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
Синтез систем управления

Уровень образования: *магистратура*

Кафедра электроэнергетики и автоматики

Разработчик ФОС:

Доцент кафедры, к.т.н.,		Ершова И.Г.
(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 *«Синтез систем 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 «*Синтез систем 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
Общепрофессиональные	
ОПК-7. Способен проводить маркетинговые исследования и осуществлять подготовку бизнес-планов выпуска и реализации перспективных и конкурентоспособных изделий в области машиностроения	ОПК-7.2. Способен проводить осуществлять подготовку бизнес-планов выпуска и реализации перспективных и конкурентоспособных изделий в области машиностроения
ОПК-9. Способен представлять результаты исследования в области машиностроения в виде научно-технических отчетов и публикаций	ОПК-9.2. Способен представлять результаты исследования в области машиностроения в виде научно-технических отчетов

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.	ОПК-7	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 2. Основы синтеза систем управления. Темы 3-8.	ОПК-7	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 3. Подходы к синтезу. Темы 9-12.	ОПК-7	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в	Устно/ письменно

		малых группах	
Раздел 4. Методы синтеза. Темы 13, 14.	ОПК-7	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 5. Синтез систем. Темы 15-23.	ОПК-7, ОПК-9	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 6. Композиция и декомпозиция. Темы 24-27.	ОПК-7, ОПК-9	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 7. Особенности синтеза систем. Тема 28.	ОПК-9	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 8. Альтернативные способы. Темы 29, 30.	ОПК-9	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	2 семестр	Достигнут/ не достигнут пороговый уровень освоения компетенции	освоил/ не освоил
	Промежуточная аттестация			
	Билеты к зачету	2 семестр	Освоил/ не освоил компетенцию*	Зачтено
	***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:** ***«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 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. Дайте определение синтеза систем управления. Чем синтез отличается от анализа системы?
2. Перечислите и охарактеризуйте основные этапы процесса синтеза системы управления.
3. Что такое объект управления? Приведите классификацию объектов управления по типу математического описания.
4. В чем заключается задача стабилизации и задача слежения?
5. Сформулируйте основные требования к качеству системы управления (точность, быстродействие, запас устойчивости, робастность).
6. Дайте определение и приведите примеры типовых регуляторов (P, PI, PID).
7. Объясните суть астатизма системы управления. Какой тип регулятора обеспечивает астатизм первого порядка?
8. В чем заключается принцип модального управления (управления по состоянию с размещением полюсов)?

Примеры тестовых заданий по всему курсу

1. В чем заключается трудность синтеза нелинейных систем управления? Назовите

два основных подхода к решению этой задачи.

2. Объект задан уравнениями состояния. Требуется разместить полюса замкнутой системы в точках -2 и -3. Рассчитайте вектор коэффициентов обратной связи K.

3. Опишите алгоритм синтеза линейного квадратичного регулятора (LQR). Какие матрицы необходимо задать и почему?

4. Задача синтеза системы управления заключается в:

a) Исследовании свойств уже существующей системы.
b) Выборе структуры и расчете параметров регулятора для обеспечения заданных требований.
c) Проведении имитационного моделирования.
d) Составлении математической модели объекта.

5. Метод размещения полюсов применим, если объект:
a) Является минимально-фазовым.
b) Является полностью управляемым.
c) Является полностью наблюдаемым.
d) Имеет астатизм первого порядка.

6. Квадратичный критерий качества $J = \int(x^TQx + u^TRu)dt$ минимизирует:
a) Время переходного процесса.
b) Энергию управления и отклонения состояния.
c) Максимальное перерегулирование.
d) Запас устойчивости.

Примеры тестовых заданий по всему курсу

Спецификация комплекта оценочных материалов

Количество заданий в комплекте оценочных материалов

Код компетенции	Наименование компетенции	Количество заданий
ОПК-7	Способен проводить маркетинговые исследования и осуществлять подготовку бизнес-планов выпуска и реализации перспективных и конкурентоспособных изделий в области машиностроения	30
ОПК-9	Способен представлять результаты исследования в области машиностроения в виде научно-технических отчетов и публикаций	30
		60

Распределение заданий по типу и уровням сложности

Код компетенции	Индикатор сформированности компетенции	Номер задания	Тип задания	Уровень сложности задания	Время выполнения (мин)
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	1	Задание комбинированно	Низкий	2

			го типа с выбором одного верного ответа		
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	2	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	3	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	4	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	5	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	6	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	7	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	8	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	9	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	10	Задание открытого типа с	Высокий	10

			развернутым ответом		
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	11	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	12	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	13	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	14	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	15	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	16	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	17	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	18	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	19	Задание открытого типа с	Высокий	10

			развернутым ответом		
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	20	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	21	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	22	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	23	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	24	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	25	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	26	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	27	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из	Средний	5

			предложенных и развернутым обоснованием выбора		
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	28	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	29	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ОПК-7	ОПК – 7.2 Осуществляет подготовку бизнес-плана	30	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	31	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	32	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	33	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	34	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	35	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	36	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из	Средний	5

			предложенных и развернутым обоснованием выбора		
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	37	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	38	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	39	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	40	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	41	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	42	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	43	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	44	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5

ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	45	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	46	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	47	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	48	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	49	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	50	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	51	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	52	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	53	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5

ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	54	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	55	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	56	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	57	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	58	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	59	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ОПК-9	ОПК- 9.2 – Формирует и презентует научно-технические расчеты.	60	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5

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

1. Вопрос: Что является основной целью синтеза системы управления?

