

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

« 17 » 04 2021 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

Б1.В.ДВ.02.01 Теория принятия решений

(наименование дисциплины)

15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)

бакалавр

Очная, заочная

Нижнекамск, 2021 г.

Составитель ФОС:

доцент
(должность)

(подпись)

А.В. Садыков
(Ф.И.О)

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

Зав. кафедрой

(подпись)

О.В. Матухина
(Ф.И.О.)

Эксперт:

Руководитель ООП

Ф.И.О., должность, организация, подпись

Л.А. Амаева

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

ПК-4: способностью участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования;

ПК-28: способность организовывать работы по повышению научно-технических знаний, развитию творческой инициативы, рационализаторской и изобретательской деятельности, внедрению достижений отечественной и зарубежной науки, техники, использованию передового опыта, обеспечивающие эффективную работу учреждения, предприятия.

Индикаторы достижения компетенции	Этапы формирования в процессе освоения дисциплины (указать все темы из РПД) (Очная / заочная)				Наименование оценочного средства
	Лекции	Практически е Занятия, лабораторные практикум	Лабораторные занятия	Курсовой проект (работа)	
ПК-4	Тема 1, тема 2, тема 3, тема 4, тема 5, тема 6, тема 7, тема 8, тема 9 / Темы 1-9	Не предусмотре ны	Темы 1-6 / Темы 1-4	Не предусмотрен ы	Текущий контроль, лабораторные работы, экзамен / Текущий контроль, лабораторные работы, контрольная работа, экзамен
ПК-28	Тема 1, тема 2, тема 3, тема 4, тема 5, тема 6, тема 7, тема 8, тема 9 / Темы 1-9	Не предусмотре ны	Темы 1-6 / Темы 1-4	Не предусмотрен ы	Текущий контроль, лабораторные работы, экзамен / Текущий контроль, лабораторные работы, контрольная работа, экзамен

					экзамен
--	--	--	--	--	---------

Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

(Очная / заочная)

Лабораторный практикум, текущий контроль, контрольная работа		
Лабораторная работа	Балл	
	Очная форма	заочная форма
	5 семестр	6 семестр
№1	5 – 9	6 – 10
№2	6 – 9	7 – 12
№3	5 – 9	6 – 10
№4	5 – 9	7 – 12
№5	6 – 9	–
№6	5 – 9	–
Текущий контроль	4 - 6	4 – 6
Контрольная работа	-	6 - 10
ИТОГО	36-60	36-60

Экзамен	24 - 40 баллов
----------------	----------------

Шкала оценивания

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:	
			экзамен / зачет с оценкой	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	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если ответы на вопросы по темам дисциплины последовательны, логически изложены, допускаются незначительные недочеты в ответе студента, такие как отсутствие самостоятельного вывода, речевые ошибки и пр
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 (не зачтено)	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	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не знает основных понятий темы дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя.

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

УТВЕРЖДАЮ
Зав.кафедрой _____ О.В. Матухина
« _____ » _____ 20 _____ г.

Экзаменационный билет № 1

по дисциплине «Теория принятия решений»

1. Основные этапы принятия решения. Пример количественного анализа принимаемого решения при сбыте продукции.
2. Свойства функции Гамильтона.

Составитель

А.В. Садыков

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

УТВЕРЖДАЮ
Зав.кафедрой _____ О.В. Матухина
« _____ » _____ 20 _____ г.

Экзаменационный билет № 2

по дисциплине «Теория принятия решений»

1. Функция полезности. Определение размеров риска.
2. Оптимизация многостадийных процессов.

Составитель

А.В. Садыков

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

Зав.кафедрой _____ УТВЕРЖДАЮ
« _____ » _____ 20____ г.
О.В. Матухина

Экзаменационный билет № 3

по дисциплине «Теория принятия решений»

1. Задача с вазами.
2. Вычислительная процедура метода динамического программирования.

Составитель

А.В. Садыков

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

Зав.кафедрой _____ УТВЕРЖДАЮ
« _____ » _____ 20____ г.
О.В. Матухина

Экзаменационный билет № 4

по дисциплине «Теория принятия решений»

1. Многокритериальные задачи в теории принятия решений. Основная задача управления и метод ее решения.
2. Оптимизация многостадийных процессов.

Составитель

А.В. Садыков

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

Зав.кафедрой _____ УТВЕРЖДАЮ
« _____ » _____ 20 ____ г.
О.В. Матухина

Экзаменационный билет № 5

по дисциплине «Теория принятия решений»

1. Геометрическая интерпретация ОЗУ.
2. Аналитическое конструирование оптимального регулятора.

