

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

«14» 04 2021 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине (модулю)

**Б1.О.31 Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов**

**18.03.01 «Химическая технология»**

Профили подготовки: «Химическая технология органических веществ»  
«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»  
«Химическая технология высокомолекулярных соединений»

бакалавр  
квалификация

заочная  
форма обучения

Нижекамск, 2021 г.

Составитель ФОС:

доцент  
(должность)

  
(подпись)

Линькова Т.С.  
(Ф.И.О)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры НХС, протокол от  
24.03.2021 г. № 8

Зав. кафедрой

  
(подпись)

Т.Б. Минигалиев  
(Ф.И.О.)

Эксперт:

Ответственный за ООП, разработчик,  
доцент каф. НХС А.И. Новожилова



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

Компетенция:

ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья

Индикаторы достижения компетенции:

ОПК-4.1 Знает процессы химической технологии, аппараты и методы их расчета, основные понятия управления технологическими процессами, методы оптимизации химико-технологических процессов, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса

ОПК-4.2 Умеет подбирать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса, оценивать технологическую эффективность производства, применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов

ОПК-4.3 Владеет навыками технологических расчетов, определения технологических показателей процесса, управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов;

Компетенция:

ОПК-6 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Индикаторы достижения компетенции:

ОПК-6.1 Знает прикладное современное программное обеспечение, применяемое в отрасли

ОПК-6.2 Умеет выбрать и применить оптимальную прикладную программу для решения конкретной задачи

ОПК-6.3 Владеет навыками применения цифровых технологий для решения задач профессиональной деятельности

<b>Индикаторы достижения компетенции</b>	<b>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины</b>				<b>Наименование оценочного средства</b>
	<b>Лекции</b>	<b>Практические занятия</b>	<b>Лабораторные занятия</b>	<b>Курсовой проект (работа)</b>	
ОПК-4.1	<b>Тема 1-16</b>	<b>Тема 9, Тема 10</b>	<b>Тема 1-12</b>	<b>Не предусмотрены</b>	<b>Посещение лекций, лабораторные работы, коллоквиум 1,2, контрольная работа, зачет, экзамен</b>
ОПК-4.2	<b>Тема 4-16,</b>	<b>Тема 9, Тема 10</b>	<b>Тема 1-12</b>	<b>Не предусмотрены</b>	<b>Посещение лекций,</b>

					<i>лаборатрные работы, коллоквиум 1,2, зачет, экзамен</i>
ОПК-4.3	<i>Тема 4-16</i>	-	<i>Тема 1-12</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Посещение лекций, лаборатрные работы, зачет, экзамен</i>
ОПК-6.1	<i>Тема 1-16</i>	<i>Тема 9, Тема 10</i>	<i>Тема 1-12</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Посещение лекций, лаборатрные работы, коллоквиум 1,2, зачет, экзамен</i>
ОПК-6.2	<i>Тема 4-16</i>	<i>Тема 9, Тема 10</i>	<i>Тема 1-12</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Посещение лекций, лаборатрные работы, коллоквиум 1,2, зачет, экзамен</i>
ОПК-6.3	-	-	<i>Тема 1-12</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Посещение лекций, лаборатрные работы, зачет, экзамен</i>

***Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)***  
**по дисциплине Б1.О.31 Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов**

6 семестр

Оценивающие мероприятия	Кол-во	Баллы	
		min	max
Мероприятия текущего контроля			
Контрольная работа	1	4	10
Лабораторные работы	4	32	50
Зачет	1	24	40
ИТОГО		60	100

7 семестр

Оценивающие мероприятия	Кол-во	Баллы	
		min	max
Мероприятия текущего контроля			
Посещение лекций	1	9	18
Расчетная работа	1	10	14
Коллоквиумы	2	10	14
Контрольная работа	1	7	14
Экзамен	1	24	40
ИТОГО		60	100

### *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.

### Краткая характеристика оценочных средства

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Краткая характеристика оценочного средства</i>	<i>Представление оценочного средства в фонде</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1.	Лабораторная работа	<p>Это вид учебной работы, целью которой является изучение (исследование, измерение) характеристик лабораторного объекта.</p> <p>Цель лабораторных занятий: освоение изучаемой учебной дисциплины; приобретение навыков практического применения знаний учебной дисциплины (дисциплин) с использованием технических средств и (или) оборудования</p>	Темы лабораторных работ, контрольные вопросы по теме лабораторной работы, вопросы к коллоквиуму
2.	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
3.	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам
4.	Расчетная работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетной работы

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
 Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
 государственного бюджетного образовательного учреждения  
 высшего образования  
 «Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
 Технологический факультет  
 Кафедра нефтехимического синтеза

**Комплект вопросов для зачета**  
 по дисциплине Б1.О.31 «Моделирование и оптимизация химико-технологических  
 процессов»

1. Разделить исходную сырьевую смесь в 3-х фазном сепараторе на паровую, легкую углеводородную и тяжелую углеводородную фазу. Определить состав и расходы потоков.

Параметры потока питания:

Состав	
Наименование компонента	Масс. %
Винилацетилен	6,92
Циклогексан	21,16
2,2,3 – триметилбутан	9,12
Цис-Бутилен	18,64
$\alpha$ -Бутилен	3,62
Изопрен	6,39
3,3 – диэтилпентан	8,26
Дивинил	9,98
Вода	12,07
н-Бутан	3,84
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	5
Температура, °С	95
Масс. Расход, кг/ч	13600

2. Определить температуру кипения смеси при абсолютном давлении 3,15 кгс/см<sup>2</sup>. Рассчитать долю пара, динамическую вязкость, массовые плотность, теплопроводность и теплоемкость продукта при температуре 164<sup>0</sup>С и избыточном давлении 2,45 кгс/см<sup>2</sup>.

Наименование компонента	Масс. %
н-Пентан	1,12
Дивинил	2,18
Метилтретбутиловый эфир	5,60
Ацетилен	7,41
Вода	8,00
Диметиловый эфир	6,42
н-Гексан	31,20
Ацетофенон	4,52
Бутанол-2	23,10
Бензальдегид	10,45

3. Из исходной смеси углеводородов полностью отделить углеводороды C<sub>6</sub> – C<sub>7</sub>. Определить состав и расходы потоков.



Параметры потока питания:

Состав	
Наименование компонента	Масс. %
Этан	2,65
Этилен	6,79
Пропилен	8,34
i-Бутан	1,64
Изопентан	0,43
Изопрен	9,17
Циклогексан	33,71
2,3 – диметилбутан	12,79
2-этилпентен-1	9,38
3,3-диметилпентан	15,1
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	14
Температура, °С	26
Масс. Расход, кг/ч	16800

Параметры потоков	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	
- верх	20
- куб	21
Доля пара	
- верх	1
- куб	0

4. Сырьевой поток, поступая в блок охлаждения, проходит через два охладителя. Температура сырья на выходе из второго аппарата составит 115 °С. Известна энергетическая нагрузка на первый аппарат (134 кВт). Сопротивление не учитывать.

Определить температуру на выходе из первого охладителя и энергетическую нагрузку на второй аппарат.