А) Определить математическую модель объекта по экспериментальным данным.
Б) Провести анализ устойчивости существующей системы.

В) Рассчитать оптимальные значения параметров регулятора для достижения требуемых показателей качества.
Г) Протестировать алгоритм управления на математической модели.

2. Вопрос: Установите правильную последовательность основных этапов синтеза системы управления при использовании частотных методов.

1. Построение желаемой ЛАЧХ.
2. Получение экспериментальной частотной характеристики объекта или его математической модели.
3. Определение передаточной функции последовательного корректирующего звена.
4. Формулировка требований к качеству системы (запас устойчивости, быстродействие).

3. Вопрос: Установите соответствие между типом синтезируемой системы и типичным методом синтеза.

1. Синтез системы стабилизации линейного объекта.
2. Синтез системы для объекта с существенной нелинейностью.
3. Синтез системы для объекта с неизвестными или меняющимися параметрами.
4. Синтез оптимальной системы по квадратичному критерию.

А) Метод модального управления или размещения полюсов.
Б) Использование метода Ляпунова, скользящих режимов.
В) Метод аналитического конструирования регуляторов (АКОР).
Г) Адаптивное управление (например, с эталонной моделью).

4. Вопрос: Опишите метод синтеза системы управления путем размещения полюсов (модальное управление). Каковы его основные предпосылки, ключевые шаги и главное ограничение?

5. Вопрос: Какое условие является необходимым для возможности синтеза регулятора методом размещения полюсов?

А) Объект должен быть полностью наблюдаемым.
Б) Объект должен быть полностью управляемым.
В) Объект должен быть устойчивым.
Г) Объект должен быть минимально-фазовым.

6. Вопрос: Какие из перечисленных методов синтеза регуляторов являются аналитическими, т.е. позволяют рассчитать параметры регулятора на основе модели объекта и формальных критериев? Выберите все верные и кратко обоснуйте свой выбор.
Варианты:

А. Метод Зиглера-Николса.
Б. Метод стандартных коэффициентов (метод Х.Такахаши).
В. Метод синтеза последовательного корректирующего звена по ЛАЧХ.
Г. Метод аналитического конструирования оптимальных регуляторов (АКОР).

7. Вопрос: В методе синтеза по логарифмическим амплитудно-частотным характеристикам (ЛАЧХ) форма низкочастотной части желаемой ЛАЧХ определяется требованием к:

А) Запасу устойчивости.
Б) Быстродействию.
В) Астатизму и точности.

Г) Помехозащищенности.

8. Вопрос: Установите правильную последовательность шагов синтеза линейного квадратичного регулятора (LQR) для объекта в пространстве состояний.

1. Выбрать весовые матрицы Q (состояний) и R (управления).
2. Записать уравнения объекта в форме пространства состояний.
3. Проверить управляемость и наблюдаемость объекта.
4. Решить уравнение Риккати для нахождения матрицы P.
5. Рассчитать матрицу коэффициентов обратной связи $K = R^{-1}B^{T}P$.

9. Вопрос: Установите соответствие между задачей синтеза и ключевым методом ее решения в теории оптимального управления.

1. Минимизация энергии управления при переводе объекта из одного состояния в другое.
2. Обеспечение максимального быстродействия при ограниченном управлении.
3. Минимизация интегрального квадратичного критерия в установившемся режиме.
4. Синтез управления при наличии случайных возмущений.

А) Задача АКОР (LQR/LQG).
Б) Принцип максимума Понтрягина.
В) Стохастический синтез (фильтр Калмана + LQR).
Г) Задача об оптимальном по быстродействию управлении.

10. Вопрос: Опишите принцип синтеза адаптивной системы управления с эталонной моделью (MRAC). Изобразите упрощенную структурную схему. В чем заключается основная сложность реализации таких систем?

11. Вопрос: Какой метод синтеза является базовым для систем, работающих в условиях значительных параметрических и координатных неопределенностей объекта?

А) Синтез ПИД-регулятора.
Б) Синтез методом скользящих режимов.
В) Синтез модального регулятора.
Г) Синтез по корневому годографу.

12. Вопрос: Для объекта управления с известной нелинейной моделью необходимо синтезировать закон управления, обеспечивающий точное слежение за изменяющимся заданием. Какие из перечисленных методов подходят для этой задачи? Выберите все верные и обоснуйте.

А. Линеаризация в окрестности рабочей точки и синтез ПИД-регулятора.
Б. Синтез управления методом обратной задачи динамики (компенсации нелинейности).
В. Использование метода скользящих режимов.
Г. Применение адаптивного управления с эталонной моделью (MRAC).

