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Буров, П. Н. Анализ современных систем управления телекоммуникациями : учебное пособие / П. Н. Буров, М. В. Гуреева. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015. — 89 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/54780.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Архипов, С. Н. Основы теории управления техническими системами : учебное пособие / С. Н. Архипов. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 166 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/70666.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

7. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Современные проблемы теории управления» [Электронный ресурс] : для студентов уровня профессионального уровня "магистр" по направлению подготовки 27.04.04 "Управление в технических системах" очной, очно-заочной и заочной форм обучения / ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ "ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ", Кафедра автоматики и телекоммуникаций ; ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. автоматики и телекоммуникаций ; [сост.: А.В. Хорхордин и др.]. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2020. – Систем. требования: AcrobatReader. – Загл. с титул. экрана. (Доступ из личного кабинета студента).

8. Методические указания к выполнению индивидуального задания по дисциплине "Современные проблемы теории управления" [Электронный ресурс] : для студентов уровня профессионального образования "магистр" по направлению подготовки 27.04.04 "Управление в технических системах" очной, очно-заочной и заочной форм обучения / ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ "ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ", Кафедра автоматики и телекоммуникаций ; ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. автоматики и телекоммуникаций ; [сост.: А.В. Хорхордин и др. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2020. – Систем. требования: AcrobatReader. – Загл. с титул. экрана. (Доступ из личного кабинета студента).

### Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>.

ЭБС IPR SMART – <http://www.iprbookshop.ru>.

## 7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. Лекционные занятия:

Учебная аудитория для проведения лекционных, лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: персональный компьютер с выходом в сеть и возможностью подключения к сети «Интернет» (P IV-1.7 GHz); экран проекционный ELIT SCREENS M113XWS1; коммутационный шкаф; Switch TP-Link; patchpanel; wi-fi точка доступа.

Специализированная мебель: столы; магнитно-маркерная доска.

Системное обеспечение: операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (об-



публичная лицензия MPL 2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0)).

## **2. Лабораторные работы:**

Специализированная лаборатория инфокоммуникационных технологий и сетей связи для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: персональные компьютеры с выходом в сеть (iC DualCore 1.6 Ghz; iPE2140-1.6Ghz; iC DualCore 1.6 Ghz); экран проекционный Sopar 180\*180.

Лабораторное оборудование: генератор ГЗ-102; генератор Г6-28; частотомер электронносчетный ЧЗ-33; источник питания пост. тока Б5-46; осциллограф универсальный С1-79; стойка приборная ДК 7067; микроскоп МБС-9; мультиметр В 1025; анализатор спектра НР 8753С; анализатор спектра НР 8569В; многофункциональный синтезатор НР 8904А; частотомер НР 5372А; генератор сигналов НР8656В4; стабилизатор ТЭС-15; генератор Г6-28; частотомер универсальный цифровой ЧЗ34; измеритель индукционный емкостной высокочастотный Е12-1; прибор для исследования АЧХ Х1-50; стабилизированный выпрямитель ТВ-1; микролаб КР580ИК80.

Специализированная мебель: столы; магнитно-маркерная доска.

Системное обеспечение: операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0); GNU Octave-6.1.0 (общественная лицензия), компьютерная лаборатория, оснащенная персональными компьютерами

## **3. Самостоятельная работа:**

Помещения для **самостоятельной работы** с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС - Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.