Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Крюков Вадим Николаевич
Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике
Дата подписания: 02.11.2026 17:38:41
Уникальный программный ключ:
1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c5f2f25b2

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Заполярный государственный университет им. Н. М. Федоровского»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине
Теория автоматического управления

Уровень образования: *магистратура*

Кафедра электроэнергетики и автоматики

Разработчик ФОС:

Доцент кафедры, к.т.н., доцент		Жеребцов Б.В.
(должность, степень, ученое звание)	(подпись)	(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры, протокол № 4 от «10» февраля 2025 г.
Заведующий кафедрой Петров А.М.

Фонд оценочных средств по дисциплине «Теория автоматического управления» для текущей/ промежуточной аттестации разработан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств на основе Рабочей программы дисциплины «Теория автоматического управления», Положения о формировании Фонда оценочных средств по дисциплине (ФОС), Положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ЗГУ, Положения о государственной итоговой аттестации (ГИА) выпускников по образовательным программам высшего образования в ЗГУ им. Н.М. Федоровского.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения и планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные	
ПК-4. Способен разрабатывать функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств, их элементов, технического, алгоритмического и программного обеспечения на базе современных методов, средств и технологий проектирования	ПК-4.1. Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов
	ПК-4.2. Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования

Таблица 2. Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	**Формируемая компетенция**	**Наименование оценочного средства**	**Форма оценивания**
Раздел 1. Предмет и система курса Темы 1, 2.	ПК-4	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 2. Виды систем автоматического управления. Темы 3-8.	ПК-4	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 3. Виды регуляторов и измерительных приборов. Темы 9-12.	ПК-4	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 4. Особенности построения технических систем управления. Ч.1. Темы 13, 14.	ПК-4	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно

Раздел 5 Особенности построения технических систем управления. Ч.2. Темы 15-23.	ПК-4	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 6. Особенности построения технических систем управления. Ч.2. Темы 24-27.	ПК-4	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 7. Особенности построения технических систем управления. Ч.3. Тема 28.	ПК-4	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 8. Особенности построения технических систем управления. Ч.4. Темы 29, 30.	ПК-4	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно

2. Перечень контрольно-оценочных средств (КОС)

Для определения качества освоения обучающимися учебного материала по дисциплине используются следующие контрольно-оценочные средства текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся:

Таблица 3. Перечень контрольно-оценочных средств

	Наименование оценочного средства	**Сроки выполнения**	**Шкала оценивания***	**Критерии оценивания****
1.	***Текущий контроль качества ******			
	Тестовые задания	1, 2 семестр	Достигнут/ не достигнут пороговый уровень освоения компетенции	освоено/ не освоено
	Промежуточная аттестация			
	Билеты к зачету	1 семестр	Освоил/ не освоил компетенцию*	Зачтено
	Экзаменационные билеты	2 семестр	Освоил/ не освоил компетенцию	Оценка**
	***Примерная шкала оценивания результатов обучения по дисциплине:** Минимальный уровень не достигнут - обнаружены пробелы у обучающегося в знаниях основного учебного материала, допускающим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Ответы носят несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, обучающийся не понимает существа излагаемых им вопросов – «*не зачтено*»; Минимальный, средний, максимальный уровни - обучающийся показал знание учебного и нормативного материала, продемонстрировал выполнение задания, владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач – *«зачтено».*			
	****Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:** ***По 4-х бальной шкале:*** ***освоил компетенцию –*** *выставляется отметка отлично («5»), хорошо («4»),*			

	удовлетворительно («3»), ***не освоил компетенцию-*** *выставляется отметка неудовлетворительно («2»).* ***«зачтено» - освоил компетенцию;*** ***«не зачтено» - не освоил компетенцию.***
	********* **Примерные виды оценочного средства текущей аттестации:** *А) в устной форме (устный опрос, проведение семинаров, решение ситуационных задач.);* *2) в письменной форме (письменный опрос, проверка выполнения письменных домашних заданий, написание рефератов, и т.д.);* *3) в виде теста (письменное тестирование)).*

*****Критерии промежуточной аттестации***

Критерии выставления оценки по 4-балльной шкале оценивания для экзамена или «зачтено с «оценкой»:

- оценки «отлично» заслуживает обучающийся, обнаруживший всесторонние, глубокие знания учебного материала и умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой; изучивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой обучения; безупречно отвечавший не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы; проявивший творческие способности в использовании учебного материала;

- оценки «хорошо» заслуживает обучающийся, обнаруживший полные знания учебного материала, успешно выполнивший предусмотренные программой задания, изучивший основную литературу, отвечавший на все вопросы билета;

- оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший знания в объёме, необходимом для дальнейшей учёбы и работы по профессии, справившийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, допустивший погрешности в ответе и при выполнении заданий, но обладающий достаточными знаниями для их устранения под руководством преподавателя;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных рабочей программой заданий, которые не позволят ему продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Критерии выставления аттестации «зачтено», «не зачтено»:

- **«Зачтено»** выставляется обучающемуся, если он показал достаточно прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты.

- **«Не зачтено»** выставляется обучающемуся, если при ответе выявились существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие

процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

Задания практических работ

Вопросы для устного или письменного опроса

В целях проверки знаний обучающихся, владение ими основными понятиями по соответствующей теме преподавателем в качестве оценочного материала могут быть использованы вопросы для устного ли письменного опроса.

Примерные вопросы для устного или письменного опроса:

1. Предмет и задачи теории автоматического управления. Основные принципы управления (разомкнутое, замкнутое, комбинированное).
2. Классификация систем автоматического управления (САУ) по различным признакам: по виду алгоритма функционирования, по характеру сигналов, по математическому описанию.
3. Типовые законы регулирования (П-, И-, ПИ-, ПИД-регуляторы) и их характеристики.
4. Понятие устойчивости САУ. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Физический смысл устойчивости.
5. Оценка качества процессов управления: прямые и косвенные показатели качества (время регулирования, перерегулирование, колебательность, установившаяся ошибка).

Примеры тестовых заданий по всему курсу

1. Поясните разницу между понятиями «объект управления» и «система автоматического управления». Что входит в структуру САУ помимо объекта?

2. Опишите физический смысл пропорциональной (П) и дифференциальной (Д) составляющих в законе ПИД-регулятора. На какие показатели качества переходного процесса влияет увеличение дифференциальной составляющей?

3. Дайте определение понятию «запас устойчивости». Почему при проектировании реальных систем управления недостаточно просто обеспечить устойчивость?

4. В баке необходимо поддерживать постоянный уровень жидкости. Регулятор открывает клапан подачи воды. Если уровень упал ниже заданного значения, клапан должен:

a) Закрыться.
b) Остаться в прежнем положении.
c) Открыться сильнее.
d) Переключиться в ручной режим.