13. Вопрос: Ключевым математическим аппаратом для синтеза оптимального управления в дискретных системах является:

А) Уравнение Лагранжа.
Б) Дискретное уравнение Риккати.
В) Z-преобразование.
Г) Разностное уравнение состояния.

14. Вопрос: Установите правильную последовательность этапов синтеза управления методом обратной задачи динамики (компенсации нелинейности).

1. Запись уравнений объекта в канонической (нормальной) форме.
2. Задание желаемой динамики для новых координат (линейной или нелинейной).
3. Определение преобразования координат и управления, приводящего исходную систему к цепочке интеграторов.
4. Выбор нового управления, обеспечивающего желаемую динамику.

15. Вопрос: Установите соответствие между задачей управления и типом синтезируемого регулятора.

1. Управление роботом-манипулятором с учетом его нелинейной динамики.
2. Стабилизация температуры в химическом реакторе с медленно меняющейся активностью катализатора.
3. Сопровождение цели ракетой с минимальным расходом топлива.
4. Обеспечение движения мобильного робота по заданной траектории в условиях неопределенности.

А) Адаптивный регулятор.
Б) Регулятор, синтезированный методом обратной задачи динамики (компенсации).
В) Оптимальный регулятор (принцип максимума/LQR).
Г) Регулятор на основе теории скользящих режимов.

16. Вопрос: Какой из критериев качества системы управления учитывает не только ошибку регулирования, но и затраты на управление?

А) Интегральный квадратичный критерий (ИКК).
Б) Критерий перерегулирования.
В) Критерий времени регулирования.
Г) Критерий запаса устойчивости по фазе.

17. Вопрос: Установите правильную последовательность действий при синтезе предиктивного регулятора (MPC) на одном шаге управления.

1. Формирование прогноза выхода объекта на горизонте прогнозирования при гипотезе о будущих управлениях.
2. Измерение текущего выхода объекта и обновление состояния модели (или начального условия для прогноза).
3. Решение задачи оптимизации для нахождения последовательности управлений, минимизирующей целевую функцию.
4. Применение к объекту первого элемента из найденной оптимальной последовательности управлений.

18. Вопрос: Установите соответствие между методом синтеза и основным математическим инструментом, используемым при его обосновании.

1. Синтез управления методом скользящих режимов.
2. Синтез адаптивного управления (Lyapunov-based).
3. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов (LQR).
4. Синтез управления для систем с запаздыванием.

А) Функция Ляпунова.
Б) Уравнение Риккати.

В) Принцип инвариантности к начальным условиям и управлениям.
Г) Метод Razumikhin или функционалы Ляпунова-Красовского.

19. Вопрос: В чем заключается принцип декомпозиции при синтезе сложных многосвязных систем управления? Приведите пример метода, использующего этот принцип (например, синтез регулятора для объекта «вход-состояние-выход» с последующей компенсацией перекрестных связей). Каковы преимущества и недостатки такого подхода?

20. Вопрос: При синтезе робастного регулятора, обеспечивающего заданные показатели качества для семейства объектов (вследствие неопределенности параметров), используется:

А) Теория H∞-оптимизации.
Б) Теория оптимального быстродействия.
В) Метод стандартных коэффициентов.
Г) Метод гармонической линеаризации.

21. Вопрос: Для синтеза системы управления объектом, имеющим значительное транспортное запаздывание, могут применяться специальные методы. Какие из перечисленных методов пригодны для этой задачи? Выберите все верные и обоснуйте.

А. Использование модифицированного ПИД-регулятора с блоком прогноза по Смиту.
Б. Применение метода размещения полюсов для объекта без запаздывания.
В. Синтез управления с использованием предиктора (наблюдателя) состояния.
Г. Синтез методом скользящих режимов с учетом запаздывания.

22. Вопрос: Какой из перечисленных методов синтеза основан на минимизации чувствительности замкнутой системы к внешним возмущениям в заданном частотном диапазоне?

А) LQR-синтез.
Б) H∞-синтез.
В) Синтез методом размещения полюсов.
Г) MRAC-синтез.

23. Вопрос: Установите правильную последовательность шагов при синтезе управления с использованием наблюдателя состояния (регулятор типа «наблюдатель-регулятор»).

1. Синтез закона управления в предположении, что все состояния измеряются.
2. Проверка условия наблюдаемости объекта.
3. Синтез наблюдателя (фильтра) состояния для оценки ненаблюдаемых переменных.
4. Формирование управления на основе оценок состояния, полученных от наблюдателя.

24. Вопрос: Установите соответствие между названием подхода к синтезу и его ключевой идеей.

1. Прямой метод Ляпунова.
2. Принцип разделения (Separation Principle).
3. Адаптивное управление с настраиваемой моделью.
4. Метод динамического программирования.

А) Синтез управления и наблюдателя могут проводиться независимо.
Б) Поиск управления как функции состояния на основе рекуррентного уравнения Беллмана.

В) Синтез управления, обеспечивающего отрицательную определенность производной функции Ляпунова.
Г) Параметры модели объекта идентифицируются онлайн, и на их основе корректируется регулятор.

