

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

04 2021г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине (модулю)

Б1.В.15Оптимальные и адаптивные системы управления
(код и наименование дисциплины (модуля))

27.03.04 Управление в технических системах
(код и наименование направления подготовки)

Системы и средства автоматизации технологических процессов
(наименование профиля)

бакалавр
квалификация

форма обучения очная, очно-заочная

Нижнекамск, 2021 г.

Составитель ФОС:

доцент


(подпись)

Н.В. Лежнева

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ИСТ,
протокол от 15.03.2021 г. № 7


Зав. кафедрой


(подпись)

О.В. Матухина

Эксперт:

Руководитель ООП, ст. преподаватель каф. ИСТ


(подпись)

Л.А. Амаева
(Ф.И.О.)

Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины

Компетенция:

ПК-1 Способен осуществлять сбор и анализ научно-технической информации, обобщать передовой национальный и международный опыт в области разработки и внедрения систем управления

Индикаторы достижения компетенции:

ПК-1.1 Знает методы математического моделирования процессов и объектов автоматизации и управления;

ПК-1.2 Умеет применять методы математического моделирования процессов и объектов автоматизации и управления;

ПК-1.3 Владеет навыками проведения теоретических исследований и вычислительных экспериментов в соответствии с использованием выбранных стандартных программных средств.

Индикаторы достижения компетенции	Этапы формирования в процессе освоения дисциплины				Наименование оценочного средства
	Лекции	Практические занятия, лабораторный практикум	Лабораторные занятия	Курсовой проект (работа)	
<i>ПК-2.1, ПК-3.1</i>	Тема 1- 4	Не предусмотрены	Лаб. работа 1-4	Не предусмотрены	Экзамен, тестирование, лаб. работа
<i>ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.2, ПК-3.3</i>		Не предусмотрены	Лаб. работа 1-4	Не предусмотрены	Экзамен, тестирование, лаб. работа

Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Текущий рейтинг	
Лаб. работа	Балл
№1	20-30
№2	20-30
№3	20-30
Тестирование	0-10
ИТОГО	60-100

Шкала оценивания

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:
			зачет
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (незачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному

Краткая характеристика оценочных средства

№п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение и владение обучающегося излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.	Темы лабораторных работ.
2	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий для проведения итогового тестирования по дисциплине

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет Информационных технологий
Кафедра Информационных систем и технологий

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах
Профиль: Системы и средства автоматизации технологических процессов

Учебным планом по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах для обучающихся предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Оптимальные и адаптивные системы управления».

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в учебных лабораториях кафедры без использования специального оборудования.

Цель проведения лабораторных работ - практическое освоение теоретических положений лекционного материала, а также выработка студентами определенных умений и навыков

Комплект лабораторных работ по дисциплине «Оптимальные и адаптивные системы управления»

Лабораторная работа №1

Тема «Исследование адаптивной системы управления линейным объектом первого порядка».

Задание:

Провести синтез основного контура адаптивной системы.

Исходные данные для выполнения лабораторной работы

Таблица 1. Варианты заданий.

Уравнения процесса. Все параметры процесса известны. Возмущения на ОУ отсутствуют	Вариант	Заданное значение x_0
$\dot{x} = 3x - 0,3125u$	1	$\pm 0,05$
$\dot{x} = 3x - 0,35u$	2	$\pm 0,1$
$\dot{x} = 3x - 0,4125u$	3	$\pm 0,15$
$\dot{x} = 3x - 0,5u$	4	$\pm 0,2$
$\dot{x} = 3x + 0,3125u$	5	$\pm 0,05$
$\dot{x} = 3x + 0,35u$	6	$\pm 0,1$
$\dot{x} = 3x + 0,4125u$	7	$\pm 0,15$
$\dot{x} = 3x + 0,5u$	8	$\pm 0,2$
$\dot{x} = 2x + 0,2u$	9	$\pm 0,1$
$\dot{x} = 2x + 0,3u$	10	$\pm 0,15$
$\dot{x} = 2x + 0,4u$	11	$\pm 0,2$
$\dot{x} = 2x + 0,44u$	12	$\pm 0,22$

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Определить закон управления и коэффициент пропорциональности регулятора основного контура адаптивной системы управления, обеспечивающих устойчивость процесса при $A_1 = 1 \cdot 10^{-2}$, $A_2 = 1$.

2. Построить кривые переходного процесса $x_0(t)$ и управления $u_0(t)$, при заданном отклонении начальных условий x_0 .
3. Определить время переходного процесса T из условия $x(T) = 0,05x_0$.
4. Отразить результаты в лабораторном отчете.

Лабораторная работа №2

Тема «Исследование контура адаптации системы управления».

Задание:

Разработать алгоритм синтеза контура адаптации.

Исходные данные для выполнения лабораторной работы

Таблица 2. Варианты заданий.