5. Для поддержания постоянной температуры в печи используется П-регулятор (пропорциональный). При изменении нагрузки температура немного отклонилась от заданного значения и не возвращается точно к нему. Такая ошибка называется:

a) Ошибкой по скорости.
b) Фазовым сдвигом.
c) Статической ошибкой.
d) Перерегулированием.

6. Зачем в системах автоматического управления используют обратную связь (датчик, измеряющий выходную величину и передающий сигнал на вход регулятора)?

a) Чтобы увеличить мощность исполнительного механизма.

b) Чтобы регулятор «видел» реальное состояние объекта и мог корректировать управление.

c) Чтобы заменить непрерывный сигнал прерывистым.

d) Чтобы преобразовать переменный ток в постоянный.

Примеры тестовых заданий по всему курсу

Спецификация комплекта оценочных материалов

Количество заданий в комплекте оценочных материалов

Код компетенции	Наименование компетенции	Количество заданий
ПК-4	Способен разрабатывать функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств, их элементов, технического, алгоритмического и программного обеспечения на базе современных методов, средств и технологий проектирования	60
		60

Распределение заданий по типу и уровням сложности

Код компетенции	Индикатор сформированности компетенции	Номер задания	Тип задания	Уровень сложности задания	Время выполнения (мин)
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	1	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	2	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	3	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5

ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	4	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	5	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	6	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	7	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	8	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	9	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и	10	Задание открытого типа с развернутым	Высокий	10

	техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов		ответом		
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	11	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	12	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	13	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	14	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	15	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и	16	Задание комбинированного типа с выбором одного	Низкий	2

	автоматических производств и их элементов		верного ответа		
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	17	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	18	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	19	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	20	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	21	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	22	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает	23	Задание	Средний	5

	функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов		закрытого типа на установление последовательности		
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	24	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	25	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	26	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	27	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	28	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию	29	Задание закрытого типа на установление последовательно	Средний	5

	автоматизированных и автоматических производств и их элементов		сти		
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	30	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	31	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	32	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	33	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	34	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	35	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	36	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе	37	Задание комбинированного типа с	Низкий	2

	современных методов, средств и технологий проектирования		выбором одного верного ответа		
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	38	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	39	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	40	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	41	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	42	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	43	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	44	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	45	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное	46	Задание	Низкий	2

	обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования		комбинированного типа с выбором одного верного ответа		
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	47	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	48	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	49	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	50	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	51	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	52	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	53	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий	54	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5

	проектирования				
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	55	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	56	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	57	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	58	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	59	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	60	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5

Тестовые задания, позволяющие осуществлять оценку всех компетенций, установленных образовательной программой

1. Вопрос: Что является математической основой для описания динамики линейных непрерывных стационарных систем в классической теории автоматического управления?

А) Разностные уравнения.
Б) Алгебраические уравнения.
В) Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами.
Г) Интегральные уравнения.

2. Вопрос: Установите правильную последовательность этапов исследования системы автоматического управления (САУ) классическим методом.

1. Определение передаточной функции замкнутой системы.
2. Анализ устойчивости.
3. Составление математической модели объекта и системы в целом.
4. Анализ качества переходных процессов.
5. Синтез корректирующих устройств (при необходимости).

3. Вопрос: Установите соответствие между типовым динамическим звеном и его передаточной функцией.

1. Идеальное интегрирующее звено.
2. Идеальное дифференцирующее звено.
3. Апериодическое звено первого порядка.
4. Колебательное звено.

А) $W(s) = k / (T^2s^2 + 2\xi Ts + 1)$
Б) $W(s) = k / (Ts + 1)$
В) $W(s) = k / s$
Г) $W(s) = ks$

4. Вопрос: Сформулируйте алгебраические критерии устойчивости Гурвица и Рауса. В чем заключается их основное практическое применение при анализе и синтезе САУ? Приведите пример использования одного из критериев для системы третьего порядка.

5. Вопрос: Какой критерий устойчивости позволяет судить об устойчивости замкнутой системы по ее амплитудно-фазовой характеристике (АФХ) разомкнутой цепи?
Варианты ответа:
А) Критерий Гурвица.
Б) Критерий Рауса.
В) Критерий Найквиста (Найквиста-Михайлова).
Г) Критерий Ляпунова.

6. Вопрос: Для анализа абсолютной устойчивости нелинейных систем может применяться частотный критерий В.М. Попова. Какие из перечисленных условий являются необходимыми для применимости этого критерия? Выберите все верные и обоснуйте.

А) Линейная часть системы должна быть устойчивой.
Б) Нелинейность должна быть однозначной и принадлежать сектору [0, k].
В) Система должна быть статической.
Г) Линейная часть должна иметь строго вещественно-положительную передаточную функцию.

7. Вопрос: Как называется графический метод анализа устойчивости, основанный на построении годографа вектора $D(j\omega)$ – характеристического полинома системы?
А) Годограф Найквиста.
Б) ЛАЧХ/ЛФЧХ.
В) Годограф Михайлова.
Г) Корневой годограф.

8. Вопрос: Установите правильную последовательность построения логарифмических частотных характеристик (ЛАЧХ и ЛФЧХ) для системы, заданной передаточной функцией.

1. Представить передаточную функцию в виде произведения типовых звеньев.
2. Определить сопрягающие частоты и частоту среза.

3. Построить ЛАЧХ и ЛФЧХ каждого типового звена.
4. Построить результирующую ЛАЧХ путем суммирования ординат, результирующую ЛФЧХ – путем суммирования фаз.
5. Определить запас устойчивости по амплитуде и фазе.

9. Вопрос: Установите соответствие между показателем качества переходного процесса и его определением.

1. Время регулирования (tp).
2. Перерегулирование (σ).
3. Время нарастания (tн).
4. Число колебаний (N).

А) Время, за которое переходная характеристика впервые достигает установившегося значения.
Б) Максимальное отклонение переходной характеристики от установившегося значения, выраженное в процентах.
В) Время, по истечении которого отклонение выходной величины от установившегося значения не превышает заданной малой величины (обычно ±5% или ±3%).
Г) Количество полных колебаний выходной величины около установившегося значения за время регулирования.

10. Вопрос: Опишите метод D-разбиения по одному параметру. Как с его помощью можно определить область устойчивости в пространстве параметров регулятора? Приведите пример для нахождения диапазона коэффициента усиления K, обеспечивающего устойчивость системы третьего порядка.

11. Вопрос: Какое из перечисленных преобразований используется для перехода от изображения выходного сигнала Y(s) к оригиналу y(t) при решении дифференциальных уравнений операторным методом?

А) Преобразование Фурье.
Б) Обратное преобразование Лапласа.
В) Z-преобразование.
Г) Преобразование Гильберта.

12. Вопрос: При анализе точности САУ рассматриваются установившиеся ошибки от различных воздействий. Какие из перечисленных типов воздействий необходимо учитывать для полной оценки точности системы управления технологическим процессом? Выберите все верные и обоснуйте.