Составитель

А.В. Садыков

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

Зав.кафедрой _____ УТВЕРЖДАЮ
« _____ » _____ 20 ____ г.
О.В. Матухина

Экзаменационный билет № 6

по дисциплине «Теория принятия решений»

1. Эквивалентные преобразования ОЗУ.
2. Оптимальное распределение реакционных объемов в каскаде реакторов идеального смешения.

Составитель

А.В. Садыков

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

Зав.кафедрой _____ УТВЕРЖДАЮ
« _____ » _____ 20 ____ г.
О.В. Матухина

Экзаменационный билет № 7

по дисциплине «Теория принятия решений»

1. Условие разрешимости ОЗУ на основе минимакса.
2. Особенности задачи управления реальными процессами.

Составитель

А.В. Садыков

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

Зав.кафедрой _____ УТВЕРЖДАЮ
« _____ » _____ 20 ____ г.
О.В. Матухина

Экзаменационный билет № 8

по дисциплине «Теория принятия решений»

1. Свойства ОЗУ в линейной постановке.
2. Задача принятия решений по векторному критерию.

Составитель

А.В. Садыков

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

УТВЕРЖДАЮ
Зав.кафедрой _____ О.В. Матухина
« _____ » _____ 20 ____ г.

Экзаменационный билет № 9

по дисциплине «Теория принятия решений»

1. Задачи принятия решений по векторному критерию.
2. Управление динамическими режимами ректификационной установки.

Составитель

А.В. Садыков

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

УТВЕРЖДАЮ
Зав.кафедрой _____ О.В. Матухина
« _____ » _____ 20 ____ г.

Экзаменационный билет № 10

по дисциплине «Теория принятия решений»

1. Множество решений, оптимальных по Парето.
2. Основные этапы принятия решения.

Составитель

А.В. Садыков

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

УТВЕРЖДАЮ
Зав.кафедрой _____ О.В. Матухина
« _____ » _____ 20 ____ г.

Экзаменационный билет № 11

по дисциплине «Теория принятия решений»

1. Последовательная оптимизация скалярных критериев. Оптимизация на основе компромиссных отношений.
2. Особенности задачи управления реальными процессами.

Составитель

А.В. Садыков

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

УТВЕРЖДАЮ
Зав.кафедрой _____ О.В. Матухина
« _____ » _____ 20 ____ г.

Экзаменационный билет № 12

по дисциплине «Теория принятия решений»

1. Основные этапы принятия решения.
2. Свойства функции Гамильтона (H). Синтез оптимального регулятора.

Составитель

А.В. Садыков

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

Зав.кафедрой _____ УТВЕРЖДАЮ
« _____ » _____ 20 ____ г.
О.В. Матухина

Экзаменационный билет № 13

по дисциплине «Теория принятия решений»

1. Многокритериальные задачи теории принятия решений.
2. Оптимизация многостадийных процессов.

Составитель

А.В. Садыков

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

Зав.кафедрой _____ УТВЕРЖДАЮ
« _____ » _____ 20 ____ г.
О.В. Матухина

Экзаменационный билет № 14

по дисциплине «Теория принятия решений»

1. Вычислительная процедура метода динамического программирования.
2. Марковские модели принятия решений.

Составитель

А.В. Садыков

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

УТВЕРЖДАЮ
Зав.кафедрой _____ О.В. Матухина
« _____ » _____ 20 ____ г.

Экзаменационный билет № 15

по дисциплине «Теория принятия решений»

1. Принятие решений в условиях неопределенности.
2. Управление динамическими режимами ректификационной установки.

Составитель

А.В. Садыков

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

УТВЕРЖДАЮ
Зав.кафедрой _____ О.В. Матухина
« _____ » _____ 20 ____ г.

Экзаменационный билет № 16

по дисциплине «Теория принятия решений»

1. Эквивалентное преобразование ОЗУ.
2. Особенности задачи управления реальными процессами.

Составитель

А.В. Садыков

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

УТВЕРЖДАЮ
Зав.кафедрой _____ О.В. Матухина
« _____ » _____ 20____ г.

Экзаменационный билет № 17

по дисциплине «Теория принятия решений»

1. Основные этапы принятия решения.
2. Три задачи оптимального управления. Сведение их к задаче минимизации координаты процесса.

Составитель

А.В. Садыков

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

УТВЕРЖДАЮ
Зав.кафедрой _____ О.В. Матухина
« _____ » _____ 20____ г.

Экзаменационный билет № 18

по дисциплине «Теория принятия решений»

1. Задачи принятия решений по векторному критерию.
2. Формулировка принципа максимума в задаче со свободным правым концом.