Вариант	Измеренное отклонение $\pm x_0$	Уравнение состояния процесса при возмущении на ОУ	Параметры модели в уравнении после адаптации b, a	Параметр адаптации m	Уравнение процессом	Показатели качества	
						$J_1(u)/A_1$	$J_1(u)/A_2$
1	0,05	$\dot{x} = 3x - bu$			$u_0 = m\sqrt{\frac{A_2}{A_1}}x$		
2	0,1	$\dot{x} = 3x - bu$					
3	0,15	$\dot{x} = 3x - bu$					
4	0,2	$\dot{x} = 3x - bu$					
5	0,05	$\dot{x} = 3x + bu$			$u_0 = -m\sqrt{\frac{A_2}{A_1}}x$		
6	0,1	$\dot{x} = 3x + bu$					
7	0,15	$\dot{x} = 3x + bu$					
8	0,2	$\dot{x} = 3x + bu$					
9	0,05	$\dot{x} = ax + 0,2u$			$u_0 = -\frac{2amx}{b}$		
10	0,1	$\dot{x} = ax + 0,3u$					
11	0,15	$\dot{x} = ax + 0,4u$					
12	0,2	$\dot{x} = ax + 0,5u$					

Порядок выполнения лабораторной работы

Введем параметр адаптации системы управления m и примем закон управления $u = -kx$, где $k = m\sqrt{A_2/A_1}$.

1. По измеренному значению отклонения x_0 найти параметр адаптации m :

$$x_0^2 m^2 = 2A_1 \left(mb\sqrt{A_2/A_1} - a \right);$$

$$x_0^2 m^2 - 2A_1 \left(mb\sqrt{A_2/A_1} - a \right) = 0.$$

Подставим в уравнение значение b :

$$x_0^2 m^2 - 2A_1 \left(\frac{3+T_0 a}{\sqrt{A_2/A_1} T_0 m} m\sqrt{A_2/A_1} - a \right) = 0;$$

$$x_0^2 m^2 - 2A_1 \left(\frac{3+T_0 a}{T_0} - a \right) = 0;$$

$$m^2 = \frac{2A_1}{x_0^2} \left(\frac{3+T_0 a}{T_0} - a \right);$$

$$m = \frac{1}{x_0} \sqrt{2A_1 \left(\frac{3+T_0 a}{T_0} - a \right)}.$$

В вариантах задания 9-12 необходимо найти параметр модели a и адаптации m при управлении $u_0 = -\frac{2amx}{b}$ аналогично способу изложенному выше.

2. Записать закон управления в адаптивной системе и получить коэффициент усиления регулятора.
3. Построить переходные процессы в системе управления $x_0(t)$, $u_0(t)$ и сравнить их с процессами в системе без возмущений.
4. Отразить результаты в лабораторном отчете.

Лабораторная работа №3

Тема «Исследование адаптивной системы управления кубом ректификационной колонны».

Задание:

По измеренному значению отклонения x_0 и заданному значению времени регулирования T (таблица 3) в соответствии с вариантом задания необходимо:

1. Определить закон управления u_0 и коэффициент пропорциональности b контура адаптации, обеспечивающие выполнение показателей качества γ_1 и γ_2 и требования устойчивости процесса.
2. Построить графики переходных процессов $x(t)$, $u_0(t)$.
3. Рассчитать значения показателей качества γ_1 и γ_2 при заданных в таблице 3 значениях A_1 и A_2 .

Исходные данные для выполнения лабораторной работы

Таблица 3. Варианты заданий.

Вариант	$\pm x_0$, м	T , ч	$A_1 \cdot 10^2$	$A_2 \cdot 10^1$	γ_1 - ?	γ_2 - ?	b - ?	u_0 - ?
1	0,05	0,15	1	1				
2	0,06	0,2	2	2				
3	0,07	0,25	3	3				
4	0,08	0,3	4	4				
5	0,09	0,35	5	5				
6	0,1	0,4	6	6				
7	0,105	0,45	7	7				
8	0,011	5,0	8	8				
9	0,015	4,0	9	9				
10	0,02	3,0	10	10				
11	0,025	2,0	11	11				
12	0,03	1,0	12	12				

4. Отразить результаты в лабораторном отчете.

Критерии оценки: Количество баллов, которое можно получить за лабораторную работу, представлено в табл.

Текущий рейтинг	
Лаб. работа	Балл
№1	20-30
№2	20-30
№3	20-30
ИТОГО	60-90

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет Информационных технологий
Кафедра Информационных систем и технологий

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль: Системы и средства автоматизации технологических процессов

Комплект тестовых заданий

по дисциплине Б1.В.15 «Оптимальные и адаптивные системы управления»

Вариант №1

Часть I. Задание с выбором нескольких верных ответов

Из предложенных вариантов ответов выберите несколько верных.

- 1.1. Какие из нижеприведенных действий являются основными этапами принятия решений:
 - 1) определение цели решения;
 - 2) определение возможных вариантов решения проблемы;
 - 3) определение возможных исходов каждого решения;
 - 4) оптимизация скалярных критериев после введения для них приоритетов;
 - 5) выбор наилучшего решения на основе поставленной цели.
- 1.2. Укажите какие из представленных систем относятся к адаптивным системам управления:
 - 1) самоорганизующиеся;
 - 2) сложные;
 - 3) самонастраивающиеся;
 - 4) голономные;
 - 5) неголономные.
- 1.3. Укажите, какие из представленных задач относятся к многокритериальным задачам теории принятия решений:
 - 1) задача синтеза сложных технических систем;
 - 2) основная задача управления;
 - 3) оптимизационная задача;
 - 4) задача векторной оптимизации;
 - 5) задача расчета вариации функционала.
- 1.4. Эквивалентное преобразование основной задачи управления предполагает:
 - 1) введение безразмерных функционалов;
 - 2) расчет функции Гамильтона;
 - 3) построение стратегии управления;
 - 4) получение односторонних ограничений на функционалы;
 - 5) составление функции Лагранжа.
- 1.5. Задача алгоритма адаптации сводится к:

- 1) настройке коэффициента регулятора;
 - 2) устранению рассогласования между моделью и объектом управления;
 - 3) расчету входных параметров объекта;
 - 4) определению экстремума функции;
 - 5) расчету градиента функции.
- 1.6. Перечислите методы нелинейного программирования:
- 1) градиентные методы;
 - 2) симплексный метод;
 - 3) методы случайного поиска;
 - 4) безградиентные методы детерминированного поиска;
 - 5) методы вариационного исчисления.
- 1.7. Цель адаптивного управления записывается в виде ограничений на отклонение показателей качества:
- 1) $\gamma \leq \Delta$;
 - 2) $\int_0^{\infty} x dt \leq A$;
 - 3) $x = ky$;
 - 4) $x = y + u$;
 - 5) $x = y - u$.
- 1.8. Какие из приведенных методов нелинейного программирования основаны на расчете градиента функции:
- 1) метод случайного поиска;
 - 2) градиентный метод;
 - 3) метод сканирования;
 - 4) метод наискорейшего спуска;
 - 5) метод сканирования с переменным шагом.
- 1.9. В задачах динамического программирования объектом исследования являются:
- 1) многостадийные процессы, в качестве стадий которых рассматриваются отдельные аппараты;
 - 2) одностадийные процессы;
 - 3) сложные системы;
 - 4) многостадийные процессы, в качестве стадий которых выступают временные отрезки;
 - 5) простые системы.
- 1.10. Назовите методы синтеза адаптивных систем:
- 1) метод инвариантности;
 - 2) метод модального управления;
 - 3) оптимальный синтез;
 - 4) метод линейного программирования;
 - 5) вариационное исчисление.

Часть II. Задание с выбором одного верного ответа

Из предложенных вариантов ответов выберите только один верный вариант.

- 2.1. Классическая задача оптимизации:
- 1) имеет один критерий оптимальности;
 - 2) имеет два критерия оптимальности;
 - 3) имеет множество критериев оптимальности;
 - 4) не имеет критериев оптимальности.
- 2.2. Для синтеза алгоритмов адаптации используются методы:
- 1) градиентные;

- 2) на применение функции Ляпунова;
- 3) методы корреляции;
- 4) симплексный метод.

2.3. Функция Ляпунова имеет вид:

- 1) $v = v(x, t);$
- 2) $\sum_{i=1}^n \lambda_i f_i(x, u);$
- 3) $-\sum_{j=1}^n \lambda_j \frac{\partial f_j}{\partial x_i};$
- 4) $\frac{\partial H}{\partial \lambda} \frac{d\lambda}{dt} + \frac{\partial H}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial H}{\partial u} \frac{du}{dt}.$

2.4. Условие устойчивости нелинейных систем управления согласно методу Ляпунова имеет вид:

- 1) $v(x, t) > 0, \frac{\partial v}{\partial t} < 0;$
- 2) $v(x, t) = 0, \frac{\partial v}{\partial t} = 0;$
- 3) $v(x, t) < 0, \frac{\partial v}{\partial t} > 0;$
- 4) $v(x, t) = 0, \frac{\partial v}{\partial t} > 0.$

2.5. Модуль градиента функции определяется с помощью выражения:

- 1) $\sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)^2};$
- 2) $\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}, \frac{\partial f}{\partial x_2}, \dots, \frac{\partial f}{\partial x_n}\right);$
- 3) $f(x_0 + \Delta x, y_0 + \Delta y) - f(x_0, y_0);$
- 4) $x_i^{(0)} - \varepsilon \frac{\partial f}{\partial x_i} \Big|_{x=x^0}.$

2.6. Какой из нижеприведенных методов является одномерным методом детерминированного поиска:

- 1) градиентный метод;
- 2) метод «золотого сечения»;
- 3) метод случайных направлений с обратным шагом;
- 4) принцип максимума.

2.7. Функция Лагранжа при наличии m уравнений связи имеет вид:

- 1) $f_0 + \sum_{i=1}^m \lambda_i f_i;$
- 2) $\sum_{i=1}^n \lambda_i f_i(x, u);$
- 3) $f_0 + \lambda f_1;$
- 4) $\sum_{i=1}^n c_i x_i(T).$

2.8. Типичной задачей линейного программирования является:

- 1) задача поиска экстремума нелинейной функции;

- 2) задача на условный экстремум;
- 3) транспортная задача;
- 4) вариационная задача.

2.9. Дайте определение функционала

- 1) функционал – это переменная величина, которая зависит от выбора функции (или кривой);
- 2) функционал – это постоянная величина;
- 3) функционал – это функция;
- 4) функционал – это независимая переменная величина.

2.10. Уравнение материального баланса в отклонения от стационарного состояния для куба колонны имеет вид:

- 1) $B \frac{dh}{dt} = V$;
- 2) $B \frac{dh}{dt} = ah + V$;
- 3) $\frac{dh}{dt} = ah$;
- 4) $\frac{dh}{dt} = ah + bu$.