Параметры потока питания:

Состав	
Наименование компонента	Масс. %
2-метилбутанол-1	12,79
n-Нонан	6,27
Циклогексан	20,48
Изопрен	2,65
Диэтилкетон	8,34
2-этилпентен-1	4,65
Ацетилен	16,71
2,3 – диметилбутан	7,89
Пропан	9,38
3,3-диметилпентан	10,84
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	2,56
Температура, °С	140
Масс. Расход, кг/ч	15300

5. Разделить исходную сырьевую смесь в 3-х фазном сепараторе на паровую, легкую углеводородную и тяжелую углеводородную фазу. Определить состав и расходы потоков.

Параметры потока питания:

Состав	
Наименование компонента	Масс. %
2-этилбутанол-2	6,27
Метилциклопентан	7,49
Метилфенилкарбинол	1,34
Винилацетилен	9,46
2,2,3 – триметилбутан	13,51
Изопентан	4,85
н-Октан	8,62
Дивинил	23,21
Вода	3,26
н-Бутан	21,99
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (абс.)	2,41
Температура, °С	52
Масс. Расход, кг/ч	21800

6. Определить давление смеси на линии насыщения при температуре 73 °С. Рассчитать долю пара, динамическую вязкость, массовые плотность, теплопроводность и теплоемкость продукта при температуре 157°С и избыточном давлении 2,13 кгс/см<sup>2</sup>.

Наименование компонента	Масс. %
3-этилпентан	9,41
4-метилгексен-1	6,37
1,2-пентадиен	8,54
Цис-гексен-2	16,47
Вода	7,82
Этан	0,94
н-Гексан	4,22
Циклооктен	9,61
2,3-диметилбутен-1	20,27
н-Гептан	16,35

7. Из исходной смеси углеводородов полностью отделить углеводороды C<sub>3</sub> – C<sub>4</sub>. Определить состав и расходы потоков.

Параметры потока питания:

Состав	
Наименование компонента	Масс. %
Метилацетилен	9,71
Пропадиен	6,47
Циклобутене	7,33
i-Бутан	12,45
н-Гексан	24,01
2-этилпентен-1	1,76
Циклогексан	0,97
2,3 – диметилбутан	4,57
Изопрен	10,13
3,3-диметилпентан	22,6
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	3,5

Температура, °С	35
Масс. Расход, кг/ч	14000

8. Сырьевой поток, поступающий в блок нагрева, проходит через два нагревателя. Температура сырья на выходе из второго аппарата составит 95 °С. Известна энергетическая нагрузка на первый аппарат (68 кВт). Сопротивление не учитывать.

Определить температуру на выходе из первого охладителя и энергетическую нагрузку на второй аппарат.

Параметры потока питания:

Состав	
Наименование компонента	Масс. %
Стирол	7,14
Изопрен	19,43
Циклогексан	0,67
Метилэтиловый эфир	4,03
Гексен-1	18,34
2-этилпентен-1	3,66
Диэтилкетон	14,97
2,3 – диметилбутан	10,48
Пропан	8,84
Ацетофенон	12,44
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	4,0
Температура, °С	25
Масс. Расход, кг/ч	145000
Параметры потоков	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	
- верх	5
- куб	6
Доля пара	
- верх	1
- куб	0

### Критерии оценки:

Для заочной (заоч. ВО для ХТОВ) формы обучения:

Максимально 40 баллов - за полный, развернутый ответ на поставленные вопросы;

30 баллов - за неполный ответ, включающий ошибки в раскрытии понятий;

Минимально 24 балла – за неполный ответ с допущением грубых ошибок при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений.

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

Технологический факультет  
Кафедра нефтехимического синтеза

Учебным планом по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология для обучающихся предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине по дисциплине Б1.О.31 «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов»

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специально оборудованном компьютерном классе с применением необходимых средств обучения: программного обеспечения (Unisim design), методических пособий. Цель проведения лабораторных работ - практическое освоение теоретических положений лекционного материала, а также выработка студентами определенных умений и навыков самостоятельного экспериментирования.

**Комплект заданий для лабораторной работы**

**Лабораторная работа № 1**

«Материальные потоки. Расчет свойств компонентов и смеси»

**Задание 1.1** Определить температуру конденсации смеси при давлении 2 кгс/см<sup>2</sup>. Рассчитать динамическую вязкость, массовые плотность, теплопроводность и теплоемкость продукта при температуре 50 °С и избыточном давлении 2 кгс/см<sup>2</sup>.

Наименование компонента	Масс. %
н-Бутан	18,63
Изобутан	21,14
α-Бутилен	7,07
Транс-Бутилен	9,98
Цис-Бутилен	8,26
Дивинил	11,92
Бутадиен-1,2	3,84
Циклобутан	6,39
Бутин-1	9,14
Винилацетилен	3,63

**Задание 1.2** Определить давление смеси на линии насыщения при температуре 78 °С. Рассчитать долю пара, динамическую вязкость, массовые плотность, теплопроводность и теплоемкость продукта при температуре 145 °С и избыточном давлении 1,5 кгс/см<sup>2</sup>.

Наименование компонента	Масс. %
н-Пентан	1,12
Дивинил	2,18
н-Гексан	5,60
Ацетилен	7,41
Вода	8,00
Диметиловый эфир	6,42
Ацетон	31,20
ТМК	4,52
Этанол	23,10
Изопропанол	10,45

**Задание 1.3** Определить температуру конденсации смеси при давлении 4 кгс/см<sup>2</sup>. Рассчитать динамическую вязкость, массовые плотность, теплопроводность и теплоемкость продукта при температуре 110 °С и избыточном давлении 1 кгс/см<sup>2</sup>.

Наименование компонента	Масс. %
Пентен-1	2,31
2,3 - диметилбутен-1	4,15
Метилциклопентан	6,10
2,3-диметилпентан	9,25
3-этилпентан	26,70
2-метилгексан	2,62
Толуол	3,14
Вода	5,64
Транс-бутилен	30,40
Цис-бутилен	9,69

**Задание 1.4** Определить давление смеси на линии насыщения при температуре 84 °С. Рассчитать долю пара, динамическую вязкость, массовые плотность, теплопроводность и теплоемкость продукта при температуре 131 °С и избыточном давлении 4,15 кгс/см<sup>2</sup>.

Наименование компонента	Масс. %
Азот	0,12
Метан	1,46
2-метилгексан	41,00
2,4-диметилпентан	12,60
н-гептан	0,65
2,3 - диметилбутен-1	2,42
Циклогексан	8,17
Изобутилен	31,58
Этанол	0,15
Изопропанол	1,85

**Задание 1.5** Определить температуру конденсации смеси при давлении 3 кгс/см<sup>2</sup>. Рассчитать динамическую вязкость, массовые плотность, теплопроводность и теплоемкость продукта при температуре 60 °С и давлении 2,5 кгс/см<sup>2</sup>.

Наименование компонента	Масс. %
н-Бутан	2,65
Изобутан	5,41
α-Бутилен	1,31
Транс-Бутилен	0,14
Цис-Бутилен	0,79
Дивинил	9,57
Бутадиен-1,2	10,1
Циклобутан	34,52
Бутин-1	28,9
Винилацетилен	6,61

**Задание 1.6** Определить давление смеси на линии насыщения при температуре 90 °С. Рассчитать долю пара, динамическую вязкость, массовые плотность, теплопроводность и теплоемкость продукта при температуре 115 °С и избыточном давлении 1,8 кгс/см<sup>2</sup>.