А) Задающее воздействие g(t).
Б) Возмущающее воздействие f(t), приложенное к объекту управления.
В) Измеряемый шум в канале обратной связи.
Г) Дрейф нуля усилителя.

13. Вопрос: Статической называется система, которая в установившемся режиме имеет ошибку:

А) Постоянную, не равную нулю, при постоянном входном воздействии.
Б) Равную нулю при постоянном входном воздействии.
В) Стремящуюся к бесконечности.
Г) Независимую от вида воздействия.

14. Вопрос: Установите правильную последовательность шагов при синтезе последовательного корректирующего устройства методом ЛАЧХ.

1. Построить ЛАЧХ нескорректированной системы (Wнч).
2. Построить желаемую ЛАЧХ (Wж) исходя из требований к точности, быстродействию и запасам устойчивости.
3. Определить ЛАЧХ корректирующего устройства как разность: Lк(ω) = Lж(ω) - Lн(ω).
4. По виду Lк(ω) определить передаточную функцию Wк(s) и реализующую её схему.
5. Проверить выполнение требований к скорректированной системе.

15. Вопрос: Установите соответствие между методом синтеза и его основной идеей.

1. Модальное управление.
2. Синтез по критерию квадратичного функционала (LQR).
3. Частотный метод (синтез по ЛАЧХ).
4. Синтез на основе корневого годографа.

А) Минимизация интеграла от квадрата ошибки и управляющего воздействия.
Б) Обеспечение заданного расположения полюсов (корней) замкнутой системы.
В) Формирование желаемой формы ЛАЧХ разомкнутой системы.
Г) Изменение расположения корней на комплексной плоскости путем варьирования параметра усиления.

16. Вопрос: Как называется график, показывающий траектории движения корней характеристического уравнения замкнутой системы при изменении какого-либо параметра (чаще всего коэффициента усиления) от нуля до бесконечности?

А) Годограф Найквиста.
Б) Диаграмма Боде.
В) Корневой годограф (годограф Эванса).
Г) Диаграмма Николса.

17. Вопрос: Установите правильную последовательность анализа системы с помощью корневого годографа.

1. Определить полюса и нули разомкнутой системы.
2. Найти точки ветвления и углы выхода/входа.
3. Построить правила асимптот.
4. Построить ветви годографа, исходящие из полюсов.
5. Определить устойчивые и неустойчивые диапазоны изменения параметра.

18. Вопрос: Установите соответствие между характеристикой и методом анализа/синтеза, для которого она является основной.

1. Амплитудно-фазовая характеристика (АФХ).
2. Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика (ЛАЧХ).
3. Вещественная частотная характеристика (ВЧХ).
4. Амплитудно-фазовая характеристика замкнутой системы (АФХЗ).

А) Метод D-разбиения, критерий устойчивости Найквиста.
Б) Метод синтеза последовательных корректирующих устройств.
В) Определение показателей качества (Mmax, ωс) по трафаретам.
Г) Применение критерия устойчивости Михайлова.

19. Вопрос: Опишите принцип инвариантности к возмущающим воздействиям. Как строится комбинированная система управления, реализующая этот принцип? В чем заключаются ее преимущества и практические ограничения?

20. Вопрос: Как называется метод исследования нелинейных систем, основанный на линеаризации периодических колебаний с помощью представления нелинейности эквивалентным комплексным коэффициентом усиления?

А) Метод гармонической линеаризации (метод описывающих функций).
Б) Метод фазовой плоскости.
В) Метод припасовывания.
Г) Метод Ван-дер-Поля.

21. Вопрос: Для анализа автоколебаний в нелинейной системе методом гармонической линеаризации необходимо построить характеристики. Какие из перечисленных условий соответствуют точке возможных автоколебаний? Выберите все верные и обоснуйте.

А) Пересечение АФХ линейной части $W_л(j\omega)$ и характеристики нелинейного звена, взятой со знаком минус: $-W_н(A)$.
Б) Пересечение, в котором АФХ линейной части заходит внутрь кривой $-W_н(A)$.
В) Пересечение, в котором при увеличении амплитуды А точка на кривой $-W_н(A)$ оказывается слева от $W_л(j\omega)$ при движении вдоль последней в сторону увеличения ω.
Г) Соблюдение условия $|W_л(j\omega)W_н(A)| < 1$.

22. Вопрос: Для анализа динамики нелинейных систем второго порядка широко используется метод:

А) Корневого годографа.
Б) Фазовой плоскости.
В) Логарифмических частотных характеристик.
Г) D-разбиения.

23. Вопрос: Установите правильную последовательность шагов при исследовании нелинейной системы методом фазовой плоскости.
1. Составить дифференциальные уравнения системы.
2. Построить фазовый портрет (траектории в координатах x, dx/dt).
3. Определить особые точки и исследовать их характер.
4. Преобразовать уравнения к форме, разрешенной относительно производной.
5. Проанализировать возможные режимы работы по виду фазовых траекторий.

24. Вопрос: Установите соответствие между типом особой точки на фазовом портрете системы второго порядка и расположением корней характеристического уравнения линеаризованной системы.
1. Устойчивый узел.
2. Неустойчивый фокус.
3. Седло.
4. Центр.

А) Два действительных корня разных знаков.
Б) Два комплексно-сопряженных корня с отрицательной действительной частью (для устойчивого фокуса) или положительной (для неустойчивого).
В) Два действительных отрицательных корня.
Г) Два чисто мнимых корня.

25. Вопрос: Изложите суть прямого метода Ляпунова для анализа устойчивости нелинейных систем. Что такое функция Ляпунова? Сформулируйте теорему об асимптотической устойчивости. Почему этот метод часто сложно применить на практике?

26. Вопрос: Какое преобразование является основным математическим аппаратом для анализа дискретных (цифровых) систем управления?

А) Преобразование Лапласа.
Б) Преобразование Фурье.
В) Z-преобразование.
Г) Преобразование Гильберта.

27. Вопрос: При моделировании цифровой системы управления с фиксированным шагом квантования h необходимо учитывать ряд факторов. Какие из перечисленных эффектов являются специфическими для цифровых систем и должны быть проанализированы? Выберите все верные и обоснуйте.

А) Наличие квантования по уровню (погрешность АЦП/ЦАП).
Б) Наличие транспортного запаздывания, равного как минимум периоду квантования.
В) Возможность появления «скрытых» колебаний (скрытых перерегулирований) между моментами квантования.
Г) Изменение порядка дифференциального уравнения объекта.

28. Вопрос: Условие устойчивости дискретной системы, заданной передаточной функцией в Z-области, состоит в том, что все корни ее характеристического уравнения должны:

А) Иметь отрицательные действительные части.
Б) Лежать внутри единичного круга на комплексной z-плоскости.
В) Лежать на мнимой оси.
Г) Быть целыми числами.

29. Вопрос: Установите правильную последовательность этапов синтеза цифрового регулятора методом инвариантности к реакции на внешние воздействия.