Часть III. Задание на упорядочение ответов

Установите соответствие между разрозненными частями утверждения

3.1. Установите соответствие между наименованием задачи и требованиями, предъявляемым к критериям:

1) основная задача управления	а) необходимо максимизировать (минимизировать) значение одного критерия
2) оптимизационная задача	б) необходимо максимизировать (минимизировать) значение нескольких критерия
3) задача векторной оптимизации	в) необходимо обеспечить ограничения, накладываемые на критерии, в виде неравенств

3.2. Установите причинно-следственную связь:

1) если $\Gamma = \max_s \gamma_s[u] \leq 1$	а) то основная задача управления не имеет решения
2) если $\Gamma_0 = \min_u \max_s \gamma_s[u] > 1$	б) то основная задача управления имеет решение
3) если $\Gamma = \max_s \gamma_s[u_k] \leq 1, k = 1, 2, \dots, m$	в) то основная задача управления имеет m решений

3.3. Установите соответствие между результатом и необходимыми, достаточными условиями:

1) экстремум функции	а) равенство нулю первой производной функции, вторая производная отрицательна
2) максимум функции	б) равенство нулю первой производной функции
3) минимум функции	в) равенство нулю первой производной функции, вторая производная положительна

3.4. Установите соответствие между методом и основным понятием метода:

1) метод сканирования	а) шаг «сетки»
-----------------------	----------------

2) метод случайного поиска	б) градиент функции
3) метод наискорейшего спуска	в) последовательность случайных чисел

3.5. Установите соответствие между определением и математической формой записи:

1) критерий	а) $a_{m_2+1,1}x_1 + a_{m_2+1,2}x_2 + \dots + a_{m_2+1,n}x_n = b_{m_2+1}$
2) ограничения типа равенство	б) $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$
3) ограничения типа неравенство	в) $R = \sum_{j=1}^n c_j x_j$

Вариант №2

Часть I. Задание с выбором нескольких верных ответов

Из предложенных вариантов ответов выберите несколько верных.

1.1. Укажите одномерные методы детерминированного поиска в задачах нелинейного программирования:

- 1) симплексный метод;
- 2) метод «золотого сечения»;
- 3) метод случайных направлений с обратным шагом;
- 4) принцип максимума;
- 5) метод локализации экстремума.

1.2. Укажите необходимое и достаточное условия максимума функции:

- 1) положительное значение первой производной в точке экстремума;
- 2) равенство нулю первой производной функции в точке экстремума;
- 3) равенство нулю второй производной функции;
- 4) положительное значение второй производной в точке экстремума;
- 5) отрицательное значение второй производной в точке экстремума.

1.3. Критерий оптимальности выражают в виде экономической эффективности, оценку которой производят с учетом следующих факторов:

- 1) производительность;
- 2) объем капиталовложений;
- 3) рентабельность;
- 4) качественные показатели выпускаемой продукции;
- 5) эксплуатационные затраты.

1.4. Для определения точек экстремума функции $f(x)$ необходимо:

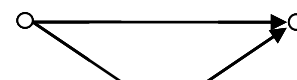
- 1) составить производную $f'(x)$;
- 2) составить систему сопряженных функций;
- 3) найти значения x^* , при которых $f'(x)$ обращается в нуль, т.е. решить уравнение $f'(x) = 0$;
- 4) рассчитать множители Лагранжа;
- 5) исследовать изменение знака $f'(x)$.

1.5. Экстремум функции может достигаться в точках:

- 1) в которых первая производная функции обращается в нуль;
- 2) в которых первая производная функции отрицательна;
- 3) в которых первая производная функции положительна;
- 4) в которых первая производная функции не существует;
- 5) в которых первая производная функции обращается в бесконечность.

1.6. К методам случайного поиска относятся:

- 1) метод случайных направлений;



- 2) метод сканирования;
 - 3) метод «слепого» поиска;
 - 4) метод наискорейшего спуска;
 - 5) метод локализации экстремума.
- 1.7. К методам детерминированного поиска относятся:
- 1) метод случайных направлений;
 - 2) метод сканирования;
 - 3) метод «золотого сечения»;
 - 4) метод наискорейшего спуска;
 - 5) метод локализации экстремума.
- 1.8. Способы получения случайных чисел:
- 1) выборка их из специальных таблиц;
 - 2) ручные способы;
 - 3) метод «золотого сечения»;
 - 4) матричные способы;
 - 5) программные способы.
- 1.9. Задача на условный экстремум:
- 1) имеет уравнения связи;
 - 2) не имеет уравнения связи;
 - 3) не имеет целевую функцию;
 - 4) имеет ограничения на независимые переменные;
 - 5) имеет целевую функцию.
- 1.10. Каким образом возможно вычисление вариации функционала:
- 1) с помощью производных подынтегральных функций функционала;
 - 2) с помощью модуля функции;
 - 3) с помощью разложения в ряд Тейлора;
 - 4) с помощью операций логарифмирования;
 - 5) с помощью функции Гамильтона.

Часть II. Задание с выбором одного верного ответа

Из предложенных вариантов ответов выберите только один верный вариант.