Наименование компонента	Масс. %
н-Пентан	4,65
Дивинил	8,94

н-Гексан	15,7
Ацетилен	17,6
Вода	0,46
Диметиловый эфир	0,82
Ацетон	4,82
ТМК	21,21
Этанол	10,85
Изопропанол	14,95

**Задание 1.7** Определить температуру конденсации смеси при давлении 2,6 кгс/см<sup>2</sup>. Рассчитать динамическую вязкость, массовые плотность, теплопроводность и теплоемкость продукта при температуре 94 °С и избыточном давлении 1,9 кгс/см<sup>2</sup>.

Наименование компонента	Масс. %
Пентен-1	11,94
2,3 - диметилбутен-1	0,45
Метилциклопентан	0,91
2,3-диметилпентан	24,65
3-этилпентан	10,94
2-метилгексан	5,55
Толуол	6,42
Вода	7,81
Транс-бутилен	30,21
Цис-бутилен	1,12

**Задание 1.8** Определить давление смеси на линии насыщения при температуре 100 °С. Рассчитать долю пара, динамическую вязкость, массовые плотность, теплопроводность и теплоемкость продукта при температуре 112 °С и избыточном давлении 2,3 кгс/см<sup>2</sup>.

Наименование компонента	Масс. %
Азот	4,34
Метан	6,17
2-метилгексан	0,46
2,4-диметилпентан	10,64
н-гептан	24,51
2,3 - диметилбутен-1	0,47
Циклогексан	16,45
Изобутилен	20,86
Этанол	5,76
Изопропанол	10,34

## Лабораторная работа № 2

«Операции разделения. Сепаратор, 3-фазный сепаратор»

**Задание 2.1.1** Разделить исходную сырьевую смесь в 3-х фазном сепараторе на паровую, легкую углеводородную и тяжелую углеводородную фазу. Определить состав и расходы потоков.

Параметры потока питания:

Состав	
Наименование компонента	Масс. %
н-Пентан	1,12
Дивинил	2,18
н-Гексан	5,60
Ацетилен	7,41
Вода	8,00
Диметиловый эфир	6,42

Ацетон	31,20
ТМК	4,52
Этанол	23,10
Изопропанол	10,45
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	2,2
Температура, °С	80
Масс. Расход, кг/ч	6300

**Задание 2.1.2** Разделить исходную сырьевую смесь в 3-х фазном сепараторе на паровую, легкую углеводородную и тяжелую углеводородную фазу. Определить состав и расходы потоков.

Параметры потока питания:

Состав	
Наименование компонента	Масс. %
н-Бутан	18,63
Изобутан	21,14
α-Бутилен	7,07
Транс-Бутилен	9,98
Цис-Бутилен	8,26
Дивинил	6,92
Бутадиен-1,2	3,84
Циклобутан	6,39
Бутин-1	9,14
Винилацетилен	3,63
Вода	5,00
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	3,5
Температура, °С	44
Масс. Расход, кг/ч	7000

**Задание 2.1.3** Разделить исходную сырьевую смесь в 3-х фазном сепараторе на паровую, легкую углеводородную и тяжелую углеводородную фазу. Определить состав и расходы потоков.

Параметры потока питания:

Состав	
Наименование компонента	Масс. %
н-Пентан	1,12
Дивинил	2,18
н-Гексан	5,60
Ацетилен	7,41
Вода	8,00
Диметиловый эфир	6,42
Ацетон	31,20
ТМК	4,52
Этанол	23,10
Изопропанол	10,45
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	2,2
Температура, °С	80
Масс. Расход, кг/ч	6300

**Задание 2.1.4** Разделить исходную сырьевую смесь в 3-х фазном сепараторе на паровую, легкую углеводородную и тяжелую углеводородную фазу. Определить состав и расходы потоков.

Параметры потока питания:

Состав	
Наименование компонента	Масс. %
н-Бутан	18,63

Изобутан	21,14
$\alpha$ -Бутилен	7,07
Транс-Бутилен	9,98
Цис-Бутилен	8,26
Дивинил	6,92
Бутадиен-1,2	3,84
Циклобутан	6,39
Бутин-1	9,14
Винилацетилен	3,63
Вода	5,00
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	3,5
Температура, °С	44
Масс. Расход, кг/ч	7000

**Задание 2.1.5** Разделить исходную сырьевую смесь в 3-х фазном сепараторе на паровую, легкую углеводородную и тяжелую углеводородную фазу. Определить состав и расходы потоков.

Параметры потока питания:

Состав	
Наименование компонента	Масс. %
н-Пентан	1,12
Дивинил	2,18
н-Гексан	5,60
Ацетилен	7,41
Вода	8,00
Диметилловый эфир	6,42
Ацетон	31,20
ТМК	4,52
Этанол	23,10
Изопропанол	10,45
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	2,2
Температура, °С	80
Масс. Расход, кг/ч	6300

**Задание 2.1.6** Разделить исходную сырьевую смесь в 3-х фазном сепараторе на паровую, легкую углеводородную и тяжелую углеводородную фазу. Определить состав и расходы потоков.

Параметры потока питания:

Состав	
Наименование компонента	Масс. %
н-Бутан	18,63
Изобутан	21,14
$\alpha$ -Бутилен	7,07
Транс-Бутилен	9,98
Цис-Бутилен	8,26
Дивинил	6,92
Бутадиен-1,2	3,84
Циклобутан	6,39
Бутин-1	9,14
Винилацетилен	3,63
Вода	5,00
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	3,5
Температура, °С	44
Масс. Расход, кг/ч	7000



**Задание 2.1.7** Разделить исходную сырьевую смесь в 3-х фазном сепараторе на паровую, легкую углеводородную и тяжелую углеводородную фазу. Определить состав и расходы потоков.  
 Параметры потока питания:

Состав	
Наименование компонента	Масс. %
н-Пентан	1,12
Дивинил	2,18
н-Гексан	5,60
Ацетилен	7,41
Вода	8,00
Диметилловый эфир	6,42
Ацетон	31,20
ТМК	4,52
Этанол	23,10
Изопропанол	10,45
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	2,2
Температура, °С	80
Масс. Расход, кг/ч	6300

**Задание 2.1.8** Разделить исходную сырьевую смесь в 3-х фазном сепараторе на паровую, легкую углеводородную и тяжелую углеводородную фазу. Определить состав и расходы потоков.  
 Параметры потока питания:

Состав	
Наименование компонента	Масс. %
н-Бутан	18,63
Изобутан	21,14
α-Бутилен	7,07
Транс-Бутилен	9,98
Цис-Бутилен	8,26
Дивинил	6,92
Бутадиен-1,2	3,84
Циклобутан	6,39
Бутин-1	9,14
Винилацетилен	3,63
Вода	5,00
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	3,5
Температура, °С	44
Масс. Расход, кг/ч	7000

### Лабораторная работа № 3

«Операции разделения. Покомпонентный делитель»

**Задание 2.2.1** Из исходной смеси углеводородов полностью отделить углеводороды C<sub>3</sub> – C<sub>4</sub>.  
 Определить состав и расходы потоков.