25. Вопрос: Опишите суть метода синтеза систем управления на основе теории игр. В каком классе задач он применяется? Приведите пример постановки такой задачи (например, задача преследования-уклонения).

26. Вопрос: Какой математический объект является центральным при синтезе нелинейного управления методом функций Ляпунова?

А) Передаточная функция.
Б) Корневой годограф.
В) Положительно определенная функция, убывающая вдоль траекторий системы.
Г) Частотная характеристика.

27. Вопрос: При синтезе системы управления для технологического объекта с помощью нейронных сетей могут использоваться различные схемы. Какие из перечисленных схем являются корректными? Выберите все верные и обоснуйте.

А. Нейросеть используется как прямой (feedforward) контроллер, обучаемый по данным «вход-выход» оптимальной системы.
Б. Нейросеть используется в качестве модели объекта для внутреннего прогноза в адаптивном или предиктивном регуляторе.
В. Нейросеть полностью заменяет этапы анализа и синтеза, непосредственно подбирая управление методом проб и ошибок.
Г. Нейросеть используется для аппроксимации нелинейного закона управления, полученного аналитически (например, методом обратной задачи динамики).

28. Вопрос: Синтез какого типа регуляторов требует решения уравнения Гамильтона-Якоби-Беллмана?

А) Линейного квадратичного регулятора (LQR).
Б) Оптимального регулятора для нелинейных систем.
В) ПИД-регулятора.
Г) Регулятора со скользящим режимом.

29. Вопрос: Установите правильную последовательность этапов синтеза системы управления с использованием генетических алгоритмов (ГА).

1. Формирование популяции возможных решений (векторов параметров регулятора).
2. Определение целевой функции (функции пригодности), оценивающей качество системы с данным регулятором.
3. Применение генетических операторов (селекция, кроссовер, мутация) для создания нового поколения решений.
4. Оценка пригодности каждого решения в популяции с помощью моделирования замкнутой системы.
5. Выбор наилучшего решения после выполнения заданного числа итераций.

30. Вопрос: Установите соответствие между задачей управления и предпочтительным методом синтеза для цифровой реализации.

1. Управление высокоскоростным электроприводом.
2. Управление температурой в печи с большей постоянной времени.
3. Управление роботом-манипулятором по сложной траектории.
4. Управление в условиях неполных и зашумленных измерений.

А) Синтез с последующей цифровой реализацией ПИД-регулятора.
Б) Синтез оптимального дискретного управления (LQR) с наблюдателем Калмана.
В) Синтез управления в непрерывном времени с учетом требований к частоте дискретизации и применением метода билинейного преобразования (Тастина).
Г) Синтез в дискретной области с использованием метода модального управления.

31. Вопрос: Какой метод синтеза позволяет гарантировать выполнение фазовых ограничений (например, на состояние или управление) в процессе работы системы?

А) Синтез методом размещения полюсов.
Б) Синтез на основе барьерных функций Ляпунова.
В) Синтез адаптивного регулятора.
Г) Синтез по методу Зиглера-Николса.

32. Вопрос: Установите правильную последовательность шагов при синтезе управления для линейного объекта с использованием метода H∞.

1. Формулировка задачи в виде стандартной схемы (generalized plant) с каналами возмущений, ошибок и управлений.
2. Задание весовых функций, определяющих желаемые свойства системы в частотной области.
3. Решение H∞-задачи (нахождение стабилизирующего контроллера, минимизирующего H∞-норму).
4. Анализ полученной системы на соответствие требованиям.
5. Приведение объекта к форме пространства состояний.

33. Вопрос: Установите соответствие между типом неопределенности объекта и наиболее подходящим методом робастного синтеза.

1. Структурная неопределенность (неизвестный порядок).
2. Параметрическая неопределенность (известные границы изменения параметров).
3. Нелинейная неопределенность (неизвестная нелинейность с известной мажорантой).
4. Мультипликативная частотная неопределенность.

А) Метод скользящих режимов.
Б) Метод H∞-оптимизации.
В) Синтез с использованием интервальных методов и LMI (линейных матричных неравенств).
Г) Синтез на основе теории устойчивости по Ляпунову с нелинейным демпфированием.

34. Вопрос: Опишите принцип синтеза квантовых систем управления. В чем заключаются основные отличия постановки задачи и математического аппарата от классической теории? Назовите одну потенциальную область применения.

35. Вопрос: Какой метод синтеза использует аппарат дифференциальной геометрии для приведения нелинейной системы к линейной путем нелинейной замены координат и обратной связи?

А) Метод гармонической линеаризации.

Б) Метод обратной задачи динамики (feedback linearization).
В) Метод скоростного градиента.
Г) Метод синтеза по возмущению.

36. Вопрос: При проектировании системы управления летательным аппаратом необходимо обеспечить устойчивость и заданные характеристики при изменении массы и аэродинамических коэффициентов. Какие из перечисленных методов синтеза наиболее подходят для этой задачи? Выберите все верные и обоснуйте.