- 2.1. В основе динамического программирования используется:
- 1) принцип оптимальности Беллмана;
 - 2) принцип максимума;
 - 3) уравнение Эйлера;
 - 4) симплексный метод.
- 2.2. Математическая формулировка принципа оптимальности для непрерывных процессов имеет вид:
- 1) $-\frac{\partial v}{\partial t} = \min_u \left[\sum_{i=1}^n \frac{\partial v}{\partial x_i} f_i + W \right];$
 - 2) $R_N = \sum_{i=1}^N r_i(x^{(i-1)}, u^{(i)});$
 - 3) $f_N(x^{(0)}) = \max_{u^{(i)} \in U} \{r_1(x^{(0)}, u^{(1)}) + f_{N-1}[\varphi^{(1)}(x^{(0)}, u^{(1)})]\};$
 - 4) $u_{N0} = (u_0^{(1)}, u_0^{(2)}, \dots, u_0^{(N)}).$
- 2.3. Необходимое условие экстремума функции:
- 1) равенство нулю первой производной функции;
 - 2) равенство нулю второй производной функции;
 - 3) положительность первой производной функции;

- 4) положительность второй производной функции.
- 2.4. Минимум функционала согласно методу динамического программирования соответствует:
- 1) решению уравнения Беллмана;
 - 2) минимуму функции Лагранжа;
 - 3) максимуму функции Гамильтона;
 - 4) максимуму функции Лагранжа.
- 2.5. Асимптотическая устойчивость системы согласно прямому методу Ляпунова записывается в виде:
- 1) $v(x, t) > 0, \frac{\partial v}{\partial t} < 0$;
 - 2) $v(x, t) = 0, \frac{\partial v}{\partial t} = 0$;
 - 3) $v(x, t) < 0, \frac{\partial v}{\partial t} > 0$;
 - 4) $v(x, t) = 0, \frac{\partial v}{\partial t} > 0$.
- 2.6. Уравнение линейного объекта первого порядка имеет вид:
- 1) $\dot{x} = ax + bu$;
 - 2) $\dot{x} = \int_0^T ky^2 dt$;
 - 3) $y = ax$;
 - 4) $y = ax^2$.
- 2.7. Контур адаптации в адаптивной системе управления предназначен для:
- 1) коррекции параметров регулятора основного контура;
 - 2) адаптации параметров уравнения объекта;
 - 3) управления объектом;
 - 4) возмущения на объект управления.
- 2.8. Преимущество метода наискорейшего спуска в сравнении с градиентным методом:
- 1) повышает точность поиска;
 - 2) сокращает объем вычислений;
 - 3) исключает необходимость расчета частных производных целевой функции;
 - 4) позволяет получить решение задачи без использования градиента функции.
- 2.9. Для экстремальных систем регулирования при поиске экстремума используются методы:
- 1) градиентные;
 - 2) принцип максимума;
 - 3) множителей Лагранжа;
 - 4) Куна-Таккера.
- 2.10. «Золотое сечение» имеет значение:
- 1) $z = \frac{1}{2} = 0.2$;
 - 2) $z = \frac{3 - \sqrt{5}}{2} \approx 0.38$;
 - 3) $z = \frac{3 - \sqrt{11}}{2} \approx -0.15$;
 - 4) $z = 0$.

Часть III. Задание на упорядочение ответов

Установите соответствие между разрозненными частями утверждения

3.1. Установите соответствие между задачей и формой записи функционала:

1) задача оптимального быстрого действия	а) $J = X(T) \rightarrow \min$
2) задача управления конечным состоянием	б) $J = \int_0^T F(x, u, t) dt \rightarrow \min$
3) задача управления по минимуму интеграла	в) $J = T \rightarrow \min$

3.2. Установите соответствие между определением и математической формулировкой:

1) функция Гамильтона	а) $\dot{x}_i = \frac{\partial H}{\partial \lambda_i}, \dot{\lambda}_i = -\frac{\partial H}{\partial x_i}, i = 1, 2, \dots, n$
2) вектор количества движения	б) $H(x, \lambda, u, t) = \sum_{i=1}^n \lambda_i f_i(x, u)$
3) каноническая форма Гамильтона	в) $\dot{\lambda}_i = -\sum_{j=1}^n \lambda_j \frac{\partial f_j}{\partial x_i}, i = 1, 2, \dots, n$

3.3. Определите сущность метода

1) построение области Парето	а) упорядочивание критериев по важности и построение процедур последовательной оптимизации сначала по первому критерию, затем по второму, третьему и т.д.
2) последовательная оптимизация скалярных критериев	б) построение решения, которое нельзя улучшить одновременно по всем скалярным критериям
3) оптимизация на основе компромиссных отношений	в) установление весовых соотношений между локальными критериями

3.4. Установите связь

1) принцип максимума	а) $\Gamma_0 = \min_u \max_s \gamma_s[u] \leq 1$
2) принцип оптимальности Беллмана	б) $H(x, \lambda, u, t) = \sum_{i=1}^n \lambda_i f_i(x, u)$
3) условие минимакса	в) $-\frac{\partial v}{\partial t} = \min_u \left[\sum_{i=1}^n \frac{\partial v}{\partial x_i} f_i + W \right]$

3.5. Установите способ задания шага поиска

1) метод сканирования	а) $x^{(k+1)} = x^{(k)} + h\alpha^{(k)}$
2) метод случайного поиска	б) $x^{(k+1)} = x^{(k)} - \varepsilon \frac{\partial f}{\partial x}$
3) метод наискорейшего спуска	в) $x^{(k+1)} = x^{(k)} + \Delta x$

Вариант №3

Часть I. Задание с выбором нескольких верных ответов

Из предложенных вариантов ответов выберите несколько верных.