Составитель

А.В. Садыков

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

УТВЕРЖДАЮ
Зав.кафедрой _____ О.В. Матухина
« _____ » _____ 20____ г.

Экзаменационный билет № 19

по дисциплине «Теория принятия решений»

1. Решение задач многокритериальной оптимизации.
2. Свойства функции Гамильтона (H).

Составитель

А.В. Садыков

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

УТВЕРЖДАЮ
Зав.кафедрой _____ О.В. Матухина
« _____ » _____ 20____ г.

Экзаменационный билет № 20

по дисциплине «Теория принятия решений»

1. Синтез оптимального регулятора.
2. Вычислительная процедура метода динамического программирования.

Составитель

А.В. Садыков

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

Комплект лабораторных работ по дисциплине «Теория принятия решений»

Очная форма

Лабораторная работа №1

Тема 1: «Многокритериальная задача управления динамическими режимами ректификационной установки. Уравнения процесса ректификации. Расчет статики процесса».

Задание: освоить математическую модель статики и динамики процесса ректификации.

Исходные данные для выполнения лабораторной работы

Расчет статики процесса (процедура STAT B06) проводится при $x_0 = (x_0^{\min} + x_0^{\max}) / 2$

Длительность тактов управления принята равной $\Delta t = 0.25$ ч, управление в каждом такте постоянно; длительность переходного процесса – $\tau_e = 3$ ч. Возмущение подается один раз – в начальный момент времени. Решение системы дифференциальных уравнений находится численным методом Эйлера. $M(C_5H_{12}) = 72 \text{ кг / кмоль}$, $M(C_6H_{14}) = 86 \text{ кг / кмоль}$;

$H = 8 \text{ кмоль}$; $\beta_1 = 640 \text{ д.е./кмоль}$; $\beta_2 = 1000 \text{ д.е./кмоль}$; $S = 0.0009 \text{ д.е. / ккал}$; $h = 665 \text{ ккал/кг}$; $r_{cm} = 76 \text{ ккал/кг}$; $r_{п} = 539 \text{ ккал/кг}$. Исходные данные для вариантов приведены в [3, с.37-38] (раздел 11.1 РП).

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Ознакомиться с математической моделью процесса ректификации. Составить уравнения баланса.
2. Разработать блок-схему алгоритма управления процессом, обеспечивающего выполнение неравенств. Описание алгоритма.
3. Разработать программу расчета статики.

Лабораторная работа №2

Тема 2: «Многокритериальная задача управления динамическими режимами ректификационной установки. Расчет динамики процесса».

Задание: Освоить методологию решения основной задачи управления; построить закон управления переходными режимами работы ректификационной колонны, вызванными возмущениями по каналу подачи сырья.

Исходные данные для выполнения лабораторной работы

Варианты заданий аналогичны лабораторной работе №1.

Порядок выполнения лабораторной работы аналогичен лабораторной работе №1.

1. Разработать алгоритм расчета динамики процесса.
2. Выполнить процедуру эквивалентного преобразования задачи.

3. Разработать программу расчета динамики.
4. Построить графические зависимости управления и функционалов от времени.
5. Провести анализ результатов.
6. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №3

Тема 3: «Управление переходными режимами ректификационной колонны. Математическая модель процесса».

Задание: Освоить методологию решения задачи управления переходными режимами; освоить математическую модель динамики процесса ректификации.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить теоретический материал.
2. Разработать математическую модель динамики процесса ректификации.
3. Провести анализ математической модели.
4. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №4

Тема 4: «Алгоритм управления переходным режимом процесса ректификации».

Задание: Разработать алгоритм управления переходным режимом процесса ректификации.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить теоретический материал.
2. Разработать алгоритм управления переходным режимом процесса ректификации.
3. Разработать программу расчета на основе алгоритма.
4. Провести расчеты с конкретными исходными данными.
5. Провести анализ полученных результатов.
6. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №5

Тема 5: «Оптимизация реактора идеального вытеснения на основе принципа максимума. Часть 1».

Задание: на основе принципа максимума разработать алгоритм решения задачи оптимизации реактора идеального вытеснения.