Параметры потока питания:

Состав	
Наименование компонента	Масс. %
Пропан	3,0
н-Бутан	6,8
i-Бутан	1,5
н-Пентан	18,9
Циклогексан	22,0

2,3 – диметилбутан	16,2
Гептен-1	31,2
3,3-диметилпентан	0,4
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	6,0
Температура, °С	80
Масс. Расход, кг/ч	6400
Параметры потоков	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	
- верх	6,0
- куб	6,2
Доля пара	
- верх	1
- куб	0

**Задание 2.2.2** Из исходной смеси углеводородов полностью отделить углеводороды C<sub>2</sub> – C<sub>3</sub>.  
Определить состав и расходы потоков.

Параметры потока питания:

Состав	
Наименование компонента	Масс. %
Этан	28,6
Этилен	15,4
Пропан	14,1
i-Бутан	1,3
n-Пентан	4,5
Циклогексан	6,0
2,3 – диметилбутан	6,1
3,3-диметилпентан	24
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	14
Температура, °С	25
Масс. Расход, кг/ч	12000
Параметры потоков	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	
- верх	20
- куб	21
Доля пара	
- верх	1
- куб	0

**Задание 2.2.3** Из исходной смеси углеводородов полностью отделить углеводороды C<sub>3</sub> – C<sub>4</sub>.  
Определить состав и расходы потоков.

Параметры потока питания:

Состав	
Наименование компонента	Масс. %
Пропан	3,0
n-Бутан	6,8
i-Бутан	1,5
n-Пентан	18,9
Циклогексан	22,0
2,3 – диметилбутан	16,2
Гептен-1	31,2
3,3-диметилпентан	0,4
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	6,0

Температура, °С	80
Масс. Расход, кг/ч	6400

**Задание 2.2.4** Из исходной смеси углеводородов полностью отделить углеводороды  $C_2 - C_3$ .  
Определить состав и расходы потоков.

Параметры потока питания:

Состав	
Наименование компонента	Масс. %
Этан	28,6
Этилен	15,4
Пропан	14,1
i-Бутан	1,3
n-Пентан	4,5
Циклогексан	6,0
2,3 – диметилбутан	6,1
3,3-диметилпентан	24
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	14
Температура, °С	25
Масс. Расход, кг/ч	12000
Параметры потоков	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	
- верх	20
- куб	21
Доля пара	
- верх	1
- куб	0

**Задание 2.2.5** Из исходной смеси углеводородов полностью отделить углеводороды  $C_3 - C_4$ .  
Определить состав и расходы потоков.

Параметры потока питания:

Состав	
Наименование компонента	Масс. %
Пропан	3,0
n-Бутан	6,8
i-Бутан	1,5
n-Пентан	18,9
Циклогексан	22,0
2,3 – диметилбутан	16,2
Гептен-1	31,2
3,3-диметилпентан	0,4
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	6,0
Температура, °С	80
Масс. Расход, кг/ч	6400
Параметры потоков	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	
- верх	6,0
- куб	6,2
Доля пара	
- верх	1
- куб	0

**Задание 2.2.6** Из исходной смеси углеводородов полностью отделить углеводороды  $C_2 - C_3$ .  
Определить состав и расходы потоков.

Параметры потока питания:

Состав
--------

Наименование компонента	Масс. %
Этан	28,6
Этилен	15,4
Пропан	14,1
i-Бутан	1,3
n-Пентан	4,5
Циклогексан	6,0
2,3 – диметилбутан	6,1
3,3-диметилпентан	24
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	14
Температура, °С	25
Масс. Расход, кг/ч	12000
Параметры потоков	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	
- верх	20
- куб	21
Доля пара	
- верх	1
- куб	0

**Задание 2.2.7** Из исходной смеси углеводородов полностью отделить углеводороды  $C_3 - C_4$ .  
Определить состав и расходы потоков.

Параметры потока питания:

Состав	
Наименование компонента	Масс. %
Пропан	3,0
n-Бутан	6,8
i-Бутан	1,5
n-Пентан	18,9
Циклогексан	22,0
2,3 – диметилбутан	16,2
Гептен-1	31,2
3,3-диметилпентан	0,4
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	6,0
Температура, °С	80
Масс. Расход, кг/ч	6400
Параметры потоков	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	
- верх	6,0
- куб	6,2
Доля пара	
- верх	1
- куб	0

**Задание 2.2.8** Из исходной смеси углеводородов полностью отделить углеводороды  $C_2 - C_3$ .  
Определить состав и расходы потоков.

Параметры потока питания:

Состав	
Наименование компонента	Масс. %
Этан	28,6
Этилен	15,4
Пропан	14,1
i-Бутан	1,3
n-Пентан	4,5

Циклогексан	6,0
2,3 – диметилбутан	6,1
3,3-диметилпентан	24
Параметры	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	14
Температура, °С	25
Масс. Расход, кг/ч	12000
Параметры потоков	
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	
- верх	20
- куб	21
Доля пара	
- верх	1
- куб	0

#### Лабораторная работа № 4

«Гидравлический расчет трубопроводов. Смеситель / Ветвитель»  
технологических потоков.

**Задание 3.1.1** Составить схему смешения и разделения технологических потоков.

1. Используя операцию Смеситель, рассчитать параметры смеси двух потоков. Определить состав и расход выходного потока (Смеси).

2. Используя операцию Ветвитель, разделить имеющийся поток Смесь на четыре потока.

Соотношение массового расхода потоков 0,2:0,35:0,25:0,2

Параметры потоков:

Поток 1		Поток 2	
Состав, масс. %			
н-Пентан	1,12	н-Бутан	18,63
Дивинил	2,18	Изобутан	21,14
н-Гексан	5,60	α-Бутилен	7,07
Ацетилен	7,41	Транс-Бутилен	9,98
Вода	8,00	Цис-Бутилен	8,26
Диметиловый эфир	6,42	Дивинил	6,92
Ацетон	31,20	Бутадиен-1,2	3,84
ТМК	4,52	Циклобутан	6,39
Этанол	23,10	Бутин-1	9,14
Изопропанол	10,45	Винилацетилен	3,63
Параметры			
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	1,8	Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	2,6
Температура, °С	50	Температура, °С	76
Масс. Расход, кг/ч	5600	Масс. Расход, кг/ч	4900

**Задание 3.1.2** Составить схему смешения и разделения технологических потоков.

1. Используя операцию Смеситель, рассчитать параметры смеси двух потоков. Определить состав и расход выходного потока (Смеси).

2. Используя операцию Ветвитель, разделить имеющийся поток Смесь на четыре потока.

Соотношение массового расхода потоков 0,4:0,12:0,28:0,2

Параметры потоков:

Поток 1		Поток 2	
Состав, масс. %			
Пентен-1	2,31	Азот	0,12
2,3 - диметилбутен-1	4,15	Метан	1,46

Метилциклопентан	6,10	2-метилгексан	41,00
2,3-диметилпентан	9,25	2,4-диметилпентан	12,60
3-этилпентан	26,70	н-гептан	0,65
2-метилгексан	2,62	2,3 - диметилбутен-1	2,42
Толуол	3,14	Циклогексан	8,17
Вода	5,64	Изобутилен	31,58
Транс-бутилен	30,40	Этанол	0,15
Цис-бутилен	9,69	Изопропанол	1,85
Параметры			
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	2,2	Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	3,5
Температура, °С	80	Температура, °С	44
Масс. Расход, кг/ч	6300	Масс. Расход, кг/ч	7000

**Задание 3.1.3** Составить схему смешения и разделения технологических потоков.

1. Используя операцию Смеситель, рассчитать параметры смеси двух потоков. Определить состав и расход выходного потока (Смеси).