- 1.1. Из многих задач оптимального управления имеют существенное значение три задачи:
- 1) задача оптимального быстродействия;
 - 2) задача управления конечным состоянием;
 - 3) основная задача управления;
 - 4) задача управления по минимуму интеграла;
 - 5) задача векторной оптимизации.
- 1.2. Укажите какие из представленных систем относятся к адаптивным системам управления:
- 1) самоорганизующиеся;
 - 2) сложные;
 - 3) самонастраивающиеся;
 - 4) голономные;
 - 5) неголономные.
- 1.3. В случае многостадийного процесса нефтехимии стадией может быть:
- 1) отрезок времени;
 - 2) аппарат;
 - 3) часть аппарата;
 - 4) этап расчета;
 - 5) стратегия управления.
- 1.4. В решении задач оптимизации применяются:
- 1) принцип оптимальности Беллмана;
 - 2) принцип двойственности;
 - 3) принцип максимума;
 - 4) принцип крайнего;
 - 5) принцип минимума.
- 1.5. Выберите методы последовательной оптимизации скалярных критериев в задачах векторной оптимизации:
- 1) градиентный;
 - 2) достижения частных целей;
 - 3) назначения уступок;
 - 4) симплексный;
 - 5) золотого сечения.
- 1.6. Задача алгоритма адаптации сводится к:
- 1) настройке коэффициента регулятора;
 - 2) устранению рассогласования между моделью и объектом управления;
 - 3) расчету входных параметров объекта;
 - 4) определению экстремума функции;
 - 5) расчету градиента функции.
- 1.7. Цель адаптивного управления записывается в виде ограничений на отклонение показателей качества:
- 1) $\gamma \leq \Delta$;
 - 2) $\int_0^{\infty} x dt \leq A$;
 - 3) $x = ky$;
 - 4) $x = y + u$;

5) $x = y - u$.

1.8. Какие из приведенных методов нелинейного программирования основаны на расчете градиента функции:

- 1) метод случайного поиска;
- 2) градиентный метод;
- 3) метод сканирования;
- 4) метод наискорейшего спуска;
- 5) метод сканирования с переменным шагом.

1.9. В задачах динамического программирования объектом исследования являются:

- 1) многостадийный процессы, в качестве стадий которых рассматриваются отдельные аппараты;
- 2) одностадийные процессы;
- 3) сложные системы;
- 4) многостадийный процессы, в качестве стадий которых выступают временные отрезки;
- 5) простые системы.

1.10. Назовите методы синтеза адаптивных систем:

- 1) метод инвариантности;
- 2) метод модального управления;
- 3) оптимальный синтез;
- 4) метод линейного программирования;
- 5) вариационное исчисление.

Часть II. Задание с выбором одного верного ответа

Из предложенных вариантов ответов выберите только один верный вариант.

2.1. Классическая задача оптимизации:

- 1) имеет один критерий оптимальности;
- 2) имеет два критерия оптимальности;
- 3) имеет множество критериев оптимальности;
- 4) не имеет критериев оптимальности.

2.2. Для синтеза алгоритмов адаптации используются методы:

- 1) градиентные;
- 2) на применение функции Ляпунова;
- 3) методы корреляции;
- 4) симплексный метод.

2.3. Роль аргумента в функционалах играют:

- 1) производные функции;
- 2) переменные;
- 3) функции или кривые;
- 4) константы.

2.4. Функция Ляпунова имеет вид:

- 1) $v = v(x, t)$;
- 2) $\sum_{i=1}^n \lambda_i f_i(x, u)$;

- 3) $-\sum_{j=1}^n \lambda_j \frac{\partial f_j}{\partial x_i};$
- 4) $\frac{\partial H}{\partial \lambda} \frac{d\lambda}{dt} + \frac{\partial H}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial H}{\partial u} \frac{du}{dt}.$

2.5. Условие устойчивости нелинейных систем управления согласно методу Ляпунова имеет вид:

- 1) $v(x, t) > 0, \frac{\partial v}{\partial t} < 0;$
- 2) $v(x, t) = 0, \frac{\partial v}{\partial t} = 0;$
- 3) $v(x, t) < 0, \frac{\partial v}{\partial t} > 0;$
- 4) $v(x, t) = 0, \frac{\partial v}{\partial t} > 0.$

2.6. Модуль градиента функции определяется с помощью выражения:

- 1) $\sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)^2};$
- 2) $\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}, \frac{\partial f}{\partial x_2}, \dots, \frac{\partial f}{\partial x_n}\right);$
- 3) $f(x_0 + \Delta x, y_0 + \Delta y) - f(x_0, y_0);$
- 4) $x_i^{(0)} - \varepsilon \frac{\partial f}{\partial x_i} \Big|_{x=x^0}.$

2.7. Какой из нижеприведенных методов является одномерным методом детерминированного поиска:

- 1) градиентный метод;
- 2) метод «золотого сечения»;
- 3) метод случайных направлений с обратным шагом;
- 4) принцип максимума.

2.8. Функция Гамильтона вдоль оптимальной траектории процесса:

- 1) постоянна;
- 2) принимает переменные значения;
- 3) убывает;
- 4) возрастает.

2.9. Согласно принципу оптимальности построение стратегии управления многостадийным процессом необходимо проводить:

- 1) с начала процесса к концу;
- 2) с конца процесса к началу;
- 3) для всех стадий одновременно;
- 4) в произвольной последовательности.

2.10. Метод динамического программирования реализуется:

- 1) в 4 этапа;
- 2) в 2 этапа;

3) в 3 этапа;

4) в 1 этап.