Исходные данные для выполнения лабораторной работы

№ вар.	E_1/R_g	E_2/R_g	T_1	T_2	$K_{1\infty}$	$K_{2\infty}$
1	2000	5000	600	900	3.5	0.5
2	2000	5000	700	1000	6	0.3
3	1000	6000	600	900	5	0.9
4	2000	5000	600	900	6	0.6
5	2000	6000	600	900	5	0.8
6	2200	5700	600	900	3.6	0.6
7	1000	5500	600	900	5	0.9
8	3000	8000	600	900	4	0.5
9	2100	5500	600	900	3.5	0.55
10	2300	5700	600	900	3.8	0.7
11	2000	7000	600	900	8	1
12	2000	7000	600	900	7	0.3
13	2000	5000	700	1000	6	0.55
14	2300	5500	600	900	3.8	0.5
15	2000	5000	600	900	3.5	0.6

16	1500	4500	600	900	4	0.65
17	2100	6500	600	900	6	0.7
18	1500	6000	600	900	6	0.65
19	1900	5000	600	900	6	0.6
20	2000	5000	600	900	4	0.6

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить принцип максимума.
2. Получить задание и исходные данные.
3. Разработать алгоритм решения задачи оптимизации реактора идеального вытеснения и составить блок-схему.

Лабораторная работа №6

Тема 6: «Оптимизация реактора идеального вытеснения на основе принципа максимума. Часть 2».

Задание: составить блок-схему алгоритма, разработать программу, провести расчеты.

Исходные данные для выполнения лабораторной работы

Варианты заданий аналогичны лабораторной работе №5.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Разработать программу решения задачи на ЭВМ.
2. Исследовать влияние величины рабочего шага поиска начальных условий для интегрирования сопряженных систем уравнений на погрешность расчета.
3. Проанализировать влияние шага интегрирования в методе Рунге-Кутты на оптимальные фазовые траектории концентраций и температурный профиль по длине реактора.
4. Подготовить ответы на контрольные вопросы.

Заочная форма

Лабораторная работа №1

Тема 1: «Многокритериальная задача управления динамическими режимами ректификационной установки. Уравнения процесса ректификации. Расчет статики процесса».

Задание: освоить математическую модель статики и динамики процесса ректификации.

Исходные данные для выполнения лабораторной работы

Расчет статики процесса (процедура STAT B06) проводится при $x_0 = (x_0^{\min} + x_0^{\max}) / 2$

Длительность тактов управления принята равной $\Delta\tau=0.25$ ч, управление в каждом такте постоянно; длительность переходного процесса – $\tau_c=3$ ч. Возмущение подается один раз – в начальный момент времени. Решение системы дифференциальных уравнений находится численным методом Эйлера. $M(C_3H_{12}) = 72$ кг / кмоль, $M(C_6H_{14}) = 86$ кг / кмоль;

$N=8$ кмоль; $\beta_1=640$ д.е./кмоль; $\beta_2=1000$ д.е./кмоль; $S=0.0009$ д.е. / ккал; $h=665$ ккал/кг; $r_{cm}=76$ ккал/кг; $r_n=539$ ккал/кг. Исходные данные для вариантов приведены в [3, с.38] (раздел 11.1 РП).

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Ознакомиться с математической моделью процесса ректификации. Составить уравнения баланса.
2. Разработать блок-схему алгоритма управления процессом, обеспечивающего выполнение неравенств. Описание алгоритма.
3. Разработать программу расчета статики.

Лабораторная работа №2

Тема 2: «Многокритериальная задача управления динамическими режимами ректификационной установки. Расчет динамики процесса».

Задание: Освоить методологию решения основной задачи управления; построить закон управления переходными режимами работы ректификационной колонны, вызванными возмущениями по каналу подачи сырья.

Исходные данные для выполнения лабораторной работы

Варианты заданий аналогичны лабораторной работе №1.

Порядок выполнения лабораторной работы аналогичен лабораторной работе №1.

1. Разработать алгоритм расчета динамики процесса.
2. Выполнить процедуру эквивалентного преобразования задачи.
3. Разработать программу расчета динамики.
4. Построить графические зависимости управления и функционалов от времени.
5. Провести анализ результатов.
6. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №3

Тема 3: «Управление переходными режимами ректификационной колонны».

Задание: Освоить методологию решения задачи управления переходными режимами.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить теоретический материал.
2. Освоить математическую модель динамики процесса ректификации.
3. Разработать алгоритм управления переходным режимом процесса ректификации.
4. Разработать программу расчета на основе алгоритма.
5. Провести анализ полученных результатов.

Лабораторная работа №4

Тема 4: «Оптимизация реактора идеального вытеснения на основе принципа максимума».

Задание: на основе принципа максимума разработать алгоритм решения задачи оптимизации реактора идеального вытеснения.