2. Используя операцию Ветвитель, разделить имеющийся поток Смесь на четыре потока.

Соотношение массового расхода потоков 0,55:0,15:0,1:0,2

Параметры потоков:

Поток 1		Поток 2	
Состав, масс. %			
н-Пентан	4,65	Пентен-1	11,94
Дивинил	8,94	2,3 - диметилбутен-1	0,45
н-Гексан	15,7	Метилциклопентан	0,91
Ацетилен	17,6	2,3-диметилпентан	24,65
Вода	0,46	3-этилпентан	10,94
Диметиловый эфир	0,82	2-метилгексан	5,55
Ацетон	4,82	Толуол	6,42
ТМК	21,21	Вода	7,81
Этанол	10,85	Транс-бутилен	30,21
Изопропанол	14,95	Цис-бутилен	1,12
Параметры			
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	1,2	Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	3,0
Температура, °С	30	Температура, °С	52
Масс. Расход, кг/ч	3250	Масс. Расход, кг/ч	4350

**Задание 3.1.4** Составить схему смешения и разделения технологических потоков.

1. Используя операцию Смеситель, рассчитать параметры смеси двух потоков. Определить состав и расход выходного потока (Смеси).

2. Используя операцию Ветвитель, разделить имеющийся поток Смесь на четыре потока.

Соотношение массового расхода потоков 0,55:0,15:0,1:0,2

Параметры потоков:

Поток 1		Поток 2	
Состав, масс. %			
Азот	4,34	н-Пентан	4,65
Метан	6,17	Дивинил	8,94
2-метилгексан	0,46	н-Гексан	15,7
2,4-диметилпентан	10,64	Ацетилен	17,6
н-гептан	24,51	Вода	0,46
2,3 - диметилбутен-1	0,47	Диметиловый эфир	0,82

Циклогексан	16,45	Ацетон	4,82
Изобутилен	20,86	ТМК	21,21
Этанол	5,76	Этанол	10,85
Изопропанол	10,34	Изопропанол	14,95
Параметры			
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	1,8	Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	2,4
Температура, °С	64	Температура, °С	61
Масс. Расход, кг/ч	5470	Масс. Расход, кг/ч	9430

**Задание 3.1.5** Составить схему смешения и разделения технологических потоков.

1. Используя операцию Смеситель, рассчитать параметры смеси двух потоков. Определить состав и расход выходного потока (Смеси).

2. Используя операцию Ветвитель, разделить имеющийся поток Смесь на четыре потока.

Соотношение массового расхода потоков 0,1:0,45:0,3:0,15

Параметры потоков:

Поток 1		Поток 2	
Состав, масс. %			
н-Пентан	1,12	н-Бутан	18,63
Дивинил	2,18	Изобутан	21,14
н-Гексан	5,60	α-Бутилен	7,07
Ацетилен	7,41	Транс-Бутилен	9,98
Вода	8,00	Цис-Бутилен	8,26
Диметиловый эфир	6,42	Дивинил	6,92
Ацетон	31,20	Бутадиен-1,2	3,84
ТМК	4,52	Циклобутан	6,39
Этанол	23,10	Бутин-1	9,14
Изопропанол	10,45	Винилацетилен	3,63
Параметры			
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	1,6	Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	2,7
Температура, °С	80	Температура, °С	64
Масс. Расход, кг/ч	5800	Масс. Расход, кг/ч	7300

**Задание 3.1.6** Составить схему смешения и разделения технологических потоков.

1. Используя операцию Смеситель, рассчитать параметры смеси двух потоков. Определить состав и расход выходного потока (Смеси).

2. Используя операцию Ветвитель, разделить имеющийся поток Смесь на четыре потока.

Соотношение массового расхода потоков 0,3:0,12:0,38:0,2

Параметры потоков:

Поток 1		Поток 2	
Состав, масс. %			
Пентен-1	2,31	Азот	0,12
2,3 - диметилбутен-1	4,15	Метан	1,46
Метилциклопентан	6,10	2-метилгексан	41,00
2,3-диметилпентан	9,25	2,4-диметилпентан	12,60
3-этилпентан	26,70	н-гептан	0,65
2-метилгексан	2,62	2,3 - диметилбутен-1	2,42
Толуол	3,14	Циклогексан	8,17
Вода	5,64	Изобутилен	31,58

Транс-бутилен	30,40	Этанол	0,15
Цис-бутилен	9,69	Изопропанол	1,85
Параметры			
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	3,3	Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	2,4
Температура, °C	86	Температура, °C	49
Масс. Расход, кг/ч	7900	Масс. Расход, кг/ч	2600

**Задание 3.1.7** Составить схему смешения и разделения технологических потоков.

1. Используя операцию Смеситель, рассчитать параметры смеси двух потоков. Определить состав и расход выходного потока (Смеси).

2. Используя операцию Ветвитель, разделить имеющийся поток Смесь на четыре потока.

Соотношение массового расхода потоков 0,42:0,2:0,18:0,2

Параметры потоков:

Поток 1		Поток 2	
Состав, масс. %			
н-Пентан	4,65	Пентен-1	11,94
Дивинил	8,94	2,3 - диметилбутен-1	0,45
н-Гексан	15,7	Метилциклопентан	0,91
Ацетилен	17,6	2,3-диметилпентан	24,65
Вода	0,46	3-этилпентан	10,94
Диметиловый эфир	0,82	2-метилгексан	5,55
Ацетон	4,82	Толуол	6,42
ТМК	21,21	Вода	7,81
Этанол	10,85	Транс-бутилен	30,21
Изопропанол	14,95	Цис-бутилен	1,12
Параметры			
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	1,6	Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	2,0
Температура, °С	39	Температура, °С	72
Масс. Расход, кг/ч	6420	Масс. Расход, кг/ч	4940

**Задание 3.1.8** Составить схему смешения и разделения технологических потоков.

1. Используя операцию Смеситель, рассчитать параметры смеси двух потоков. Определить состав и расход выходного потока (Смеси).

2. Используя операцию Ветвитель, разделить имеющийся поток Смесь на четыре потока.