Часть III. Задание на упорядочение ответов

Установите соответствие между разрозненными частями утверждения

3.1. Установите связь

1) принцип максимума	а) $\Gamma_0 = \min_u \max_s \gamma_s[u] \leq 1$
2) принцип оптимальности Беллмана	б) $H(x, \lambda, u, t) = \sum_{i=1}^n \lambda_i f_i(x, u)$
3) условие минимакса	в) $-\frac{\partial v}{\partial t} = \min_u \left[\sum_{i=1}^n \frac{\partial v}{\partial x_i} f_i + W \right]$

3.2. Установите соответствие между наименованием задачи и требованиями, предъявляемым к критериям:

1) основная задача управления	а) необходимо максимизировать (минимизировать) значение одного критерия
2) оптимизационная задача	б) необходимо максимизировать (минимизировать) значение нескольких критерия
3) задача векторной оптимизации	в) необходимо обеспечить ограничения, накладываемые на критерии, в виде неравенств

3.3. Установите соответствие между определением и математической формулировкой:

1) функция Гамильтона	а) $\dot{x}_i = \frac{\partial H}{\partial \lambda_i}, \dot{\lambda}_i = -\frac{\partial H}{\partial x_i}, i = 1, 2, \dots, n$
2) вектор количества движения	б) $H(x, \lambda, u, t) = \sum_{i=1}^n \lambda_i f_i(x, u)$
3) каноническая форма Гамильтона	в) $\dot{\lambda}_i = -\sum_{j=1}^n \lambda_j \frac{\partial f_j}{\partial x_i}, i = 1, 2, \dots, n$

3.4. Установите соответствие между определением и математической формой записи:

1) критерий	а) $a_{m_2+1,1}x_1 + a_{m_2+1,2}x_2 + \dots + a_{m_2+1,n}x_n = b_{m_2+1}$
2) ограничение типа равенство	б) $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$

3) ограничениетипанеравенство	в) $R = \sum_{j=1}^n c_j x_j$
-------------------------------	-------------------------------

3.5. Установите соответствие между результатом и необходимыми, достаточными условиями:

1) экстремумфункции	а) равенство нулю первой производной функции, вторая производная отрицательна
2) максимумфункции	б) равенство нулю первой производной функции
3) минимумфункции	в) равенство нулю первой производной функции, вторая производная положительна

Вариант №4

Часть I. Задание с выбором нескольких верных ответов

Из предложенных вариантов ответов выберите несколько верных.

1.1. Укажите одномерные методы детерминированного поиска в задачах нелинейного программирования:

- 1) симплексный метод;
- 2) метод «золотого сечения»;
- 3) метод случайных направлений с обратным шагом;
- 4) принцип максимума;
- 5) метод локализации экстремума.

1.2. Укажите необходимое и достаточное условия максимума функции:

- 1) положительное значение первой производной в точке экстремума;
- 2) равенство нулю первой производной функции в точке экстремума;
- 3) равенство нулю второй производной функции;
- 4) положительное значение второй производной в точке экстремума;
- 5) отрицательное значение второй производной в точке экстремума.

1.3. Критерий оптимальности выражают в виде экономической эффективности, оценку которой производят с учетом следующих факторов:

- 1) производительность;
- 2) объем капиталовложений;
- 3) рентабельность;
- 4) качественные показатели выпускаемой продукции;
- 5) эксплуатационные затраты.

1.4. Какие из нижеприведенных действий являются основными этапами принятия решений:

- 1) определение цели решения;
- 2) определение возможных вариантов решения проблемы;
- 3) определение возможных исходов каждого решения;
- 4) оптимизация скалярных критериев после введения для них приоритетов;
- 5) выбор наилучшего решения на основе поставленной цели.

1.5. Каким образом возможно вычисление вариации функционала:

- 1) с помощью производных подынтегральных функций функционала;
- 2) с помощью модуля функции;
- 3) с помощью разложения в ряд Тейлора;
- 4) с помощью операций логарифмирования;

- 5) с помощью функции Гамильтона.
- 1.6. К методам случайного поиска относятся:
 - 1) метод случайных направлений;
 - 2) метод сканирования;
 - 3) метод «слепого» поиска;
 - 4) метод наискорейшего спуска;
 - 5) метод локализации экстремума.
- 1.7. Укажите необходимое и достаточное условия максимума функции:
 - 1) положительное значение первой производной в точке экстремума;
 - 2) равенство нулю первой производной функции в точке экстремума;
 - 3) равенство нулю второй производной функции;
 - 4) положительное значение второй производной в точке экстремума;
 - 5) отрицательное значение второй производной в точке экстремума.
- 1.8. Перечислите основные понятия методов случайного поиска:
 - 1) градиент функции;
 - 2) случайный вектор;
 - 3) случайный выбор точки;
 - 4) «овраг» функции;
 - 5) шаг сканирования.
- 1.9. Минимум функционала следуют из условия:
 - 1) максимума энергии в системе;
 - 2) максимума мощности в системе;
 - 3) максимума функции Гамильтона;
 - 4) минимума функции Гамильтона;
 - 5) минимума функции полезности.
- 1.10. Цель адаптивного управления записывается в виде ограничений на отклонение показателей качества:
 - 1) $\gamma \leq \Delta$;
 - 2) $\int_0^{\infty} x dt \leq A$;
 - 3) $x = ky$;
 - 4) $x = y + u$;
 - 5) $x = y - u$.

Часть II. Задание с выбором одного верного ответа

Из предложенных вариантов ответов выберите только один верный вариант.