1. Определить желаемую непрерывную передаточную функцию замкнутой системы Φ(s).
2. Найти передаточную функцию цифрового регулятора D(z) = [Φ(z) / (G(z)(1 - Φ(z)))].
3. Выбрать метод перехода от Φ(s) к Φ(z) (например, билинейное преобразование, метод инвариантности импульсной характеристики).
4. Получить дискретную передаточную функцию объекта G(z) из G(s) с учетом экстраполятора нулевого порядка (ZOH).
5. Перейти к разностному уравнению и реализовать его алгоритм.

30. Вопрос: Установите соответствие между методом дискретизации непрерывного регулятора и его основным свойством.

1. Метод инвариантности импульсной характеристики.
2. Метод инвариантности ступенчатой характеристики.
3. Биленейное преобразование (Тастина).
4. Метод модифицированного Z-преобразования.

А) Сохраняет форму реакции на единичный ступенчатый сигнал в моменты квантования.
Б) Сохраняет форму реакции на дельта-импульс в моменты квантования.
В) Позволяет учесть дробную часть задержки, кратной периоду квантования.
Г) Сохраняет устойчивость непрерывного прототипа и отображает левую полуплоскость s во внутренность единичного круга z.

31. Вопрос: Какой математический аппарат лежит в основе синтеза оптимального управления по критерию обобщенной работы (критерию максимального быстродействия) для линейных объектов с ограниченным управлением?

А) Принцип максимума Понтрягина.
Б) Динамическое программирование Беллмана.
В) Метод неопределенных множителей Лагранжа.
Г) Вариационное исчисление Эйлера-Лагранжа.

32. Вопрос: Установите правильную последовательность шагов при синтезе линейного квадратичного гауссовского регулятора (LQG).

1. Решение уравнения Риккати для оценки состояния (фильтр Калмана).
2. Определение уравнения объекта в пространстве состояний и статистических характеристик шумов.
3. Решение уравнения Риккати для управления (LQR-синтез).
4. Формирование закона управления на основе оценок состояния от фильтра Калмана.
5. Проверка выполнимости условий разделения.

33. Вопрос: Установите соответствие между методом робастного синтеза и ключевой задачей, которую он решает.

1. H∞-оптимизация.
2. μ-синтез.
3. Синтез на основе линейных матричных неравенств (LMI).
4. Синтез со смешанной чувствительностью (Mixed Sensitivity).

А) Минимизация влияния структурных (динамических) неопределенностей для обеспечения робастной устойчивости и качества.
Б) Формализация требований к системе в виде ограничений на частотные характеристики чувствительности и комплементарной чувствительности.
В) Поиск стабилизирующего регулятора, минимизирующего H∞-норму передаточной матрицы замкнутой системы от возмущений к ошибкам.
Г) Поиск общего решения для задач устойчивости и робастного управления через условия в форме LMI.

34. Вопрос: Опишите концепцию и математическую постановку задачи устойчивости по Ляпунову для нелинейных систем. В чем заключается основная сложность практического применения прямого метода Ляпунова для синтеза управления? Приведите пример конструкции функции Ляпунова для простой нелинейной системы.

35. Вопрос: Какой метод синтеза нелинейного управления основан на рекурсивной процедуре построения виртуальных управлений и функций Ляпунова для систем в строгой федбек-форме?

А) Метод скользящих режимов.
Б) Метод backstepping (последовательного интегрирования).
В) Метод линеаризации обратной связью.
Г) Метод скоростного градиента.

36. Вопрос: При проектировании адаптивной системы управления с эталонной моделью (MRAC) необходимо обеспечить устойчивость всего контура адаптации. Какие из перечисленных подходов используются для синтеза адаптивных законов, гарантирующих устойчивость? Выберите все верные и обоснуйте.

А) Градиентный алгоритм.
Б) Алгоритм на основе теории устойчивости Ляпунова (Lyapunov-based design).

В) Простой пропорциональный закон коррекции параметров.
Г) Алгоритм наименьших квадратов с экспоненциальным забыванием.

37. Вопрос: Как называется свойство системы, при котором она сохраняет асимптотическую устойчивость при изменении в некоторых пределах параметров объекта или при наличии неучтенных динамических звеньев?

А) Робастная устойчивость.
Б) Абсолютная устойчивость.
В) Экспоненциальная устойчивость.
Г) Техническая устойчивость.

38. Вопрос: Установите правильную последовательность этапов при синтезе управления методом динамического программирования для дискретной системы.

1. Определение функции стоимости на последнем шаге (терминальное условие).
2. Формулировка целевого функционала.
3. Применение принципа оптимальности Беллмана для рекуррентного вычисления функции "стоимости-до-конца" (cost-to-go) и оптимального управления на каждом шаге в обратном времени.
4. Получение оптимальной последовательности управлений, двигаясь от начального состояния в прямом времени, используя сохраненные результаты.

39. Вопрос: Установите соответствие между типом наблюдателя состояния и его характеристикой.

1. Наблюдатель Люэнбергера (полноразмерный наблюдатель).
2. Наблюдатель пониженного порядка.
3. Наблюдатель Калмана (оптимальный фильтр).
4. Наблюдатель скользящих режимов.

А) Оценивает только ненаблюдаемую (или не измеряемую напрямую) часть вектора состояния, используя прямые измерения остальных переменных.
Б) Обеспечивает оценку полного вектора состояния в условиях гауссовских шумов измерений и возмущений с минимальной среднеквадратичной ошибкой.
В) Конструкция, обеспечивающая конечное время схождения оценки к реальному состоянию за счет использования разрывных функций.
Г) Динамическая система того же порядка, что и объект, настраиваемая для обеспечения экспоненциального убывания ошибки оценки.

40. Вопрос: Дайте определение понятию «инвариантное многообразие» в теории нелинейных систем. Как это понятие используется при синтезе управления методом скользящих режимов? Опишите двухэтапную процедуру синтеза: выбор скользящей поверхности и синтез разрывного управления.

41. Вопрос: Как называется метод, позволяющий для нелинейной системы найти такую замену координат и обратную связь по состоянию, которая преобразует исходную модель к цепочке интеграторов (канонической управляемой форме)?

А) Метод гармонической линеаризации.
Б) Метод точной линеаризации обратной связью (feedback linearization).
В) Метод усреднения.
Г) Метод синтеза по выходу.

42. Вопрос: При анализе устойчивости систем с запаздыванием используются специальные функционалы. Какие из перечисленных подходов являются основными для таких систем? Выберите все верные и обоснуйте.

А) Построение функций Ляпунова-Красовского (Lyapunov-Krasovskii).
Б) Использование теорем Разумихина (Razumikhin).
В) Применение стандартной квадратичной функции Ляпунова для системы без учета запаздывания.
Г) Анализ расположения корней квазиполинома.

43. Вопрос: Какой принцип в теории управления утверждает, что для линейной стационарной системы задачи синтеза оптимальной оценки состояния (фильтра Калмана) и синтеза оптимального управления с полной обратной связью по состоянию (LQR) могут решаться независимо, а их комбинация дает оптимальный регулятор по выходу?