А. Синтез единого линейного квадратичного регулятора (LQR) для номинальной точки.
Б. Синтез набора линейных регуляторов для разных рабочих точек с последующей интерполяцией (gain scheduling).
В. Синтез адаптивного регулятора с эталонной моделью (MRAC).
Г. Синтез нелинейного робастного регулятора на основе теории скользящих режимов.

37. Вопрос: Какой подход к синтезу систем управления основан на минимизации верхней грани (supremum) частотной характеристики чувствительности?

А) LQR-синтез.
Б) H_2-синтез.
В) $H\infty$-синтез.
Г) μ-синтез.

38. Вопрос: Установите правильную последовательность этапов при синтезе системы управления с использованием метода backstepping (последовательного интегрирования).

1. Построение виртуального управления для первой подсистемы.
2. Выбор функции Ляпунова для всей системы и синтез итогового закона управления.
3. Разбиение исходной нелинейной системы на цепочку вложенных подсистем.
4. Поэтапное применение процедуры для каждой подсистемы с расширением функции Ляпунова.

39. Вопрос: Установите соответствие между задачей управления и концепцией синтеза, основанной на данных (data-driven).

1. Управление сложным объектом при отсутствии приемлемой аналитической модели.
2. Оптимизация параметров существующей системы управления на основе исторических данных.
3. Синтез управления на основе экспериментально снятой импульсной или переходной характеристики.
4. Обучение управления методом проб и ошибок в симуляторе или на реальном объекте.

А) Метод косвенного адаптивного управления (идентификация + синтез).
Б) Синтез по методу моментов (синтез регулятора по вещественной частотной характеристике).
В) Обучение с подкреплением (Reinforcement Learning).
Г) Синтез на основе моделей, построенных методами машинного обучения (нейросети, гауссовские процессы).

40. Вопрос: Опишите постановку задачи кооперативного управления (cooperative control) для группы агентов. Какие типичные цели синтеза (консенсус, синхронизация, построение формации) и какие математические методы (теория графов, алгебраическая теория) при этом используются? Приведите практический пример.

41. Вопрос: Для синтеза управления в условиях ограниченного канала связи (с квантованием, задержками, потерями пакетов) используется:

А) Теория робастного управления.
Б) Теория сетевых систем управления (Networked Control Systems).
В) Теория адаптивного управления.
Г) Теория нелинейного управления.

42. Вопрос: При синтезе системы управления объектом, подверженным сильным случайным возмущениям, важной задачей является фильтрация измерений. Какие из перечисленных подходов к синтезу фильтров являются оптимальными для соответствующих условий? Выберите все верные пары и обоснуйте.

А. Фильтр Калмана — для линейных систем с гауссовскими шумами.
Б. Медианный фильтр — для подавления импульсных помех (выбросов).
В. Фильтр Винера — для стационарных сигналов в частотной области.
Г. Частотный фильтр Баттерворта — для обеспечения максимально плоской АЧХ в полосе пропускания.

43. Вопрос: Какой математический аппарат является основным для решения задач синтеза с использованием линейных матричных неравенств (LMI)?

А) Теория выпуклой оптимизации.
Б) Теория функционального анализа.
В) Теория дифференциальных уравнений.
Г) Теория вероятностей.

44. Вопрос: Установите правильную последовательность шагов при синтезе системы управления с самонастройкой (self-tuning regulator) по схеме косвенного адаптивного управления.

1. Идентификация параметров модели объекта в реальном времени.
2. Пересчет параметров регулятора по обновленной модели.
3. Применение обновленного регулятора к объекту.
4. Формирование эталонной модели желаемого поведения.
5. Определение структуры параметризованной модели объекта.

45. Вопрос: Установите соответствие между стратегией управления и её описанием в контексте синтеза.

1. Пропорционально-дифференциальное (ПД) управление по выходу.
2. Управление по предиктору Смита.
3. Управление с внутренней моделью (Internal Model Control, IMC).
4. Управление с компенсацией измеряемого возмущения.

А) В структуру регулятора явно включается модель возмущения для его подавления.
Б) Используется модель объекта без запаздывания для компенсации транспортного запаздывания.
В) В регулятор включается модель объекта (или инверсная модель) для улучшения отслеживания и подавления возмущений.
Г) Обеспечивает повышение быстродействия и демпфирование без статической ошибки для объектов без самовыравнивания.

46. Вопрос: Синтез какого регулятора требует решения уравнения Сильвестра?

А) Регулятора для систем с распределенными параметрами.
Б) Регулятора, обеспечивающего робастное размещение полюсов (regional pole placement).
В) Регулятора по выходу (output feedback) при заданной структуре.
Г) Регулятора для следящих систем с астатизмом.

47. Вопрос: Установите правильную последовательность при синтезе управления для системы с переменной структурой (скользящими режимами) на этапе проектирования скользящей поверхности.

1. Выбор поверхности скольжения как функции ошибки и её производных, обеспечивающей желаемую динамику в скользящем режиме.
2. Определение области притяжения и условий попадания на поверхность скольжения.
3. Анализ условий существования и устойчивости скользящего режима.
4. Синтез разрывного управления, обеспечивающего выполнение условий попадания и удержания на поверхности.