Исходные данные для выполнения лабораторной работы

№ вар.	E_1/R_g	E_2/R_g	T_1	T_2	$K_{1\infty}$	$K_{2\infty}$
1	2000	5000	600	900	3.5	0.5
2	2000	5000	700	1000	6	0.3
3	1000	6000	600	900	5	0.9
4	2000	5000	600	900	6	0.6
5	2000	6000	600	900	5	0.8
6	2200	5700	600	900	3.6	0.6
7	1000	5500	600	900	5	0.9
8	3000	8000	600	900	4	0.5
9	2100	5500	600	900	3.5	0.55
10	2300	5700	600	900	3.8	0.7
11	2000	7000	600	900	8	1
12	2000	7000	600	900	7	0.3
13	2000	5000	700	1000	6	0.55
14	2300	5500	600	900	3.8	0.5
15	2000	5000	600	900	3.5	0.6
16	1500	4500	600	900	4	0.65
17	2100	6500	600	900	6	0.7
18	1500	6000	600	900	6	0.65
19	1900	5000	600	900	6	0.6

20	2000	5000	600	900	4	0.65
----	------	------	-----	-----	---	------

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить принцип максимума.
2. Получить задание и исходные данные.
3. Разработать алгоритм решения задачи оптимизации реактора идеального вытеснения.
4. Разработать программу решения задачи на ЭВМ.
5. Проанализировать влияние шага интегрирования в методе Рунге-Кутты на оптимальные фазовые траектории концентраций и температурный профиль по длине реактора.
6. Подготовить отчет по лабораторной работе.

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

Факультет информационных технологий

Кафедра ИСТ

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*

Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

Семестр 5/6

Комплект заданий для контрольной работы
по дисциплине «Теория принятия решений»

Задание I.

Тема «Применение симплексного метода в задачах линейного программирования»

Требуется найти максимальное значение критерия, представленного в линейной форме, при линейных ограничениях типа «неравенство».

Варианты заданий

<p><i>Варианты 1</i></p> $R = x_1 - 2x_2 + x_3 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 4x_2 + x_3 = 5; \\ x_1 - 2x_2 - x_3 = -1. \end{cases}$ $x_i \geq 0, i = 1, 2, 3; \lambda^{(0)} = (1, 1, 0)$	<p><i>Варианты 2</i></p> $R = 2x_1 + x_2 + 3x_3 + x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 5x_3 - x_4 = 4; \\ x_1 - x_2 - x_3 + 2x_4 = 1. \end{cases}$ $x_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4; \lambda^{(0)} = (0, 0, 1, 1)$
<p><i>Варианты 3</i></p> $R = 6x_1 + x_2 + 4x_3 - 5x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 3x_1 + x_2 - x_3 + x_4 = 4; \\ 5x_1 + x_2 + x_3 - x_4 = 4. \end{cases}$ $x_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4; \lambda^{(0)} = (1, 0, 0, 1)$	<p><i>Варианты 4</i></p> $R = x_1 + 2x_2 + 3x_3 - x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 - 3x_2 - x_3 - 2x_4 = -4; \\ x_1 - x_2 + x_3 = -1. \end{cases}$ $x_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4; \lambda^{(0)} = (0, 1, 1, 0)$
<p><i>Варианты 5</i></p> $R = x_1 - 3x_2 - 5x_3 - x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 4x_2 + 4x_3 + x_4 = 5; \\ x_1 + 7x_2 + 8x_3 + 2x_4 = 8. \end{cases}$ $x_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4; \lambda^{(0)} = (1, 1, 0, 0)$	<p><i>Варианты 6</i></p> $R = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 3x_2 + x_3 + 2x_4 = 5; \\ 2x_1 + x_2 - x_3 = 1. \end{cases}$ $x_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4; \lambda^{(0)} = (0, 1, 0, 1)$
<p><i>Варианты 7</i></p> $R = x_1 - 3x_2 - 8x_3 - 2x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 3x_2 + 4x_3 + x_4 = 4; \\ x_1 + 5x_2 + 8x_3 + 2x_4 = 6. \end{cases}$ $x_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4; \lambda^{(0)} = (1, 1, 0, 0)$	<p><i>Варианты 8</i></p> $R = 2x_1 + x_2 + 3x_3 + x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 3x_2 + x_3 + 2x_4 = 3; \\ 2x_1 + 2x_2 - 2x_3 = 2. \end{cases}$ $x_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4; \lambda^{(0)} = (1, 0, 0, 1)$
<p><i>Варианты 9</i></p> $R = 2x_1 - x_2 + 4x_3 - 3x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 4x_1 + x_2 - 2x_3 + 3x_4 = 2; \\ 2x_1 + x_2 - x_3 - x_4 = 0. \end{cases}$ $x_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4; \lambda^{(0)} = (0, 1, 0, 1)$	<p><i>Варианты 10</i></p> $R = 2x_1 + 2x_2 + 2x_3 - x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 - 3x_2 - x_3 - 2x_4 = -4; \\ x_1 - 2x_2 + x_3 = -2. \end{cases}$ $x_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4; \lambda^{(0)} = (0, 1, 1, 0)$