Соотношение массового расхода потоков 0,3:0,16:0,14:0,4

Параметры потоков:

Поток 1		Поток 2	
Состав, масс. %			
Азот	4,34	н-Пентан	4,65
Метан	6,17	Дивинил	8,94
2-метилгексан	0,46	н-Гексан	15,7
2,4-диметилпентан	10,64	Ацетилен	17,6
н-гептан	24,51	Вода	0,46
2,3 - диметилбутен-1	0,47	Диметиловый эфир	0,82
Циклогексан	16,45	Ацетон	4,82
Изобутилен	20,86	ТМК	21,21
Этанол	5,76	Этанол	10,85
Изопропанол	10,34	Изопропанол	14,95



Параметры			
Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	1,4	Давление, кгс/см <sup>2</sup> (изб.)	2,6
Температура, °С	73	Температура, °С	74
Масс. Расход, кг/ч	5540	Масс. Расход, кг/ч	9640

### Лабораторная работа № 8

«Расчет ректификационной колонны»

**Задание 5.** Составить схему выделения изопрена из C<sub>5</sub> – пиролизной фракции.

Характеристика колонного оборудования:

Параметры	К-1	К-2	К-3
Диаметр	2000 мм	4500 мм	3600 мм
Высота общая	31980 мм	89520 мм	81240 мм
Расчетное давление верха	0,5 МПа	0,6 МПа	0,9 МПа
Расчетное давление куба	(5,0 кгс/см <sup>2</sup> )	(6,0 кгс/см <sup>2</sup> )	(9,0 кгс/см <sup>2</sup> )
Расчетная температура верха	0,55 МПа	0,65 МПа	0,95 МПа
Расчетная температура куба	(5,5 кгс/см <sup>2</sup> )	(6,5 кгс/см <sup>2</sup> )	(9,5 кгс/см <sup>2</sup> )
Число тарелок	74 <sup>0</sup> С	74 <sup>0</sup> С	85 <sup>0</sup> С
Расстояние между тарелками	157 <sup>0</sup> С	105 <sup>0</sup> С	107 <sup>0</sup> С
Тип тарелок	40	157	153
Тарелка питания	450мм	450мм	400мм
Давление, кгс/см <sup>2</sup> , абс.	Колпачковые, однопоточные	Клапанные, двухпоточные	Клапанные, двухпоточные
- конденсатора	28	44	84
- кипятыльника	5	6	9
Спецификации:	5,5	6,5	9,5
	1. Расход дистилята 2700 кг/ч 2. Доля ДЦПД в дистиляте 0,001	1. Расход куб. продукта 1000 кг/ч 2. Доля Пиперилена в дистиляте 0,001	1. Флегмовое число 1 2. Доля изопрена в кубе 0,4

### Критерии оценки:

Для заочной (заоч. ВО для ХТОВ) формы обучения:

- максимально 12,5 баллов за каждую выполненную лабораторную работу, если работа выполнена в полном объеме, в отчете правильно и аккуратно выполнены все записи, вычисления;
- 8 баллов, если в отчете есть незначительные ошибки в записях, вычислениях;
- минимально 4 балла, если в отчете есть грубые ошибки

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
Технологический факультет  
Кафедра нефтехимического синтеза

Семестр: 7 (5)

**Перечень вопросов для экзамена**

по дисциплине Б1.О.31 «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов»

1. Дайте определение понятию «Оптимизация ХТП»
2. Перечислить неформальные или эвристические подходы к анализу проблемной ситуации в процессе решения задач оптимизации
3. Написать основное уравнение критерия оптимальности с разъяснением всех переменных
4. Оптимизация с целочисленными переменными
5. Дать определение понятию «Алгоритм»
6. Схема решения задач оптимизации ХТП по методу горизонтальной декомпозиции
7. Дать определение понятию «Математическая модель»
8. Схема решения задач оптимизации ХТП по методу вертикальной декомпозиции
9. Этапы постановки решения задач оптимизации
10. Оптимизация с целочисленными переменными
11. Главное назначение первого этапа постановки решения задач оптимизации
12. Основные признаки алгоритма
13. Объект оптимизации и критерий оптимальности
14. Порядок выполнения численных расчетов в процессе решения задач оптимизации
15. Характеристика переменных. Типы переменных
16. Возможные варианты результатов анализа индексной строки симплекс-таблицы
17. Дать определение понятию «Симплекс»
18. Этапы постановки решения задач оптимизации
19. Основные признаки алгоритма
20. Записать общий вид целевой функции и множества допустимых альтернатив ( $\Delta\beta$ ) для задач, решаемых симплекс-методом
21. Дать определение понятию «Симплекс»

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» или 36-40 баллов - ответы на вопросы свидетельствуют об уверенных знаниях и умении студента.

Оценка «хорошо» 32-35 баллов - ответы на вопросы свидетельствуют о достаточных знаниях и умении студента.

Оценка «удовлетворительно» 24-31 баллов - ответы на вопросы свидетельствуют о недостаточных знаниях и ограниченном умении студента.

Оценка «неудовлетворительно» 0-23 баллов - ответы на вопросы свидетельствуют о слабых знаниях и неумении студента.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
 Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
 государственного бюджетного образовательного учреждения  
 высшего образования  
 «Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
 Технологический факультет  
 Кафедра нефтехимического синтеза

**Контрольная работа**  
 по дисциплине «Б1.О.31 Моделирование и оптимизация химико-технологических  
 процессов»

По зачетному номеру выбирают вариант и оформляют в тетради.

Вариант	Задание I типа	Задание II типа
1	1	20
2	2	19
3	3	18
4	4	17
5	5	16
6	6	15
7	7	14
8	8	13
9	9	12
10	10	11
11	11	10
12	12	9
13	13	8
14	14	7
15	15	6
16	16	5
17	17	4
18	18	3
19	19	2
20	20	1
21	2	15
22	7	11
23	1	18
24	5	5
25	10	7
26	4	20
27	9	17
28	8	19
29	3	13
30	6	4

**Задание I типа. Материальные потоки. Расчет свойств компонентов и смеси**

Определить температуру кипения, массовую плотность, массовую теплоемкость, энтальпию вещества при нормальных условиях. Задаем следующую информацию для материального потока:

Имя потока	Вещество
Давление	1 атм
Доля пара	1
Масс. доля компонента	1
Массовый расход вещества	1000 кг/ч

№	Вещество
1	Ацетон
2	Бензол
3	Толуол
4	Этилбензол
5	Диэтиловый эфир
6	Диметиловый эфир
7	Этилацетат
8	Этанол
9	Пропанол
10	Метилформиат
11	Уксусная кислота
12	Метилэтилкетон
13	2-метилгексан
14	Циклогексан
15	Изобутилен
16	Изопропанол
17	Пентен-1
18	н-Бутан
19	Дивинил
20	ТМК

#### **Задание II типа. Написать ответ на теоретический вопрос**

1. Основы моделирования.
2. Теоретический метод построения модели: I – III этапы.
3. Теоретический метод построения модели: IV этап.
4. Обзор методов моделирования. Имитационное моделирование.
5. Обзор методов моделирования. Классификация систем имитационного моделирования.
6. Обзор методов моделирования. Ситуационное моделирование.
7. Обзор методов моделирования. Классификация ситуационных систем.
8. Обзор методов моделирования. Экспертное моделирование. Структура и классификация ЭС по решаемой задаче.
9. Обзор методов моделирования. Экспертное моделирование. Структура и классификация ЭС по связи с реальным временем.
10. Обзор методов моделирования. Экспертное моделирование. Структура и классификация ЭС по степени интеграции и набору технических средств.
11. Обзор методов моделирования. Экспертное моделирование. Структура и классификация ЭС по набору программных средств.
12. Математическое моделирование. Описание ХТП с применением дифференциальных уравнений в частных производных.
13. Математическое моделирование. Дифференциальные уравнения в частных производных: классификация, граничные условия.
14. Математическое моделирование. Разностный метод решения ДУЧП
15. Математическое моделирование. Решение уравнений первого порядка.
16. Математическое моделирование. Решение эллиптического уравнения.
17. Математическое моделирование. Решение гиперболического уравнения.
18. Математическое моделирование. Решение параболического уравнения.
19. Математическое моделирование. Применение ДУЧП для описания процессов проницаемости газов через полимерные мембраны.
20. Математическое моделирование. Моделирование процесса проникновения газа через мембрану при экспоненциально падающей концентрации газа.