А) Принцип инвариантности.
Б) Принцип разделения (separation principle).
В) Принцип максимума.
Г) Принцип дуальности.

44. Вопрос: Установите правильную последовательность действий при применении метода синтеза на основе пассивности (Passivity-Based Control - PBC).

1. Представление модели объекта в форме, выделяющей пассивную (или строго пассивную) подсистему.
2. Выбор функции накопления энергии (storage function), часто совпадающей с целевой функцией Ляпунова.
3. Синтез управления, обеспечивающего желаемые свойства пассивности для замкнутой системы (например, строгую пассивность).
4. Использование свойств пассивных систем для доказательства устойчивости и достижения цели управления.

45. Вопрос: Установите соответствие между задачей управления и типичным методом ее решения в рамках теории многокритериальной оптимизации.

1. Минимизация энергии управления при заданном времени переходного процесса.
2. Обеспечение максимального быстродействия при ограничениях на управление и состояние.
3. Синтез управления, оптимального по нескольким противоречивым частотным критериям (H2/H∞).
4. Нахождение управления, переводящего систему в целевое множество при наихудшем возмущении.

А) Метод весовых функций и LMI.
Б) Решение задачи на условный экстремум (изопериметрическая задача).
В) Динамическое программирование или принцип максимума.
Г) Методы теории дифференциальных игр (минимаксное управление).

46. Вопрос: Какое понятие в теории адаптивного управления характеризует способность алгоритма настройки параметров обеспечивать не только устойчивость, но и стремление ошибки слежения к нулю?

А) Устойчивость в малом.

Б) Адаптивная устойчивость (устойчивость по Ляпунову всей замкнутой системы).
В) Сигнальная ограниченность.
Г) Сходимость параметров к истинным значениям.

47. Вопрос: Установите правильную последовательность этапов в схеме косвенного адаптивного управления с самонастройкой (Self-Tuning Regulator - STR).

1. Рекуррентная оценка (идентификация) параметров модели объекта в реальном времени.
2. Пересчет параметров регулятора по оцененным параметрам модели, как если бы они были истинными (принцип эквивалентности).
3. Применение обновленного регулятора к объекту.
4. Выбор параметризованной структуры модели объекта и структуры регулятора.

48. Вопрос: Установите соответствие между математическим объектом и областью его применения в современной теории управления.

1. Дифференциальные включения.
2. Гамильтониан.
3. Алгебраическое риккатиево уравнение (ARE).
4. Функционал Ляпунова-Красовского.

А) Описание систем с разрывным управлением (скользящие режимы).
Б) Задачи оптимального управления (принцип максимума).
В) Анализ устойчивости систем с запаздыванием.
Г) Синтез линейного квадратичного регулятора (LQR) и фильтра Калмана.

49. Вопрос: Опишите постановку и основные идеи задачи синтеза управления на основе метода скоростного градиента. Как формулируется цель управления и каким образом из нее выводится закон управления? Приведите простой пример.

50. Вопрос: Как называется метод анализа и синтеза, который позволяет учесть ограничения на состояние и управление на этапе проектирования регулятора, решая на каждом шаге задачу конечномерной оптимизации?

А) Адаптивное управление.
Б) Модель-предиктивное управление (Model Predictive Control - MPC).
В) Робастное управление.
Г) Модальное управление.

51. Вопрос: При синтезе систем управления для объектов с распределенными параметрами (описываемых уравнениями в частных производных) применяются специальные методы. Какие из перечисленных подходов являются распространенными? Выберите все верные и обоснуйте.

А) Метод разделения переменных и синтез на основе модального разложения.
Б) Применение метода конечных элементов (МКЭ) для пространственной дискретизации с последующим синтезом для полученной системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
В) Сведение задачи к системе без распределенных параметров путем пренебрежения пространственными производными.
Г) Использование методов теории бесконечномерных систем (пространств Гильберта, полугрупп операторов).

52. Вопрос: Что понимается под «консервативностью» робастного регулятора, синтезированного, например, методом H∞?

А) Свойство регулятора быть излишне "осторожным", что может приводить к ухудшению номинальных показателей качества из-за учета несуществующих на практике худших неопределенностей.
Б) Способность регулятора сохранять энергию системы.
В) Устойчивость регулятора к изменению своих собственных параметров.
Г) Свойство регулятора быть физически реализуемым.

53. Вопрос: Установите правильную последовательность шагов при применении метода синтеза на основе теории плоских систем (Differential Flatness).

1. Проверка свойства дифференциальной плоскости для объекта.
2. Параметризация всех переменных состояния и управления через плоский выход и его производные.
3. Выбор желаемой траектории для плоского выхода.
4. Вычисление необходимого управления для реализации выбранной траектории.
5. Стабилизация полученного программного управления (если необходимо).

54. Вопрос: Установите соответствие между классом систем и характерным методом синтеза управления для них.

1. Гибридные и импульсные системы.
2. Неголономные механические системы.
3. Системы с коммутацией (switched systems).
4. Стохастические системы.

А) Синтез на основе функций Ляпунова общего вида и условий в форме LMI для всех подсистем.
Б) Использование неголономных связей как ресурса для управления (методы кинематического приведения).
В) Анализ и синтез с использованием моделей с переключениями, LDI и методов, учитывающих скачкообразное изменение состояния.
Г) Синтез на основе стохастических дифференциальных уравнений и критериев типа математического ожидания квадратичного функционала.

55. Вопрос: Опишите концепцию управления на основе событий (event-triggered control) и сравните ее с традиционным управлением по времени. Какие преимущества она дает и какие новые теоретические проблемы возникают (например, проблема Зенона)?

56. Вопрос: Как называется метод, позволяющий синтезировать управление, обеспечивающее сходимость состояния системы в начало координат за конечное время (finite-time stability)?

А) Метод однородного управления (homogeneous control).
Б) Метод асимптотической линеаризации.
В) Метод гармонического баланса.
Г) Метод интегратора с насыщением.

57. Вопрос: При проектировании сетевых систем управления (Networked Control Systems - NCS) необходимо учитывать неидеальности канала связи. Какие из перечисленных факторов являются критически важными для анализа устойчивости и синтеза компенсирующих алгоритмов? Выберите все верные и обоснуйте.

А) Переменные задержки передачи данных (time-varying delays).
Б) Потери пакетов данных (packet dropouts).
В) Квантование данных (quantization).
Г) Наличие резервирования в физическом слое сети.

58. Вопрос: Как называется подход к синтезу, при котором структура и параметры регулятора выбираются из условия минимизации заданной положительно определенной функции (функционала) при соблюдении набора ограничений в форме линейных матричных неравенств?

А) Синтез по корневому годографу.
Б) LMI-синтез (синтез на основе линейных матричных неравенств).
В) Синтез по методу Зиглера-Николса.
Г) Аналитический конструирование регуляторов (АКОР).