<p><i>Варианты 11</i></p> $R = x_1 + 2x_2 + x_3 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 4x_2 + x_3 = 5; \\ x_1 - 2x_2 - x_3 = -1. \end{cases}$ $x_i \geq 0, i = 1, 2, 3; \lambda^{(0)} = (1, 1, 0)$	<p><i>Варианты 12</i></p> $R = 8x_1 + x_2 + 3x_3 + 2x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 5x_3 - x_4 = 4; \\ x_1 - x_2 - x_3 + 2x_4 = 1. \end{cases}$ $x_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4; \lambda^{(0)} = (0, 0, 1, 1)$
<p><i>Варианты 13</i></p> $R = 6x_1 + 2x_2 + 5x_3 - 5x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 3x_1 + x_2 - x_3 + x_4 = 4; \\ 5x_1 + x_2 + x_3 - x_4 = 4. \end{cases}$ $x_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4; \lambda^{(0)} = (1, 0, 0, 1)$	<p><i>Варианты 14</i></p> $R = x_1 - 2x_2 + 3x_3 - 5x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 - 3x_2 - x_3 - 2x_4 = -4; \\ x_1 - x_2 + x_3 = -1. \end{cases}$ $x_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4; \lambda^{(0)} = (0, 1, 1, 0)$
<p><i>Варианты 15</i></p> $R = 2x_1 - 2x_2 - 5x_3 - x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 4x_2 + 4x_3 + x_4 = 5; \\ x_1 + 7x_2 + 8x_3 + 2x_4 = 8. \end{cases}$ $x_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4; \lambda^{(0)} = (1, 1, 0, 0)$	<p><i>Варианты 16</i></p> $R = 5x_1 + x_2 + x_3 + 7x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 3x_2 + x_3 + 2x_4 = 5; \\ 2x_1 + x_2 - x_3 = 1. \end{cases}$ $x_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4; \lambda^{(0)} = (0, 1, 0, 1)$
<p><i>Варианты 17</i></p> $R = 5x_1 + 3x_2 - 8x_3 - 2x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 3x_2 + 4x_3 + x_4 = 4; \\ x_1 + 5x_2 + 8x_3 + 2x_4 = 6. \end{cases}$ $x_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4; \lambda^{(0)} = (1, 1, 0, 0)$	<p><i>Варианты 18</i></p> $R = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 3x_2 + x_3 + 2x_4 = 3; \\ 2x_1 + 2x_2 - 2x_3 = 2. \end{cases}$ $x_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4; \lambda^{(0)} = (1, 0, 0, 1)$
<p><i>Варианты 19</i></p> $R = 5x_1 - x_2 + 4x_3 - x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 4x_1 + x_2 - 2x_3 + 3x_4 = 2; \\ 2x_1 + x_2 - x_3 - x_4 = 0. \end{cases}$ $x_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4; \lambda^{(0)} = (0, 1, 0, 1)$	<p><i>Варианты 20</i></p> $R = x_1 + 2x_2 + 4x_3 - x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 - 3x_2 - x_3 - 2x_4 = -4; \\ x_1 - 2x_2 + x_3 = -2. \end{cases}$ $x_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4; \lambda^{(0)} = (0, 1, 1, 0)$

Задание II.

Тема «Оптимизация реактора идеального смешения нелинейного программирования». Необходимо найти оптимальные условия, минимизирующие себестоимость получаемого продукта Р из исходного сырья А, с учетом затрат на сырье и амортизацию реактора.

Исходные данные

$$x_A^{(0)} = 1, S_A = 100, S_V = 200, h_{\min}^T = 0.1, h_{\min}^r = 0.001, \\ k_{1\infty} = 853.13, k_{2\infty} = 735169.71, \varepsilon = 0.01.$$

В вариантах 1-4 использовать градиентный метод, в вариантах 5-8 – метод наискорейшего спуска, в вариантах 9-12 – метод случайных направлений, в вариантах 13-16 – метод случайных направлений с обратным шагом, в вариантах 17-20 – метод сканирования с переменным шагом.

