

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

Директор  Д.Н. Земский
« 21 » 05 2020 г.



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине (модулю)
Б1.В.ДВ.01.02 Моделирование процессов химической технологии
(наименование дисциплины)
09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
Автоматизированные системы обработки информации и управления
бакалавр
квалификация
Очная, очно-заочная, заочная
форма обучения

Нижекамск, 2020 г.

Составитель ФОС:

доцент
(должность)


(подпись)

А.В. Садыков
(Ф.И.О)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ИСТ,
протокол от 20.05.2020 г № 9

Зав. кафедрой


(подпись)

О.В. Матухина
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Зам.директора по УМР


(подпись)

Н.И. Никифорова
(Ф.И.О.)

Эксперт:

Руководитель ООП

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



Амаева Л.А.

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

ПК-3 Способен осуществлять оптимизацию функционирования базы данных.

ПК-3.1 Знает методы оптимизации функционирования баз данных, являющихся частью различных информационных систем

ПК-3.2 Умеет осуществлять оптимизацию функционирования баз данных, являющихся частью различных информационных систем

ПК-3.3 Владеет навыками оптимизации функционирования баз данных, являющихся частью различных информационных систем

Индикаторы достижения компетенции	Этапы формирования в процессе освоения дисциплины (указать все темы из РПД) (Очная / очно-заочная/ заочная форма)				Наименование оценочного средства
	Лекции	Практические Занятия, лабораторный практикум	Лабораторные занятия	Курсовой проект (работа)	
ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Тема 1, тема 2, тема 3, тема 4, тема 5, тема 6, тема 7, тема 8, тема 9, тема 10 / Тема 1-7 / Тема 1-5	Не предусмотрены	Тема 1-8 / Тема 1-8 / Тема 1-3	Не предусмотрены	Текущий контроль, лабораторная работа № 1-8, зачет с оценкой/ Заочная форма: текущий контроль, лабораторная работа № 1-3, контрольная работа, зачет с оценкой
ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Тема 1, тема 2, тема 3, тема 4, тема 5, тема 6, тема 7, тема 8, тема 9, тема 10 / Тема 1-7 / Тема 1-5	Не предусмотрены	Тема 1-8 / Тема 1-8 / Тема 1-3	Не предусмотрены	Текущий контроль, лабораторная работа № 1-8, зачет с оценкой / Заочная форма: текущий контроль, лабораторная работа № 1-3, контрольная работа, зачет с оценкой

Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

(Очная / очно-заочная/ заочная форма)

Лабораторный практикум, контрольная работа, самостоятельная работа			
Лабораторная работа	Балл		
	Очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
	7 семестр	8 семестр	10 семестр
№1	6 – 10	6 – 10	13 – 17
№2	6 – 10	6 – 10	13 – 17
№3	6 – 10	6 – 10	13 - 17
№4	6 – 10	6 – 10	-
№5	6 – 10	6 – 10	-
№6	6– 10	6 – 10	-
№7	10 – 16	10 – 16	-
№8	6 – 12	6 – 12	-
Самостоятельная работа	8 -12	8 - 12	6 - 9
Контрольная работа	-	-	15 - 40
ИТОГО	60-100	60-100	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.

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 управления и автоматизации
Кафедра ИСТ

Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника
(код и наименование)

Программа: Автоматизированные системы обработки информации и управления

Комплект лабораторных работ
по дисциплине «Моделирование процессов химической технологии»

Очная форма, очно-заочная форма
Лабораторная работа №1

Тема: «Особенности моделей и задач математического моделирования».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. В модели Ван-дер-Ваальса

$$p = \frac{RT}{V - b} - \frac{a}{V^2}$$

параметр a характеризует интенсивность межмолекулярного взаимодействия; параметр b – объем, занимаемый молекулами.

Наиболее точные значения параметров для CO_2 таковы: $a=0,3652 \text{ Па}\cdot\text{м}^6/\text{моль}$; $b=4,28\cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$. По опытным данным получены ошибочные значения: $a=0,5755$; $b=10^{-4}$. Сравнить расчет давления p , МПа при верных и ошибочных значениях параметров, а также расчет в приближении идеального газа.

3. Функция задана таблично

x_i	7,2	8,9	10,7	15,6	18,9	22,7	24,1
y_i	3,4	4,4	5,5	7,5	9,9	10,1	11,1

Построить аппроксимирующую прямую $y = a_1x + a_2$, используя метод наименьших квадратов (решить сначала вручную, затем в табличном процессоре Excel).