#### **Критерии оценки**

для заочной (заоч. ВО для ХТОВ) формы обучения:

- максимально 14 баллов за контрольную работу (если все ответы правильные), снижается, если ответы неверные за 1 неправильный ответ снимается 1,5 балла;
- минимально 7 баллов за контрольную работу.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
Технологический факультет  
Кафедра нефтехимического синтеза  
**Комплект заданий для коллоквиумов**  
по дисциплине Б1.О.31 «Моделирование и оптимизация химико-технологических  
процессов»

**Коллоквиум № 1**

**«Особенности постановки типовых задач оптимизации ХТС»**

1. Дайте определение понятию «Оптимизация ХТП»
2. Оптимизация с учетом динамики системы
3. Горизонтальная декомпозиция проблемы оптимизации
4. Процесс постановки решения задач оптимизации
5. Порядок выполнения численных расчетов в процессе решения задач оптимизации
6. Типы переменных
7. Дать определение понятию «Алгоритм»
8. Задачи оптимизации
9. Оптимизация с целочисленными переменными
10. Схема решения задачи оптимизации ХТС по методу вертикальной декомпозиции
11. Этапы построения математической модели
12. Неформальные или эвристические подходы к анализу проблемной ситуации в процессе решения задач оптимизации
13. Дать определение понятию «Математическая модель»
14. Три основных признаков алгоритма

**Коллоквиум № 2**

**«Процесс постановки решения задач оптимизации»**

1. Общая постановка задачи оптимизации и основные определения. Математическая модель. Безусловный и условный экстремумы.
2. Аналитический метод нахождения экстремума функции нескольких переменных.
3. Принципы построения численных методов поиска условного экстремума.
4. Методы поиска экстремума функции
5. Методы оптимизации ХТП. Задачи линейного программирования. Симплекс-метод
6. Методы оптимизации ХТП. Аналитические методы
7. Модели химических реакторов. РИС
8. Модели химических реакторов. РИВ
9. Практическое приложение теории расписаний в оптимизации технологических процессов.
10. Динамическое программирование. Общая постановка задачи ДП

**Критерии оценки:**

Для заочной (заоч. ВО для ХТОВ) формы обучения:

Максимально 7 баллов - за полный, развернутый ответ на поставленные вопросы;  
6 балла - за неполный ответ, включающий ошибки в раскрытии понятий;

Минимально 5 балла – за неполный ответ с допущением грубых ошибок при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений

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

Технологический факультет  
Кафедра нефтехимического синтеза

**Комплект заданий для расчетной работы**

по дисциплине Б1.О.31 «Моделирование и оптимизация химико-технологических  
процессов»

**на тему «Симплекс-метод»**

1. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

В промышленном цехе производятся два вида продукта. Используется три вида реагентов, каждый вид реагента ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида продукта нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

	Продукт 1	Продукт 2	Производственные запасы, кг
Реагент 1	0,6	0,55	30
Реагент 2	0,45	0,52	25
Реагент 3	0,58	0,4	28
Цена продукта, тыс. руб.	550	490	

2. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

В промышленном цехе производятся два вида продукта. Используется три вида реагентов, каждый вид реагента ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида продукта нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

	Продукт 1	Продукт 2	Производственные запасы, кг
Реагент 1	0,6	0,55	30
Реагент 2	0,45	0,52	25
Реагент 3	0,58	0,4	28
Цена продукта, тыс. руб.	550	490	

3. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

В промышленном цехе производятся два вида продукта. Используется три вида реагентов, каждый вид реагента ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида продукта нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

	Продукт 1	Продукт 2	Производственные запасы, кг
Реагент 1	0,6	0,55	30
Реагент 2	0,45	0,52	25
Реагент 3	0,58	0,4	28
Цена продукта, тыс. руб.	550	490	

4. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

В промышленном цехе производится два вида продукта. Используется три вида реагентов, каждый вид реагента ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида продукта нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

	Продукт 1	Продукт 2	Производственные запасы, кг
Реагент 1	0,15	0,25	18
Реагент 2	0,4	0,55	22
Реагент 3	0,18	0,35	20
Цена продукта, тыс. руб.	270	300	

5. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

В промышленном цехе производится два вида продукта. Используется три вида реагентов, каждый вид реагента ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида продукта нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

	Продукт 1	Продукт 2	Производственные запасы, кг
Реагент 1	0,15	0,25	18
Реагент 2	0,4	0,55	22
Реагент 3	0,18	0,35	20
Цена продукта, тыс. руб.	270	300	

6. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

В промышленном цехе производится два вида продукта. Используется три вида реагентов, каждый вид реагента ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида продукта нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

	Продукт 1	Продукт 2	Производственные запасы, кг
Реагент 1	0,15	0,25	18
Реагент 2	0,4	0,55	22
Реагент 3	0,18	0,35	20
Цена продукта, тыс. руб.	270	300	

7. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

В промышленном цехе производится два вида продукта. Используется три вида реагентов, каждый вид реагента ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида продукта нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

	Продукт 1	Продукт 2	Производственные запасы, кг
Реагент 1	0,1	0,35	15
Реагент 2	0,25	0,4	20
Реагент 3	0,16	0,8	12
Цена продукта, тыс. руб.	160	180	

8. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

В промышленном цехе производится два вида продукта. Используется три вида реагентов, каждый вид реагента ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида продукта нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

	Продукт 1	Продукт 2	Производственные запаса, кг
Реагент 1	0,1	0,35	15
Реагент 2	0,25	0,4	20
Реагент 3	0,16	0,8	12
Цена продукта, тыс. руб.	160	180	

9. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

В промышленном цехе производится два вида продукта. Используется три вида реагентов, каждый вид реагента ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида продукта нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

	Продукт 1	Продукт 2	Производственные запаса, кг
Реагент 1	0,1	0,35	15
Реагент 2	0,25	0,4	20
Реагент 3	0,16	0,8	12
Цена продукта, тыс. руб.	160	180	

10. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

В промышленном цехе производится три вида продукта. Используется два вида реагентов, каждый вид реагента ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида продукта нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

	Продукт 1	Продукт 2	Продукт 3	Производственные запаса, кг
Реагент 1	0,16	0,35	0,22	14
Реагент 2	0,2	0,15	0,38	16
Цена продукта, тыс. руб.	320	270	240	

11. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

В промышленном цехе производится три вида продукта. Используется два вида реагентов, каждый вид реагента ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида продукта нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

	Продукт 1	Продукт 2	Продукт 3	Производственные запаса, кг
Реагент 1	0,16	0,35	0,22	14
Реагент 2	0,2	0,15	0,38	16
Цена продукта, тыс. руб.	320	270	240	



12. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

В промышленном цехе производится три вида продукта. Используется два вида реагентов, каждый вид реагента ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида продукта нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