Варианты заданий приведены в следующей таблице:

№	E_1/R_s	E_2/R_s	z_1	z_2	T_{\min}	τ_{\min}	T_{\max}	τ_{\max}
1	2500	5000	$\sqrt{3}$	$\sqrt{5}$	390	0.2	425	0.8
2	3000	6000	$\sqrt{5}$	$\sqrt{7}$	350	0.1	400	0.9
3	2750	5200	$\sqrt{7}$	$\sqrt{5}$	360	0.15	410	0.85
4	2100	4900	$\sqrt{3}$	$\sqrt{7}$	300	0.05	400	0.7
5	2250	4150	$\sqrt{5}$	$\sqrt{7}$	325	0.15	450	0.9
6	2450	5200	$\sqrt{3}$	$\sqrt{7}$	350	0.3	440	0.95
7	2800	5400	$\sqrt{7}$	$\sqrt{3}$	325	0.25	450	0.75
8	3000	6000	$\sqrt{7}$	$\sqrt{5}$	400	0.1	475	0.9
9	2500	5100	$\sqrt{3}$	$\sqrt{5}$	380	0.15	430	0.7
10	1900	5000	$\sqrt{5}$	$\sqrt{7}$	350	0.1	390	0.8
11	1800	4800	$\sqrt{5}$	$\sqrt{7}$	325	0.2	375	0.7
12	2000	5000	$\sqrt{3}$	$\sqrt{5}$	350	0.1	450	0.9
13	2500	5000	$\sqrt{7}$	$\sqrt{5}$	390	0.2	425	0.8
14	2200	5200	$\sqrt{3}$	$\sqrt{5}$	380	0.1	420	0.9
15	2500	5000	$\sqrt{3}$	$\sqrt{7}$	380	0.2	425	0.8
16	3100	5800	$\sqrt{3}$	$\sqrt{5}$	390	0.2	420	0.9
17	2750	5500	$\sqrt{7}$	$\sqrt{5}$	360	0.15	410	0.85
18	2100	4900	$\sqrt{3}$	$\sqrt{7}$	300	0.05	400	0.7
19	2250	4100	$\sqrt{5}$	$\sqrt{7}$	325	0.15	450	0.9
20	2400	5200	$\sqrt{3}$	$\sqrt{7}$	350	0.3	440	0.95

Задание III.

Тема «Принцип максимума».

Варианты заданий

Вариант 1	Вариант 2
Дана система $\dot{x}_1 = u^2$, $\dot{x}_2 = x_1 + u$; $x_1(0) = x_{10}$, $x_2(0) = x_{20}$ Необходимо найти управление u , минимизирующее функционал $J = x_1(T) + x_2(T)$.	Дана система $\dot{x}_1 = 6u^2$, $\dot{x}_2 = 2x_1 + u$; $x_1(0) = x_{10}$, $x_2(0) = x_{20}$ Необходимо найти управление u , минимизирующее функционал $J = 3x_1(T) + 3x_2(T)$.
Вариант 3	Вариант 4
Дана система $\dot{x}_1 = 2u^2$, $\dot{x}_2 = x_1 - 3u$; $x_1(0) = x_{10}$, $x_2(0) = x_{20}$ Необходимо найти управление u , минимизирующее функционал $J = 2x_1(T) + 7x_2(T)$.	Дана система $\dot{x}_1 = 8u^2$, $\dot{x}_2 = x_1 - 4u$; $x_1(0) = x_{10}$, $x_2(0) = x_{20}$ Необходимо найти управление u , минимизирующее функционал $J = 4x_1(T) + 7x_2(T)$.
Вариант 5	Вариант 6
Дана система $\dot{x}_1 = u^2$, $\dot{x}_2 = 2x_1 + u$; $x_1(0) = x_{10}$, $x_2(0) = x_{20}$ Необходимо найти управление u , минимизирующее функционал $J = 2x_1(T)$.	Дана система $\dot{x}_1 = u^2$, $\dot{x}_2 = 2x_1 + u$; $x_1(0) = x_{10}$, $x_2(0) = x_{20}$ Необходимо найти управление u , минимизирующее функционал $J = 2x_1(T) + 4x_2(T)$.