59. Вопрос: Установите правильную последовательность в обобщенной схеме применения теории катастроф для анализа нелинейных систем управления.

1. Приведение модели системы к канонической форме одной из элементарных катастроф.
2. Идентификация управляющих и поведенческих параметров.
3. Построение бифуркационной диаграммы.
4. Анализ качественных изменений (скачков, гистерезиса) в поведении системы при плавном изменении параметров.

60. Вопрос: Установите соответствие между современной прикладной задачей и теоретическим разделом управления, наиболее релевантным для ее решения.

1. Управление роем беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).
2. Управление сетевыми потоками мощности в "умных" энергосетях (Smart Grid).
3. Позиционирование пучка в ускорителе частиц.
4. Управление движением автономного автомобиля в городе.

А) Теория кооперативного и распределенного управления, теория графов, консенсус-алгоритмы.
Б) Теория распределенных систем, управление с децентрализованной и иерархической структурой, устойчивость крупных систем.
В) Теория прецизионного управления, робастный и адаптивный синтез для систем с высокой точностью.
Г) Теория гибридных систем, теория управления в условиях неопределенности, MPC, компьютерное зрение.

Ключи к оцениванию тестовых заданий

№ Задания	Верный ответ	Критерии
1	В	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
2	3→ 1 → 2 → 4→ 5	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
3	1-В, 2-Г, 3-Б, 4-А	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи

4	Критерии Гурвица/Рауса — алгебраические условия устойчивости по коэффициентам хар. полинома. Используются для быстрой проверки устойчивости и настройки параметров.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
5	В	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
6	А, Б Обоснование: Линейная часть устойчива, нелинейность однозначна и в секторе [0, k].	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
7	В	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
8	1 → 3 → 2 → 4 → 5	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
9	1-В, 2-Б, 3-А, 4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
10	Метод D-разбиения — подстановка p=jω$p=j\omega$ в хар. уравнение для нахождения границ устойчивости в пространстве параметров.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
11	Б	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
12	А, Б, В Обоснование: Учитываются ошибки от задающего и возмущающего воздействий, а также шума измерений.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
13	А	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
14	1 → 2 → 3 → 4→ 5	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
15	1-Б, 2-А, 3-В, 4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
16	В	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
17	1 → 3 → 2 → 4→ 5	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
18	1-А, 2-Б, 3-Г, 4-В	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
19	Принцип инвариантности — компенсация возмущения по его измерению. Преимущество — повышение точности; ограничение — необхо-	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи

	димость точного измерения и модели.	
20	А	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
21	А, В Обоснование: Условие автоколебаний: Wл(jω)=−Wн(A)Wл ($j\omega$)=−Wн(A). Устойчивость, если при росте А кривая −Wн(A)−Wн(A) пересекает Wл(jω)Wл ($j\omega$) справа налево.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
22	Б	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
23	1 → 4 → 3 → 2 → 5	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
24	1-В, 2-Б, 3-А,4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
25	Прямой метод Ляпунова: Если найдена полож. определенная функция V(x)V(x), производная которой V˙(x)V˙(x) отриц.-определена, то равновесие асимптотически устойчиво. Сложность — в поиске такой функции.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
26	В	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
27	Ответ: А, Б, В Обоснование: Специфические для цифровых систем эффекты: А) Квантование по уровню — ошибка из-за конечной разрядности АЦП и ЦАП. Б) Транспортное запаздывание — минимальная задержка, равная периоду квантования Т, обусловленная временем вычисления управляющего сигнала. В) Скрытые колебания — не наблюдаемые в дискретные моменты времени, но возможные между ними, что требует специального анализа.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
28	Б	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
29	1 → 4 → 3 → 2→ 5	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
30	1-Б, 2-А, 3-Г, 4-В	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
31	А	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
32	2 → 5→ 3 → 1→ 4	1 б –совпадение с верным

		ответом; 0 б - остальные случаи
33	1-В, 2-А, 3-Г, 4-Б	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
34	Устойчивость по Ляпунову: $\forall\epsilon>0\exists\delta>0:\|x(0)\|<\delta\Rightarrow\|x(t)\|<\epsilon\forall\epsilon>0\exists\delta>0:\|x(0)\|<\delta \Rightarrow\|x(t)\|<\epsilon$. Сложность — нет общего метода построения функции Ляпунова.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
35	Б	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
36	Ответ: А, Б Обоснование: В синтезе адаптивных законов для MRAC используют: А) Градиентный алгоритм, основанный на минимизации квадрата ошибки слежения. Он обеспечивает ограниченность параметров, но не всегда гарантирует асимптотическое стремление ошибки к нулю без дополнительных условий. Б) Алгоритм на основе теории Ляпунова — метод, при котором законы настройки параметров выбирается так, чтобы производная от специально подобранной функции Ляпунова была отрицательно полуопределенной.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
37	А	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
38	$2 \rightarrow 1 \rightarrow 3 \rightarrow 4$	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
39	1-Г, 2-А, 3-Б, 4-В	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
40	Обоснование: Инвариантное многообразие — множество в фазовом пространстве, такое что если траектория системы попадает на него в некоторый момент, то остается на нем для всех последующих моментов времени. В методе скользящих режимов сначала проектируется скользящая поверхность (многообразие) $\sigma(x)=0\sigma$ в пространстве состояний. Двухэтапная процедура: 1. Выбор скользящей поверхности 2. Синтез разрывного управления	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
41	Б	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
42	Ответ: А, Б, Г Обоснование:	1 б – каждое совпадение с верным ответом;

	Основные подходы для анализа устойчивости систем с запаздыванием: А) Функционалы Ляпунова-Красовского — обобщение прямого метода Ляпунова, где функционал зависит от всей прошлой траектории x(t+θ)x(t+θ), θ∈[−τ,0]θ∈[−τ,0]. Б) Теоремы Разумихина — использование функций Ляпунова с условиями, наложенными на них вдоль решений. Г) Анализ корней характеристического квазиполинома вида det(sI−A0−A1e−sτ)=0det(sI−A0−A1 e−sτ)=0.	0 б - остальные случаи
43	Б	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
44	1 → 2 → 3 → 4	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
45	1-Б, 2-В, 3-А, 4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
46	Б	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
47	4 → 1 → 2 → 3	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
48	1-А, 2-Б, 3-Г, 4-В	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
49	Ответ: Метод скоростного градиента: предназначен для синтеза адаптивного и нелинейного управления. Управление u=−Γ∇uQ˙u=−Γ∇uQ˙ направлено на уменьшение скорости изменения целевой функции Q(x,t)$Q(x,t)$. Пример: Для объекта x˙=ux˙=u и цели Q(x)=x2/2Q(x)=x2/2. Тогда ω=xuω=xu. Градиент: ∇uω=x∇uω=x. Закон СГ: u=−γxu=−γx, что является стабилизирующей обратной связью.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
50	Б	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
51	Ответ: А, Б, Г Обоснование: А) Модальное разложение — представление решения в виде ряда по собственным функциям пространственного оператора, сведение к бесконечной системе обыкновенных дифференциальных уравне-	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи

	ний (ОДУ) для модальных коэффициентов и синтез для усеченной модели. Б) Пространственная дискретизация — приближенное сведение задачи к системе ОДУ высокого порядка, для которой применяются стандартные методы синтеза. Г) Теория бесконечномерных систем — строгий анализ в функциональных пространствах (Гильберта, Соболева), использование теории полугрупп операторов для описания динамики, синтез управлений на основе функционального анализа.	
52	А	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
53	1 → 2 → 3 → 4→ 5	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
54	1-В, 2-Б, 3-А, 4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
55	Ответ: Управление по событиям — обновление управления при нарушении условия (напр., $\|e(t)\|>\delta\|e(t)\|>\delta$). Преимущество — экономия ресурсов. Проблема — возможность эффекта Зенона (бесконечное число событий за конечное время).	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
56	А	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
57	Ответ: А, Б, В Обоснование: Критически важные факторы при проектировании сетевых систем управления (NCS): А) Переменные задержки — нарушают синхронность, могут приводить к дестабилизации, требуют использования методов для систем с запаздыванием. Б) Потери пакетов — приводят к отсутствию информации в некоторые моменты времени, что можно моделировать как переключения в структуре системы или использовать прогнозирование. В) Квантование данных — вносит нелинейность и ошибки, ограничивает точность, требует анализа устойчивости квантованных систем.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
58	Б	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи

59	1 → 2 → 3 → 4	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
60	1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи

3.2 Задания для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы к зачету

1. Дайте определение передаточной функции линейной стационарной системы и поясните её физический смысл.
2. Сформулируйте необходимое и достаточное условие устойчивости линейной системы по критерию Гурвица.
3. В чём заключается принцип суперпозиции для линейных систем и как он используется при анализе?
4. Объясните, как с помощью логарифмических частотных характеристик (ЛАЧХ и ЛФЧХ) оценить устойчивость замкнутой системы.
5. Что такое корневой годограф (годограф Эванса) и для решения каких задач анализа и синтеза он применяется?
6. Дайте определения статической и астатической системам. Приведите примеры.
7. Поясните физический смысл показателей качества переходного процесса: времени регулирования, перерегулирования, колебательности.
8. В чём заключается критерий устойчивости Найквиста и как он формулируется для разомкнутой устойчивой системы?
9. Что такое годограф Михайлова и как по его виду судят об устойчивости системы?
10. Опишите метод гармонической линеаризации (метод описывающих функций) для анализа нелинейных систем.
11. Сформулируйте условия возникновения и устойчивости автоколебаний в нелинейной системе по методу гармонического баланса.
12. Что такое фазовая плоскость и фазовый портрет? Как по виду особой точки на фазовом портрете судят о характере переходного процесса?
13. Сформулируйте прямую и обратную теоремы Ляпунова об устойчивости по первому приближению.
14. Объясните, как строится модель «вход-состояние-выход» в пространстве состояний. Что такое матрицы A, B, C, D?
15. Дайте определения управляемости и наблюдаемости линейной системы в пространстве состояний. Зачем они нужны?
16. В чём заключается принцип разделения (separation principle) при синтезе линейного квадратичного гауссовского (LQG) регулятора?
17. Опишите постановку задачи синтеза оптимального управления по квадратичному критерию (LQR-задача). Что такое уравнение Риккати?
18. Сформулируйте принцип максимума Понтрягина. Для решения каких типов задач он применяется?
19. В чём разница между динамическим программированием Беллмана и принципом максимума Понтрягина?
20. Что такое наблюдатель состояния (наблюдатель Люэнбергера) и как он работает?

21. Дайте определение фильтра Калмана. В чём его отличие от наблюдателя Люэнбергера?
22. Объясните концепцию робастной устойчивости и робастного качества системы.
23. В чём заключается постановка задачи H∞-оптимизации?
24. Что такое линейные матричные неравенства (LMI) и как они применяются в задачах анализа и синтеза систем управления?
25. Опишите двухэтапную процедуру синтеза управления методом скользящих режимов.
26. Что такое метод обратной линеаризации (feedback linearization) и когда он применим?
27. Раскройте суть метода backstepping для синтеза управления нелинейными системами.
28. Объясните концепцию адаптивного управления с эталонной моделью (MRAC). Как обеспечивается устойчивость в таких системах?
29. В чём отличие прямого и косвенного адаптивного управления?
30. Дайте определение системе с распределёнными параметрами. Какие основные подходы используются для управления такими системами?
31. Что такое модель-предиктивное управление (MPC) и каковы его ключевые идеи?
32. Объясните понятие «дифференциальная плоскость» (differential flatness) системы. Как это свойство используется для управления?
33. Что такое гибридные и импульсные системы? Приведите примеры.
34. Опишите основные проблемы и методы управления сетевыми системами (NCS), учитывающие задержки и потери пакетов.
35. Объясните концепцию управления по событиям (event-triggered control). В чём её преимущества и проблемы (например, эффект Зенона)?
36. Что такое конечное время устойчивости (finite-time stability)? Какие методы синтеза обеспечивают эту property?
37. Объясните метод синтеза на основе пассивности (Passivity-Based Control).
38. Каковы основные подходы к анализу устойчивости систем с запаздыванием?
39. В чём заключается принцип инвариантности к возмущениям и как он реализуется в комбинированных системах управления?
40. Что такое μ-синтез и для чего он предназначен?
41. Сравните подходы к управлению, основанные на частотных методах и методах пространства состояний. В каких ситуациях предпочтительнее каждый из них?

Контрольные вопросы к экзамену

1. Выведите формулу для передаточной функции замкнутой системы с отрицательной единичной обратной связью.
2. Как влияет добавление нуля в левую полуплоскость на переходный процесс системы?
3. Объясните, почему астатизм системы повышает её точность, но может ухудшать устойчивость.
4. Докажите необходимость условия положительности коэффициентов характеристического полинома для устойчивости линейной системы.
5. Как с помощью критерия Рауса определить не только факт неустойчивости, но и количество корней в правой полуплоскости?
6. Постройте и объясните типовой вид АФХ для неустойчивой в разомкнутом состоянии системы.
7. Выведите соотношение, связывающее перерегулирование σ% с запасом

устойчивости по фазе на основе аппроксимации системой второго порядка.