4. Экспериментатор изучал зависимость отклика y от фактора x . Получены следующие данные:

x_i	-2	-1	0	1	2
y_i	5,21	7,47	10,95	13,67	13,32

В результате обработки с помощью метода наименьших квадратов (м.н.к.) им получено уравнение

$$y = 10,124 + 2,242x.$$

Неопытный исследователь решил получить более точное описание, применив многочлен 4-й степени. Он получил уравнение

$$y = 10,95 + 3,4575x - 0,36625x^2 - 0,3675x^3 - 0,001375x^4.$$

Сравнить результаты вычислений по этим уравнениям. Каковы результаты экстраполяции до значений $x = \pm 3$?

5. Для таблично заданной функции

x_i	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	3,1
y_i	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,49

найти аппроксимирующую функцию в виде квадратного трехчлена.

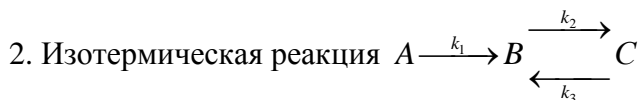
6. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №2

Тема: «Моделирование работы изотермического процесса».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.



осуществляется в реакторе с гидродинамикой, описываемой моделью идеального вытеснения. k_1 , k_2 , k_3 - константы скоростей частных реакций. Расход сырья v , м³/ч. Реакции 1, 2 – первого порядка, реакция 3 – второго порядка. Построить математическую модель реактора.

3. Для условий задачи 1 определить длину реактора X_p , при которой обеспечивается максимальный выход продукта (целевого компонента B) и диаметр реактора d .

Разработать алгоритм расчета. Использовать метод последовательных приближений.

4. Алгоритм расчета задачи 3 реализовать в виде программы. Провести расчеты с помощью программы с конкретными исходными данными.

5. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №3

Тема: «Расчет комбинированной модели реактора».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.

2. В реакторе, описываемом комбинированной гидродинамической моделью, протекает изотермическая реакция первого порядка $A \xrightarrow{k} B$,

где k - константа скорости реакции. Начальная концентрация компонента A в сырье $C_{A0} = 200$ г/л. Для оценки структуры овортока в реакторе для реактора получена функция отклика на импульсное возмущение. Необходимо рассчитать состав реакционной смеси на выходе из реактора.

Для решения задачи необходимо:

- установить структуру потоков в реакторе;
- предложить модель комбинированной гидродинамики для совокупности типовых элемен-

- тов, эквивалентной реальной гидродинамике реактора;
- разработать модель каждого типового элемента схемы;
 - численно определить параметры каждого типового элемента гидродинамической модели;
 - разработать обобщенную модель процесса, протекающего в реакторе, с учетом как гидродинамики, так и кинетики химического процесса.
3. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №4

Тема: «Расчет фазового равновесия».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Требуется рассчитать температуру равновесия парожидкостной смеси t и состав паровой фазы Y_i для многокомпонентной смеси с известным составом жидкой фазы X_i . Уравнение равновесия в данном случае имеет вид

$$\sum_{i=1}^N Y_i = \sum_{i=1}^N X_i K_i = 1,$$

где N – число компонентов смеси; K_i – константы фазового равновесия ($K_i = f(t)$).

$$K_i = \frac{10^{A_i - \frac{B_i}{C_i + t}}}{P},$$

где A_i, B_i, C_i – константы уравнения Антуана для расчета давления насыщенных паров; P – давление системы.

Известны численные значения N, X_i, A_i, B_i, C_i, P .

Задачу подбора температуры по уравнению равновесия

$$\sum_{i=1}^N \frac{X_i \cdot 10^{A_i - \frac{B_i}{C_i + t}}}{P} = 1$$

можно свести к типовому алгоритму поиска корня нелинейного алгебраического уравнения

$$\sum_{i=1}^N \frac{X_i \cdot 10^{A_i - \frac{B_i}{C_i + t}}}{P} - 1 = 0,$$

например, методом половинного деления.

С целью автоматического выбора граничных температур $T1$ и $T2$, соответствующих температурам кипения компонентов смеси с наименьшей и наибольшей температурой кипения, целесообразно в начале расчета автоматически определить границы области исследования $T1$ и $T2$:

$$t_{\text{кун}} = \frac{B_i}{A_i - \lg P} - C_i.$$

3. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №5

Тема: «Уравнение регрессии с одним фактором».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Функция задана таблично

x_i	7,1	8,8	10,7	15,6	18,9	22,7	24,1
y_i	3,3	4,3	5,5	7,5	9,9	10,1	11,1

Построить аппроксимирующую прямую $y = a_1x + a_2$, используя метод наименьших квадратов (решить сначала вручную, затем в табличном процессоре Excel).