	Продукт 1	Продукт 2	Продукт 3	Производственные запасы, кг
Реагент 1	0,16	0,35	0,22	14
Реагент 2	0,2	0,15	0,38	16
Цена продукта, тыс. руб.	320	270	240	

13. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

Имеется цех производящий краски. В цехе производится три вида красок. Используется два вида красителей, каждый вид красителей ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида краски нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

$$f(y)=9y_1+7y_2+8y_3\rightarrow\max$$

$$\Delta\beta\begin{cases} 0,3y_1 + 0,55y_2 + 0,21y_3 \leq 200 \\ 0,8y_1 + 0,15y_2 + 0,6y_3 \leq 130 \\ y_1, y_2, y_3 \geq 0 \end{cases}$$

14. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

Имеется цех производящий краски. В цехе производится три вида красок. Используется два вида красителей, каждый вид красителей ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида краски нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

$$f(y)=9y_1+7y_2+8y_3\rightarrow\max$$

$$\Delta\beta\begin{cases} 0,3y_1 + 0,55y_2 + 0,21y_3 \leq 200 \\ 0,8y_1 + 0,15y_2 + 0,6y_3 \leq 130 \\ y_1, y_2, y_3 \geq 0 \end{cases}$$

15. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

Имеется цех производящий краски. В цехе производится три вида красок. Используется два вида красителей, каждый вид красителей ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида краски нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

$$f(y)=9y_1+7y_2+8y_3\rightarrow\max$$

$$\Delta\beta\begin{cases} 0,3y_1 + 0,55y_2 + 0,21y_3 \leq 200 \\ 0,8y_1 + 0,15y_2 + 0,6y_3 \leq 130 \\ y_1, y_2, y_3 \geq 0 \end{cases}$$

16. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

Имеется цех производящий краски. В цехе производиться три вида красок. Используется два вида красителей, каждый вид красителей ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида краски нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

$$f(y)=12y_1+12y_2+8y_3\rightarrow\max$$

$$\Delta\beta\begin{cases} 0,4y_1 + 0,7y_2 + 0,35y_3 \leq 120 \\ 0,8y_1 + 0,15y_2 + 0,6y_3 \leq 80 \\ y_1, y_2, y_3 \geq 0 \end{cases}$$

17. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

Имеется цех производящий краски. В цехе производиться три вида красок. Используется два вида красителей, каждый вид красителей ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида краски нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

$$f(y)=12y_1+12y_2+8y_3\rightarrow\max$$

$$\Delta\beta\begin{cases} 0,4y_1 + 0,7y_2 + 0,35y_3 \leq 120 \\ 0,8y_1 + 0,15y_2 + 0,6y_3 \leq 80 \\ y_1, y_2, y_3 \geq 0 \end{cases}$$

18. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

Имеется цех производящий краски. В цехе производиться три вида красок. Используется два вида красителей, каждый вид красителей ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида краски нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

$$f(y)=12y_1+12y_2+8y_3\rightarrow\max$$

$$\Delta\beta\begin{cases} 0,4y_1 + 0,7y_2 + 0,35y_3 \leq 120 \\ 0,8y_1 + 0,15y_2 + 0,6y_3 \leq 80 \\ y_1, y_2, y_3 \geq 0 \end{cases}$$

19. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

Имеется цех производящий краски. В цехе производиться два вида красок. Используется три вида красителей, каждый вид красителей ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида краски нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

$$f(y)=400x_1+380x_2\rightarrow\max$$

$$\Delta\beta\begin{cases} 0,25x_1 + 0,2x_2 \leq 18 \\ 0,3x_1 + 0,25x_2 \leq 18 \\ 0,17x_1 + 0,35x_2 \leq 16 \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

20. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

Имеется цех производящий краски. В цехе производиться два вида красок. Используется три вида красителей, каждый вид красителей ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида краски нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

$$f(y)=400x_1+380x_2\rightarrow\max$$

$$\Delta\beta\left\{\begin{array}{l}0,25x_1 + 0,2x_2 \leq 18 \\ 0,3x_1 + 0,25x_2 \leq 18 \\ 0,17x_1 + 0,35x_2 \leq 16 \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0\end{array}\right.$$

21. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

Имеется цех производящий краски. В цехе производиться два вида красок. Используется три вида красителей, каждый вид красителей ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида краски нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

$$f(y)=400x_1+380x_2\rightarrow\max$$

$$\Delta\beta\left\{\begin{array}{l}0,25x_1 + 0,2x_2 \leq 18 \\ 0,3x_1 + 0,25x_2 \leq 18 \\ 0,17x_1 + 0,35x_2 \leq 16 \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0\end{array}\right.$$

22. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

Имеется цех производящий краски. В цехе производиться два вида красок. Используется три вида красителей, каждый вид красителей ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида краски нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

$$f(y)=220x_1+180x_2\rightarrow\max$$

$$\Delta\beta\left\{\begin{array}{l}0,8x_1 + 0,3x_2 \leq 13 \\ 0,15x_1 + 0,55x_2 \leq 10 \\ 0,6x_1 + 0,21x_2 \leq 10 \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0\end{array}\right.$$

23. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

Имеется цех производящий краски. В цехе производиться два вида красок. Используется три вида красителей, каждый вид красителей ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида краски нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

$$f(y)=220x_1+180x_2\rightarrow\max$$

$$\Delta\beta \begin{cases} 0,8x_1 + 0,3x_2 \leq 13 \\ 0,15x_1 + 0,55x_2 \leq 10 \\ 0,6x_1 + 0,21x_2 \leq 10 \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

24. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

Имеется цех производящий краски. В цехе производиться два вида красок. Используется три вида красителей, каждый вид красителей ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида краски нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

$$f(y)=220x_1+180x_2 \rightarrow \max$$

$$\Delta\beta \begin{cases} 0,8x_1 + 0,3x_2 \leq 13 \\ 0,15x_1 + 0,55x_2 \leq 10 \\ 0,6x_1 + 0,21x_2 \leq 10 \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

25. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

Имеется цех производящий краски. В цехе производиться два вида красок. Используется три вида красителей, каждый вид красителей ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида краски нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

$$(y)=220x_1+180x_2 \rightarrow \max$$

$$\Delta\beta \begin{cases} 0,8x_1 + 0,3x_2 \leq 13 \\ 0,15x_1 + 0,55x_2 \leq 10 \\ 0,6x_1 + 0,21x_2 \leq 10 \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

26. Необходимо решить задачу с помощью симплекс-метода.

Имеется цех производящий краски. В цехе производиться два вида красок. Используется три вида красителей, каждый вид красителей ограничивается производственными запасами. Требуется определить какое количество каждого вида краски нужно произвести, чтобы прибыль была максимальна.

$$f(y)=12y_1+12y_2+8y_3 \rightarrow \max$$

$$\Delta\beta \begin{cases} 0,4y_1 + 0,7y_2 + 0,35y_3 \leq 120 \\ 0,8y_1 + 0,15y_2 + 0,6y_3 \leq 80 \\ y_1, y_2, y_3 \geq 0 \end{cases}$$

### Критерии оценки:

Для очно-заочной формы обучения:

Максимально 14 баллов – за правильно решенные задачи;

Минимально 10 баллов – за решенные с ошибками задачи.