<p><i>Вариант 7</i></p> <p>Дана система</p> $\dot{x}_1 = 4u^2, \quad \dot{x}_2 = 2x_1 + 3u;$ $x_1(0) = x_{10}, \quad x_2(0) = x_{20}$ <p>Необходимо найти управление u, минимизирующее функционал</p> $J = 5x_1(T) - 2x_2(T).$	<p><i>Вариант 8</i></p> <p>Дана система</p> $\dot{x}_1 = u^2, \quad \dot{x}_2 = 2x_1 - 8u;$ $x_1(0) = x_{10}, \quad x_2(0) = x_{20}$ <p>Необходимо найти управление u, минимизирующее функционал</p> $J = -x_1(T) - 2x_2(T).$
<p><i>Вариант 9</i></p> <p>Дана система</p> $\dot{x}_1 = 8u^2, \quad \dot{x}_2 = 2x_1 + 3u;$ $x_1(0) = x_{10}, \quad x_2(0) = x_{20}$ <p>Необходимо найти управление u, минимизирующее функционал</p> $J = 3x_1(T) - 5x_2(T).$	<p><i>Вариант 10</i></p> <p>Дана система</p> $\dot{x}_1 = 3u^2, \quad \dot{x}_2 = x_1 - 3u;$ $x_1(0) = x_{10}, \quad x_2(0) = x_{20}$ <p>Необходимо найти управление u, минимизирующее функционал</p> $J = 3x_1(T) + 9x_2(T).$
<p><i>Вариант 11</i></p> <p>Дана система $\dot{x}_1 = u^2, \quad \dot{x}_2 = x_1 + 7u;$</p> $x_1(0) = x_{10}, \quad x_2(0) = x_{20}$ <p>Необходимо найти управление u, минимизирующее функционал</p> $J = 2x_1(T) + 2x_2(T).$	<p><i>Вариант 12</i></p> <p>Дана система $\dot{x}_1 = 2u^2, \quad \dot{x}_2 = 12x_1 + u;$</p> $x_1(0) = x_{10}, \quad x_2(0) = x_{20}$ <p>Необходимо найти управление u, минимизирующее функционал</p> $J = 12x_1(T) + x_2(T).$
<p><i>Вариант 13</i></p> <p>Дана система</p> $\dot{x}_1 = 3u^2, \quad \dot{x}_2 = 3x_1 - 3u;$ $x_1(0) = x_{10}, \quad x_2(0) = x_{20}$ <p>Необходимо найти управление u, минимизирующее функционал</p> $J = 2x_1(T) + x_2(T).$	<p><i>Вариант 14</i></p> <p>Дана система</p> $\dot{x}_1 = 4u^2, \quad \dot{x}_2 = 3x_1 + 3u;$ $x_1(0) = x_{10}, \quad x_2(0) = x_{20}$ <p>Необходимо найти управление u, минимизирующее функционал</p> $J = x_1(T) + x_2(T).$
<p><i>Вариант 15</i></p> <p>Дана система $\dot{x}_1 = 6u^2, \quad \dot{x}_2 = 4x_1 + u;$</p> $x_1(0) = x_{10}, \quad x_2(0) = x_{20}$ <p>Необходимо найти управление u, минимизирующее функционал</p> $J = 2x_1(T) + 3x_2(T).$	<p><i>Вариант 16</i></p> <p>Дана система $\dot{x}_1 = 2u^2, \quad \dot{x}_2 = 2x_1 + u;$</p> $x_1(0) = x_{10}, \quad x_2(0) = x_{20}$ <p>Необходимо найти управление u, минимизирующее функционал</p> $J = 2x_1(T) + 2x_2(T).$
<p><i>Вариант 17</i></p> <p>Дана система</p> $\dot{x}_1 = 8u^2, \quad \dot{x}_2 = 4x_1 + 5u;$ $x_1(0) = x_{10}, \quad x_2(0) = x_{20}$ <p>Необходимо найти управление u, минимизирующее функционал</p> $J = 7x_1(T) - 7x_2(T).$	<p><i>Вариант 18</i></p> <p>Дана система</p> $\dot{x}_1 = 3u^2, \quad \dot{x}_2 = 4x_1 + 5u;$ $x_1(0) = x_{10}, \quad x_2(0) = x_{20}$ <p>Необходимо найти управление u, минимизирующее функционал</p> $J = 7x_1(T) - 6x_2(T).$
<p><i>Вариант 19</i></p> <p>Дана система</p> $\dot{x}_1 = u^2, \quad \dot{x}_2 = x_1 + 3u;$ $x_1(0) = x_{10}, \quad x_2(0) = x_{20}$ <p>Необходимо найти управление u, минимизирующее функционал</p> $J = 3x_1(T) - 5x_2(T).$	<p><i>Вариант 20</i></p> <p>Дана система</p> $\dot{x}_1 = 4u^2, \quad \dot{x}_2 = 2x_1 + 4u;$ $x_1(0) = x_{10}, \quad x_2(0) = x_{20}$ <p>Необходимо найти управление u, минимизирующее функционал</p> $J = 3x_1(T) + 6x_2(T).$