- 2.1. В основе динамического программирования используется:
 - 1) принцип оптимальности Беллмана;
 - 2) принцип максимума;
 - 3) уравнение Эйлера;
 - 4) симплексный метод.
- 2.2. Математическая формулировка принципа оптимальности для непрерывных процессов имеет вид:
 - 1) $-\frac{\partial v}{\partial t} = \min_u \left[\sum_{i=1}^n \frac{\partial v}{\partial x_i} f_i + W \right];$
 - 2) $R_N = \sum_{i=1}^N r_i(x^{(i-1)}, u^{(i)});$

$$3) f_N(x^{(0)}) = \max_{u^{(i)} \in U} \{f_1(x^{(0)}, u^{(1)}) + f_{N-1}[\varphi^{(1)}(x^{(0)}, u^{(1)})]\};$$

$$4) u_{N0} = (u_0^{(1)}, u_0^{(2)}, \dots, u_0^{(N)}).$$

2.3. «Золотое сечение» имеет значение:

$$1) z = \frac{1}{2} = 0.2;$$

$$2) z = \frac{3 - \sqrt{5}}{2} \approx 0.38;$$

$$3) z = \frac{3 - \sqrt{11}}{2} \approx -0.15;$$

$$4) z = 0.$$

2.4. Условие окончания поиска экстремума функции нескольких переменных в градиентном методе:

- 1) равенство нулю вектора-градиента;
- 2) равенство нулю функции цели;
- 3) равенство нулю одной из частных производных функции цели;
- 4) равенство нулю одной из независимых переменных.

2.5. Необходимое условие экстремума функции:

- 1) равенство нулю первой производной функции;
- 2) равенство нулю второй производной функции;
- 3) положительность первой производной функции;
- 4) положительность второй производной функции.

2.6. Асимптотическая устойчивость системы согласно прямому методу Ляпунова записывается в виде:

$$1) v(x, t) > 0, \frac{\partial v}{\partial t} < 0;$$

$$2) v(x, t) = 0, \frac{\partial v}{\partial t} = 0;$$

$$3) v(x, t) < 0, \frac{\partial v}{\partial t} > 0;$$

$$4) v(x, t) = 0, \frac{\partial v}{\partial t} > 0.$$

2.7. Какой из нижеприведенных методов является одномерным методом детерминированного поиска:

- 1) градиентный метод;
- 2) метод «золотого сечения»;
- 3) метод случайных направлений с обратным шагом;
- 4) принцип максимума.

2.8. Уравнение линейного объекта первого порядка имеет вид:

$$1) \dot{x} = ax + bu;$$

$$2) \dot{x} = \int_0^T ky^2 dt;$$

$$3) y = ax;$$

$$4) y = ax^2.$$

2.9. Классическая задача оптимизации:

- 1) имеет один критерий оптимальности;
- 2) имеет два критерия оптимальности;
- 3) имеет множество критериев оптимальности;
- 4) не имеет критериев оптимальности.

2.10. Контур адаптации в адаптивной системе управления предназначен для:

- 1) коррекции параметров регулятора основного контура;
- 2) адаптации параметров уравнения объекта;
- 3) управления объектом;
- 4) возмущения на объект управления.

Часть III. Задание на упорядочение ответов

Установите соответствие между разрозненными частями утверждения

3.1. Установите соответствие между методом и основным понятием метода:

1) метод сканирования	а) шаг «сетки»
2) метод случайного поиска	б) градиентфункции
3) метод наискорейшего спуска	в) последовательность случайных чисел

3.2. Установите причинно-следственную связь:

1) если $\Gamma = \max_s \gamma_s[u] \leq 1$	а) то основная задача управления не имеет решения
2) если $\Gamma_0 = \min_u \max_s \gamma_s[u] > 1$	б) то основная задача управления имеет решение
3) если $\Gamma = \max_s \gamma_s[u_k] \leq 1, k = 1, 2, \dots, m$	в) то основная задача управления имеет m решений

3.3. Установите способ задания шага поиска

1) метод сканирования	а) $x^{(k+1)} = x^{(k)} + h\alpha^{(k)}$
2) методслучайногопоиска	б) $x^{(k+1)} = x^{(k)} - \varepsilon \frac{\partial f}{\partial x}$
3) метод наискорейшего спуска	в) $x^{(k+1)} = x^{(k)} + \Delta x$

3.4. Определите сущность метода

1) построение области Парето	а) упорядочивание критериев по важности и построение процедур последовательной оптимизации сначала по первому критерию, затем по второму, третьему и т.д.
2) последовательная оптимизация скалярных критериев	б) построение решения, которое нельзя улучшить одновременно по всем скалярным критериям
3) оптимизация на основе компромиссных отношений	в) установление весовых соотношений между локальными критериями

3.5. Установите соответствие между задачей и формой записи функционала:

1) задача оптимального быстродействия	а) $J = X(T) \rightarrow \min$
2) задача управления конечным состоянием	б) $J = \int_0^T F(x, u, t) dt \rightarrow \min$
3) задача управления по минимуму интеграла	в) $J = T \rightarrow \min$

Критерии оценки

При оценке результатов выполнения тестовых заданий в рамках дисциплины используется рейтинговая система. Согласно рейтинговой системе оценка результатов тестирования формирует текущий рейтинг $R_{\text{тек}}$. Максимальное значение оценки равно 10 б. Тест считается пройденным, если студент получил за него не менее – 6 б.

Критерии оценки представлены в табл.

Критерии оценки	Количество баллов
Часть I. Задание с выбором нескольких верных ответов	0-3
Часть II. Задание с выбором одного верного ответа	0-3
Часть III. Задание на упорядочение ответов	0-4
ИТОГО	0-10