48. Вопрос: Установите соответствие между типом системы и методом синтеза, наиболее адекватным для учета её специфики.

1. Гибридные системы (с непрерывной динамикой и дискретными переключениями).
2. Системы с распределенными параметрами (описываемые уравнениями в частных производных).
3. Неголономные системы (с неинтегрируемыми связями).
4. Импульсные системы.

А) Синтез на основе метода конечных элементов и модального разложения.
Б) Синтез с использованием теории гибридных автоматов и функций Ляпунова.
В) Синтез управления в дискретные моменты времени, анализ по методу разностных уравнений.
Г) Синтез с использованием неголономных связей как ресурса для управления (например, метод кинематического приведения).

49. Вопрос: Опишите концепцию и задачу синтеза эмоционального (affective) управления или управления, учитывающего человеческий фактор. В каких прикладных областях (робототехника, интерфейсы, обучение) это может быть применено и каковы основные трудности?

50. Вопрос: Какой метод синтеза использует понятие «функция стоимости будущего» (cost-to-go function) и основан на принципе оптимальности Беллмана?
А) Метод синтеза по Ляпунову.
Б) Динамическое программирование.
В) Принцип максимума Понтрягина.
Г) Метод градиентного спуска.

51. Вопрос: Для синтеза системы управления объектом, работающим в нескольких четко различимых режимах (например, двигатель: старт, работа, останов), могут применяться различные подходы. Какие из перечисленных подходов являются обоснованными? Выберите все верные.

1. Синтез одного нелинейного регулятора, работающего во всем диапазоне.
2. Синтез набора линейных регуляторов для каждого режима с логическим переключением между ними (switched systems).

3. Синтез нечеткого регулятора (fuzzy control) с базами правил для разных режимов.
4. Синтез адаптивного регулятора, непрерывно подстраивающегося под текущие условия.

52. Вопрос: Как называется метод синтеза, основанный на минимизации среднеквадратичного критерия качества при случайных возмущениях?

А) H_2-оптимальное управление.
Б) LQR-управление.
В) Гауссовское управление.
Г) Минимаксное управление.

53. Вопрос: Установите правильную последовательность в процедуре синтеза с использованием метода пассификации (passivity-based control).

1. Представление объекта в форме, выделяющей пассивную часть.
2. Синтез управления, обеспечивающего строгую пассивность замкнутой системы.
3. Выбор функции накопления (storage function), часто совпадающей с функцией Ляпунова.
4. Использование свойств пассивных систем для доказательства устойчивости.

54. Вопрос: Установите соответствие между прикладной задачей и ключевым методом синтеза, используемым в современных исследованиях.

1. Управление автономным автомобилем в городской среде.
2. Точное позиционирование пучка в ускорителе частиц.
3. Управление температурным полем в промышленной печи.
4. Синхронизация работы ветрогенераторов в парке.

А) Модель-прогнозное управление (MPC) с учетом ограничений и препятствий.
Б) Синтез на основе точных нелинейных моделей магнитных полей и методов робастного управления.
В) Распределенное управление на основе теории графов и консенсуса.
Г) Оптимальное управление системами с распределенными параметрами.

55. Вопрос: Опишите постановку задачи и основные идеи синтеза систем управления на основе событийного принципа (event-triggered control). В чем его преимущества перед традиционным управлением по времени? Какие основные проблемы синтеза (например, исключение эффекта Зенона)?

56. Вопрос: Какой метод синтеза управления для нелинейных систем использует концепцию «порождения» желаемой функции Ляпунова вместе с законом управления?

А) Метод скоростного градиента.
Б) Метод синтеза по обратной связи с пассификацией.
В) Метод синтеза с использованием sum-of-squares (SOS) программирования.
Г) Метод обратной задачи динамики.

57. Вопрос: В бионическом подходе к синтезу управления используются аналогии с живыми системами. Какие из перечисленных методов относятся к бионическим? Выберите все верные и обоснуйте кратко.

А. Генетические алгоритмы для оптимизации параметров регулятора.

Б. Нейросетевые регуляторы.
В. Нечеткие регуляторы, моделирующие человеческие рассуждения.
Г. Адаптивное управление на основе теории устойчивости Ляпунова.

58. Вопрос: Задача синтеза управления, обеспечивающего конечное время установления (finite-time stability), решается с привлечением:

А) Теории однородных систем и нелинейных функций Ляпунова.
Б) Теории линейных стационарных систем.
В) Частотных методов.
Г) Теории игр.

59. Вопрос: Установите правильную последовательность этапов при синтезе управления на основе метода скоростного градиента.

1. Запись целевого функционала, который необходимо минимизировать.
2. Вычисление скорости его изменения вдоль траекторий системы.
3. Выбор функции релаксации, определяющей скорость достижения цели.
4. Задание структуры управления и нахождение его параметров из условия убывания скорости изменения функционала.
5. Анализ достижимости цели управления.