8. Как по виду вещественной частотной характеристики P(ω) судить об устойчивости замкнутой системы?
9. Опишите методику построения области устойчивости в плоскости двух параметров регулятора (например, K и Ти) методом D-разбиения.
10. Дайте определение логарифмического декремента затухания и поясните его связь с показателем колебательности.
11. В чём заключается эффект «перекомпенсации» при синтезе последовательного корректирующего устройства и как его избежать?
12. Сформулируйте и докажите критерий устойчивости Михайлова для систем с запаздыванием.
13. Объясните, как варьирование коэффициента демпфирования ξ в колебательном звене влияет на его АФХ и переходную характеристику.
14. Выведите условия физической реализуемости передаточной функции.
15. Поясните смысл и способ построения диаграммы Николса. Как с её помощью определить запас устойчивости по модулю?
16. Как наличие транспортного запаздывания в объекте влияет на форму годографа Найквиста и выбор регулятора?
17. Докажите, что для минимально-фазовых систем ЛАЧХ однозначно определяет ЛФЧХ (теорема Боде).
18. Опишите методику синтеза последовательного корректирующего устройства методом желаемой ЛАЧХ для систем с астатизмом.
19. Как оценить время переходного процесса по виду ЛАЧХ разомкнутой системы?
20. Объясните, почему введение изодромного звена (ПИ-регулятор) не ухудшает, а часто улучшает запас устойчивости по сравнению с П-регулятором.
21. Дайте определение чувствительности системы. Как вычисляется функция чувствительности и в чём её практический смысл?
22. Выведите уравнение для выходной переменной системы в пространстве состояний через матричную экспоненту.
23. Докажите критерий управляемости Калмана (ранг матрицы управляемости равен n).
24. Докажите критерий наблюдаемости Калмана (ранг матрицы наблюдаемости равен n).
25. Объясните процедуру приведения системы к канонической управляемой форме Фробениуса.
26. Как связаны управляемость системы и возможность произвольного размещения полюсов замкнутой системы с помощью обратной связи по состоянию?
27. В чём заключается проблема дуальности задач управляемости и наблюдаемости?
28. Выведите формулу для решения уравнения Ляпунова. Для каких задач анализа оно используется?
29. Поясните разницу между стабилизируемостью и управляемостью.
30. Объясните алгоритм построения наблюдателя пониженного порядка. Почему его порядок меньше порядка полного наблюдателя?
31. Сформулируйте и докажите теорему об отделимости (сепарации) полюсов при использовании наблюдателя состояния и обратной связи по оценкам.
32. Выведите дифференциальное уравнение Риккати для задачи LQR в непрерывном времени и поясните смысл его членов.
33. Как выбор матриц весов Q и R в критерии LQR влияет на форму переходного процесса и величину управляющего сигнала?
34. Сформулируйте принцип максимума Понтрягина для задачи с подвижными концами и смешанными ограничениями.
35. Докажите, что решение задачи LQR обеспечивает гарантированный запас устойчивости.

36. Объясните процедуру сведения задачи слежения с интегральной составляющей к стандартной задаче LQR.
37. В чём заключается «проклятие размерности» при практическом применении динамического программирования Беллмана?
38. Опишите метод синтеза нелинейного наблюдателя на основе методов линеаризации по расширенному состоянию.
39. Дайте определение экспоненциально-наблюдаемой нелинейной системы.
40. Сформулируйте теорему Калмана-Якубовича-Попова. Как она применяется в задачах синтеза управления?
41. Объясните, в чём заключается концепция строгой вещественной положительности (SPR) и её роль в адаптивном управлении.
42. Выведите основной закон настройки параметров в градиентном алгоритме адаптации.
43. Опишите процедуру параметризации объекта для косвенного адаптивного управления (самонастраивающегося регулятора).
44. В чём состоит проблема «взрыва коэффициентов» (parameter drift) в адаптивных системах и как она решается?
45. Объясните условия стойкого возбуждения (persistent excitation) и их роль в сходимости параметров к истинным значениям.
46. Дайте определение смешанной чувствительности (mixed sensitivity) в задаче H∞-синтеза.
47. Объясните геометрическую интерпретацию H∞-нормы через расстояние до неустойчивости (Vinnicombe's ν-gap metric).
48. В чём заключается робастность управления, синтезированного методом H∞, к неструктурированным неопределенностям?
49. Опишите итерационную процедуру DK-итерации в μ-синтезе.
50. Объясните, как с помощью LMI формулируются условия устойчивости для нелинейных систем, заданных в форме Лурье.
51. Сформулируйте линейные матричные неравенства для задачи H∞-синтеза в пространстве состояний.
52. Дайте определение скользящей поверхности и режима скольжения. В чём преимущество этого режима?
53. Выведите условие существования скользящего режима (условие достижимости) для системы с разрывным управлением.
54. Опишите явление «дрожания» (chattering) в системах со скользящими режимами и методы его подавления.
55. Объясните процедуру каскадного синтеза (backstepping) для системы в строгой федбек-форме. Как строится функция Ляпунова?
56. Сформулируйте условия, при которых нелинейная система допускает точную линеаризацию обратной связью по полному состоянию.
57. В чём разница между полной и частичной линеаризацией обратной связью?
58. Дайте определение инвариантного распределения в геометрической теории управления. Как оно связано с управляемостью нелинейных систем?
59. Опишите метод скоростного градиента для синтеза адаптивных и нелинейных законов управления.
60. Объясните, как задача стабилизации нелинейной системы сводится к поиску функции Ляпунова и управления на основе неравенств.
61. Выведите формулу для Z-преобразования дискретной импульсной переходной функции.
62. Как выбор периода квантования T влияет на динамические свойства оцифрованной непрерывной системы?
63. Объясните эффект наложения частот (алиасинга) при дискретизации и способы его предотвращения.

64. Докажите условие устойчивости дискретной системы, основанное на расположении полюсов внутри единичного круга.
65. Опишите методику билинейного преобразования (Тастина) для перехода от непрерывной передаточной функции к дискретной.
66. В чём состоит специфика синтеза цифрового регулятора методом модального управления для дискретных систем?
67. Объясните проблему «скрытых колебаний» в цифровых системах и методы их выявления.
68. Опишите архитектуру и принцип работы предиктора Смита для компенсации известного запаздывания.
69. Сформулируйте условия устойчивости для линейных систем с распределённым запаздыванием с использованием функционалов Ляпунова-Красовского.
70. Объясните, как строится конечномерный аппроксимирующий регулятор для системы с распределёнными параметрами (метод Галёркина).
71. Дайте определение гиперустойчивости по Попову и поясните её связь с абсолютной устойчивостью.
72. Опишите метод синтеза управления на основе пассивности (PBC) для электромеханических систем.
73. Объясните, как задачу управления с ограничениями на управляющий сигнал можно решить методом инвариантных эллипсоидов.
74. Сформулируйте задачу синтеза управления, обеспечивающего конечное время установления.
75. Опишите принцип работы и особенности реализации нелинейного прогнозирующего управления (NMPC).
76. Объясните, как свойство дифференциальной плоскостности позволяет параметризовать состояния и управления через плоский выход.
77. В чём заключаются основные трудности управления неголономными механическими системами?
78. Опишите модель и основные задачи управления в сетевых системах управления (NCS) с учётом коммуникационных ограничений.
79. Объясните стратегии управления при наличии потерь пакетов, описываемых марковскими цепями.
80. Сформулируйте задачу оптимального управления для гибридной системы с дискретными событиями.