3. Для таблично заданной функции

x_i	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
y_i	0,31	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48

найти аппроксимирующую функцию в виде квадратного трехчлена.

4. Опытные данные заданы таблицей

x_i	1,1	1,7	2,4	3,0	3,7	4,5	5,1	5,8
y_i	0,3	0,6	1,1	1,7	2,3	3,0	3,8	4,5

Аппроксимировать эти данные сначала линейной функцией $y = a_1x + a_2$, затем степенной функцией $y = cx^m$. Установить, какое из двух приближений лучше.

5. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №6

Тема: «Метод множественной корреляции».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Необходимо получить зависимость степени извлечения серной кислоты y из травильных растворов от следующих факторов: x_1 -концентрации H_2SO_4 в исходном растворе; x_2 – концентрации сульфата железа; x_3 –объемное соотношение спирт-кислота. Исходным статистическим материалом служит выборка объемом N в 35 измерений, полученная в результате эксперимента.

Зависимость ищем в виде линейного уравнения регрессии

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3.$$

3. Вывести систему нормальных уравнений для случая 4-х факторов.
4. Составить программу для решения задачи из пункта 2 и реализовать с конкретными исходными данными.
5. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №7

Тема: «Метод множественной регрессии Брандона».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Установить зависимости расхода флегмы в ректификационной колонне разделения широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ) от состав ШФЛУ методом Брандона.

В результате проведения пассивного эксперимента получен следующий статистический материал:

№	Состав питания, кг/ч							Расход флегмы, кг/ч
	этан	пропан	изобутан	бутан	изопентан	пентан	гексан	
1	103,5	3420,8	9574,5	14414,8	5748,7	6361,3	1860,6	18700,0
2	106,0	3891,4	6812,0	14185,4	4636,0	4703,6	3788,6	19450,0
3	110,0	7673,0	6358,0	12811,5	4465,5	3619,5	3858,5	23450,0

4	65,0	5843,5	4235,0	12358,5	5505,5	4412,9	6198,5	17701,0
5	65,0	2215,0	4482,5	8965,0	4507,5	4945,5	2697,5	11070,0
6	242,5	6572,5	8202,5	16745,0	4080,0	3492,5	3075,0	22090,0
7	60,5	3370,0	7965,0	15390,0	4275,0	5170,0	8765,0	17207,0

3. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №8

Тема: «Обработка результатов активных экспериментов».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Изучается влияние на выход продукта у трех факторов: температуры T в диапазоне 100 – 200 °С, давления P в диапазоне 2 – 6 МПа (20 – 60 кгс/см²) и времени пребывания t в диапазоне 10 – 30 мин. Верхний уровень по температуре $z_1^{\max} = 200$ °С, нижний $z_1^{\max} = 100$ °С, $z_1^0 = 150$ °С, $\Delta z_1 = 50$ °С.

Записать кодированную матрицу планирования 2^3 и результаты эксперимента. Решить задачу методом ПФЭ.

Вычислить критерии Фишера, Стьюдента. Проверить адекватность уравнения регрессии.

3. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Заочная форма

Лабораторная работа №1

Тема: «Расчет комбинированной модели реактора».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. В реакторе, описываемом комбинированной гидродинамической моделью, протекает изотермическая реакция первого порядка $A \xrightarrow{k} B$, где k - константа скорости реакции. Начальная концентрация компонента A в сырье $C_{A0} = 200$ г/л. Для оценки структуры овортока в реакторе для реактора получена функция отклика на импульсное возмущение. Необходимо рассчитать состав реакционной смеси на выходе из реактора.

Для решения задачи необходимо:

- установить структуру потоков в реакторе;
- предложить модель комбинированной гидродинамики для совокупности типовых элементов, эквивалентной реальной гидродинамике реактора;
- разработать модель каждого типового элемента схемы;
- численно определить параметры каждого типового элемента гидродинамической модели;
- разработать обобщенную модель процесса, протекающего в реакторе, с учетом как гидродинамики, так и кинетики химического процесса.

3. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №2

Тема: «Уравнение регрессии с одним фактором».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Функция задана таблично

x_i	7,1	8,8	10,7	15,6	18,9	22,7	24,1
y_i	3,2	4,4	5,5	7,5	9,9	10,1	11,2

Построить аппроксимирующую прямую $y = a_1x + a_2$, используя метод наименьших квадратов (решить сначала вручную, затем в табличном процессоре Excel).

3. Для таблично заданной функции

x_i	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
y_i	0,31	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48

найти аппроксимирующую функцию в виде квадратного трехчлена.

4. Опытные данные заданы таблицей

x_i	1,1	1,7	2,4	3,0	3,7	4,5	5,1	5,8
y_i	0,3	0,6	1,1	1,7	2,3	3,0	3,8	4,5

Аппроксимировать эти данные сначала линейной функцией $y = a_1x + a_2$, затем степенной функцией $y = cx^m$. Установить, какое из двух приближений лучше аппроксимирует эти данные.

5. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №3

Тема: «Обработка результатов активных экспериментов».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Изучается влияние на выход продукта у трех факторов: температуры T в диапазоне 100 – 200 °С, давления P в диапазоне 2 – 6 МПа (20 – 60 кгс/см²) и времени пребывания t в диапазоне 10 – 30 мин. Верхний уровень по температуре $z_1^{\max} = 200$ °С, нижний $z_1^{\max} = 100$ °С, $z_1^0 = 150$ °С, $\Delta z_1 = 50$ °С.

Записать кодированную матрицу планирования 2^3 и результаты эксперимента. Решить задачу методом ПФЭ.

Вычислить критерии Фишера, Стьюдента. Проверить адекватность уравнения регрессии.

3. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Заочная форма

Нулевой вариант

Контрольная работа

Задание 1. Изотермическая реакция $A \xrightarrow{k_1} B \xrightleftharpoons[k_3]{k_2} C$

осуществляется в реакторе с гидродинамикой, описываемой моделью идеального вытеснения. k_1, k_2, k_3 - константы скоростей частных реакций. Расход сырья v , м³/ч. Реакции 1, 2 – первого порядка, реакция 3 – второго порядка. Построить математическую модель реактора.

Определить длину реактора X_p , при которой обеспечивается максимальный выход продукта (целевого компонента B) и диаметр реактора d .

Разработать алгоритм расчета. Использовать метод последовательных приближений.

Задание 2. В реакторе, описываемом комбинированной гидродинамической моделью, протекает изотермическая реакция первого порядка $A \xrightarrow{k} B$, где k - константа скорости реакции. Начальная концентрация компонента A в сырье $C_{A0}=150$ г/л. Для оценки структуры овортока в реакторе для реактора получена функция отклика на импульсное возмущение. Необходимо рассчитать состав реакционной смеси на выходе из реактора.

Для решения задачи необходимо:

- установить структуру потоков в реакторе;
- предложить модель комбинированной гидродинамики для совокупности типовых элементов, эквивалентной реальной гидродинамике реактора;
- разработать модель каждого типового элемента схемы;
- численно определить параметры каждого типового элемента гидродинамической модели.

Задание 3. Опытные данные заданы таблицей:

x_i	7,1	8,8	10,6	15,6	18,9	20,2	22,7
y_i	3,49	4,38	5,41	7,54	9,91	$10,1_3$	10,98

Построить аппроксимирующую прямую $y = a_1x + a_2$, используя метод наименьших квадратов. Сделать проверку. (Решить задачу сначала вручную, затем с помощью программы).

Задание 4. В таблице приведены экспериментальные данные для теплоемкости c_p водяного пара (H_2O) при разных температурах:

$t, ^\circ C$	600	650	700	750	800	850	900
$c_p, \frac{кДж}{кг \cdot K}$	2,203	2,2383	2,2738	2,3091	2,3441	2,3788	2,4130

Аппроксимировать эти данные квадратичной функцией $c_p = a_1 t^2 + a_2 t + a_3$ и сделать проверку.

Задание 5. Изучается влияние трех факторов на выход продукта: температуры T в диапазоне 120 – 210 $^\circ C$, давления P в диапазоне 3 – 6 МПа (30 – 60 кгс/см²) и времени пребывания t в диапазоне 15 – 35 мин.

Записать кодированную матрицу планирования 2^3 и результаты эксперимента. Решить задачу методом ПФЭ.

Вычислить критерии Фишера, Стьюдента. Проверить адекватность уравнения регрессии.

Исходные данные задаются согласно номеру варианта.

Оценка	Баллы
5	35-40
4	27-34
3	15-26
2	0-14