60. Вопрос: Установите соответствие между математическим объектом/понятием и методом синтеза, где он играет ключевую роль.

1. Матрица перехода (State Transition Matrix).
2. Функция чувствительности.
3. Характеристический показатель Ляпунова.
4. Инвариантное многообразие.

А) Синтез робастных систем (анализ влияния вариаций параметров).
Б) Синтез управления для систем с хаотической динамикой.
В) Синтез управления методом обратной задачи динамики (приведение к нормальной форме).
Г) Синтез управления линейными нестационарными системами.

Ключи к оцениванию тестовых заданий

№ Задания	**Верный ответ**	**Критерии**
1	В	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
2	4→ 2 → 1 → 3	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
3	1-А, 2-Б, 3-Г, 4-В	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
4	Расчет обратной связи по состоянию u = -Kx, перемещающей полюса замкнутой системы в заданные точки для обеспечения нужной динамики. Требует полной управляе-	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи

	мости объекта.	
5	Б	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
6	В, Г Обоснование: Методы В и Г напрямую используют модель объекта (частотную или в пространстве состояний) и формальные критерии (желаемую ЛАЧХ, минимизацию квадратичного функционала) для расчета параметров.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
7	В	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
8	2 → 3 → 1 → 4 → 5	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
9	1-Б, 2-Г, 3-А, 4-В	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
10	Принцип: Система состоит из объекта, настраиваемого регулятора и эталонной модели (идеал). Адаптивный механизм непрерывно сравнивает выходы объекта и модели. На основе ошибки слежения по адаптивному закону (напр., градиентному) корректируются параметры регулятора, чтобы минимизировать эту ошибку. Сложность: Доказательство устойчивости всей нелинейной замкнутой системы.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
11	Б	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
12	Б, В Обоснование: Метод Б (feedback linearization) позволяет точно скомпенсировать нелинейность, преобразовав объект в линейную систему, для которой затем синтезируется закон управления. Метод В обеспечивает робастность к неопределенностям модели после выхода на скользящую поверхность.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
13	Б	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи

14	1 → 3 → 2 → 4	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	А	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
17	2→ 1 → 3 → 4	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
18	1-В, 2-А, 3-Б, 4-Г	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
19	Суть: Разделение сложной многомерной задачи на ряд более простых независимых подзадач. Пример: Синтез одномерных регуляторов для каждого канала "вход-выход" с последующей введением устройства динамической компенсации для ослабления перекрестных связей. Преимущества: Простота и наглядность синтеза. Недостатки: Система может быть неоптимальной в целом; компенсация чувствительна к неточностям модели.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
20	А	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
21	А, В, Г Обоснование: Метод А (компенсатор Смита) — классический подход для компенсации известного запаздывания. Метод В использует наблюдатель (предиктор) для предсказания состояния с учетом запаздывания. Метод Г может быть расширен для систем с запаздыванием при синтезе скользящей поверхности и управления.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
22	Б	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
23	2 → 1 → 3 → 4	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
24	1-В, 2-А, 3-Г,4-Б	1 балл за правильное указа-

		ние каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
25	Поиск управления, оптимального при наихудших действиях «противника» (возмущений). Применяется в задачах с конфликтующими целями, например, преследование-уклонение.	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, Г В схеме А нейросеть обучается имитировать поведение оптимального регулятора. В схеме Б она выступает как идентификатор. В схеме Г — как универсальный аппроксиматор сложного аналитического закона.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
28	Б	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
29	2 → 1 → 4 → 3→ 5	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
30	1-В, 2-А, 3-Г,4-Б	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
31	Б	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
32	5 → 1 → 2 → 3→ 4	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
33	1-Б, 2-В, 3-Г, 4-А	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
34	Суть: Управление квантовыми объектами. Состояние описывается вектором в гильбертовом пространстве (волновой функцией), динамика — уравнением Шрёдингера. Задача синтеза: найти управляющие поля для перевода системы в целевое квантовое состояние. Используется аппарат оптимального управления, адаптированный для квантовых си-	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи

	стем. Область применения: Квантовые компьютеры, квантовая химия, контроль молекулярных реакций.	
35	Б	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
36	Ответ: Б, В, Г Обоснование: Метод Б (gain scheduling) — классический подход для объектов с меняющимися параметрами, где можно выделить несколько рабочих режимов. Метод В (MRAC) позволяет адаптивно подстраивать параметры регулятора в реальном времени. Метод Г обеспечивает робастность к неопределенностям параметров и внешним возмущениям.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
37	В	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
38	3 → 1 → 4 → 2	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	Цель: Синтез локальных законов управления для группы агентов (роботов, генераторов), использующих информацию от соседей (по графу связи), для обеспечения коллективного поведения. Типичные цели: Консенсус (согласование состояний), синхронизация, построение формации. Методы: Теория графов (матрица смежности, лапласиан), теория устойчивости. Пример: Синхронное движение роя БПЛА.	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, В, Г Обоснование: Все пары верны. Фильтр Калмана — оптимальный линейный фильтр для линейных систем. Меди-	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи

	анный фильтр — нелинейный, эффективен против выбросов. Фильтр Винера — оптимален в смысле минимизации СКО для стационарных процессов. Фильтр Баттерворта — обеспечивает оптимальную (максимально плоскую) характеристику в полосе пропускания, что является одной из постановок задачи синтеза фильтра.	
43	А	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
44	5 → 4 → 1 → 2→3	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
45	1-Г, 2-Б, 3-В,4-А	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
46	В	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
47	1 → 3 → 2 → 4	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
48	1-Б, 2-А, 3-Г, 4-В	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
49	Концепция: Синтез закона управления для системы (робота, интерфейса), который учитывает или целенаправленно влияет на эмоциональное состояние пользователя. Цель: Повышение эффективности, безопасности, комфорта взаимодействия. Области: Социальная робототехника, тренажеры, адаптивные интерфейсы. Трудности: Формализация и измерение эмоций в реальном времени, этические аспекты.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
50	Б	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
51	Ответ: Б, В, Г Подход Б (switched systems) — классическое решение для многомодовых объектов. Подход В (нечеткое	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи

	управление) хорошо формализует экспертные знания о режимах. Подход Г (адаптивный) может отслеживать плавные и резкие изменения.	
52	А	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
53	1 → 3 → 2 → 4	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
54	1-А, 2-Б, 3-Г, 4-В	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
55	Принцип: Управляющее воздействие вычисляется и передается не по расписанию, а при нарушении условия, связанного с состоянием. Преимущества: Снижение нагрузки на вычислительные ресурсы и сеть связи. Задача синтеза: Совместный выбор закона управления и условия события для обеспечения устойчивости. Ключевая проблема: Исключение эффекта Зенона правильным выбором условия.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
56	В	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
57	Ответ: А, Б, В, Обоснование: Методы А (эволюционные алгоритмы), Б (искусственные нейронные сети) и Б (нечеткая логика) прямо заимствуют принципы из биологии (эволюция, работа мозга, приближенные рассуждения).	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
58	А	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
59	1 → 2 → 3 → 4→ 5	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
60	1-Г, 2-А, 3-Б, 4-В	1 балл за правильное указание каждого из соответ-

		ствий; 0 б - остальные случаи

3.2 Задания для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы к зачету

1. Дайте определение синтеза системы управления и назовите его основную цель.
2. Чем синтез системы принципиально отличается от её анализа?
3. Назовите три основных этапа процесса синтеза любой системы управления.
4. Сформулируйте постановку задачи стабилизации.
5. Сформулируйте постановку задачи слежения (задачи обслуживания).
6. Перечислите основные показатели качества системы управления (не менее четырех).
7. Что такое астатизм системы? Какой тип регулятора обеспечивает астатизм первого порядка?
8. В чем заключается суть метода синтеза последовательного корректирующего звена по ЛАЧХ?
9. Объясните принцип модального управления (управления с размещением полюсов).
10. Каковы необходимые и достаточные условия для применения метода размещения полюсов?
11. Сформулируйте задачу аналитического конструирования оптимальных регуляторов (АКОР).
12. Что минимизирует стандартный квадратичный критерий качества в задаче LQR?
13. Для чего в теории оптимального управления используется уравнение Риккати?
14. Что такое наблюдатель состояния и в каких случаях он необходим?
15. Сформулируйте принцип разделения (Separation Principle) для линейных систем.
16. Дайте определение адаптивной системы управления. Назовите два основных класса адаптивных систем.
17. В чем заключается основная идея адаптивного управления с эталонной моделью (MRAC)?
18. Объясните принцип работы системы с самонастройкой (self-tuning regulator).
19. В чем состоит ключевая идея и преимущество управления методом скользящих режимов?
20. Что такое «скользящая поверхность» и как её выбирают?
21. Объясните концепцию обратной задачи динамики (feedback linearization).
22. Дайте определение робастности системы управления.
23. В чем состоит принципиальное отличие постановки задач H_2- и $H\infty$-оптимизации?
24. Что минимизируется в задаче $H\infty$-синтеза?
25. Объясните суть предиктивного управления (Model Predictive Control, MPC).
26. Что такое «горизонт прогнозирования» и «горизонт управления» в MPC?
27. Как учитываются ограничения на управление и состояние в методе MPC?
28. Назовите два основных подхода к настройке промышленного ПИД-регулятора.
29. В чем заключается метод Зиглера-Николса настройки ПИД-регулятора?
30. Каковы особенности синтеза цифровых (дискретных) систем управления?
31. Что такое метод билинейного преобразования (Тастина) и для чего он применяется?
32. Дайте определение кооперативного управления. Приведите пример.
33. Что такое «событийное управление» (event-triggered control) и каково его основное преимущество?
34. В чем заключается задача синтеза управления с конечным временем установления

(finite-time stabilization)?

35. Для каких целей при синтезе сложных нелинейных систем используется метод функций Ляпунова?
36. Назовите основную трудность, возникающую при синтезе систем управления для объектов с транспортным запаздыванием, и один метод её решения.