

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»
В ГОРОДЕ ТАШКЕНТЕ (РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН)**

«УТВЕРЖДАЮ»

Исполнительный директор

_____/ **Б.Э. Нурматов**
(подпись) И.О. Фамилия

« ____ » _____ 2024 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оптимизация химико-технологических процессов

направление подготовки

18.04.01 Химическая технология

магистерская программа:

Химическая технология биологически активных веществ

форма обучения:

очная

Квалификация: магистр

Ташкент 2024

1. НАЗНАЧЕНИЕ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) создается в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для аттестации обучающихся на соответствие их достижений поэтапным требованиям соответствующей основной образовательной программы (ООП) для проведения входного и текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения ООП ВО, входят в состав ООП.

ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений (результатов обучения) запланированным результатам освоения рабочих программ учебных дисциплин и образовательных программ.

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- *валидности*: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- *надежности*: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- *объективности*: разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплине **«Оптимизация химико-технологических процессов»** включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать сформированность у обучающихся компетенций и индикаторов их достижения, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **18.04.01 Химическая технология**, ООП и рабочей программой дисциплины **«Оптимизация химико-технологических процессов»**.

ФОС предназначен для профессорско-преподавательского состава и обучающихся РХТУ им. Д.И. Менделеева.

ФОС подлежат ежегодному пересмотру и обновлению.

2. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

Входной контроль по дисциплине не предусмотрен.

3. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ

3.1. Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы в соответствии с Рейтинговой системой оценки знаний обучающихся. Дополнительные к предусмотренным Рейтинговой системой точкам контроля по инициативе преподавателя могут быть предусмотрены точки контроля, расписание которых не противоречат принципам действующей в университете Рейтинговой системы.

Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины.

3.2. Описание фонда оценочных средств

3.2.1. Шкалы оценивания (методики оценки)

3.2.1.1 Рекомендации по оцениванию письменных и устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале каждого лекционного занятия преподавателем проводится устный опрос по выполненным заданиям предыдущей темы.

Критерии оценки:

- *правильность* ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);
- *полнота* и *глубина* ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
- *осознанность* ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
- *логика* изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
- *рациональность* использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);
- *своевременность* и *эффективность* использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается способность грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Оценка **«отлично»** выставляется, если обучающийся:

- полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;
- обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- излагает материал последовательно и правильно.

Оценка **«хорошо»** выставляется, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

- излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;
- не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

3.2.2. Задания (вопросы) для текущего контроля по разделам (темам) и видам занятий

Количество лабораторных работ – 6

Для текущего контроля предусмотрена защита 6 лабораторных работ. Максимальная оценка за лабораторные работы 60 баллов по 10 баллов за каждую.

Темы лабораторных работ:

- а) Лабораторная работа № 1 – Основные приемы работы с пакетом MATLAB при моделировании и оптимизации процессов химических превращений в реакторах с мешалкой. Решение задач одномерной оптимизации.
- б) Лабораторная работа № 2 – Решение задач многомерной оптимизации с применением пакета MATLAB.
- в) Лабораторная работа № 3 – Решение уравнений и их систем с применением пакета MATLAB при оптимизации химико-технологических процессов.
- г) Лабораторная работа № 4 – Решение обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем с применением пакета MATLAB при оптимизации химико-технологических процессов.
- д) Лабораторная работа № 5 – Решение задач нелинейного программирования при оптимизации химико-технологических процессов.
- е) Лабораторная работа № 6 – Решение задач линейного программирования в химической промышленности при ограничениях на сырьевые и материальные ресурсы.

Максимальное количество баллов за контрольную работу – 40 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

Умение обучающегося предоставить ответы на вопросы демонстрирует освоение им следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ОПК-4 Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты	ОПК-4.1; Знает методы оптимизации химико-технологических процессов с учетом требований качества, надежности и стоимости. ОПК-4.2; Умеет применять аналитические и численные методы для решения задач создания продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты. ОПК-4.3; Умеет оптимизировать химико-технологические процессы с использованием технологических, экономических и экологических критериев оптимальности при наличии ограничений в виде равенств. ОПК-4.4; Владеет способами компьютерного моделирования и оптимизации химико-технологических процессов продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты

3.2.1.1. Задания (вопросы) для оценки сформированности компетенций и индикаторов их достижения

Задания закрытого типа:

ОПК-4.1; Знает методы оптимизации химико-технологических процессов с учетом требований качества, надежности и стоимости.

1. При решении задачи технологической оптимизации какие критерии оптимальности применимы?.

- Термодинамический критерий;
- Себестоимость;
- Приведенные затраты;
- **Выход целевого продукта;**
- Прибыль.

2. Какие алгоритмы можно нельзя использовать для параметрической идентификации математического описания реакторных процессов.

- Алгоритм решения систем линейных алгебраических уравнений
- **Алгоритм многомерной оптимизации;**
- Алгоритм решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений;
- Алгоритм решения систем нелинейных уравнений;
- Алгоритм одномерной оптимизации.

3. При определении параметров азеотропной смеси при парожидкостном равновесии наиболее целесообразно следующий алгоритм

- Решения нелинейного уравнения;
- Оптимизационный;
- Решения системы нелинейных уравнений;
- Решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений;
- **Решения системы дифференциальных уравнений с частными производными.**

4. Какие алгоритмы применяются при идентификации математической модели химико-технологического процесса прямым методом:

- **Алгоритм одномерной и многомерной оптимизации;**
- Алгоритм решения системы линейных алгебраических уравнений;
- Алгоритм решения системы нелинейных уравнений;
- Алгоритм решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений;
- Алгоритм решения системы дифференциальных уравнений с частными производными.

5. Какие алгоритмы можно использовать при параметрической идентификации математического описания реакторных процессов.

- **Алгоритм одномерной оптимизации**
- Алгоритм решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений;
- Алгоритм численного дифференцирования;
- Алгоритм решения систем дифференциальных уравнений с частными производными;
- Алгоритм численного интегрирования.

6. Для решения системы уравнений математического описания стационарного процесса в непрерывном равновесном испарителе наиболее целесообразно использовать

- Алгоритм решения систему линейных уравнений;
- Алгоритм решения системы полиномиальных уравнений;
- **Алгоритм решения системы нелинейных уравнений;**
- Систему обыкновенных дифференциальных уравнений;
- Оптимизационный алгоритм.

7. Какой алгоритм используется для определения коэффициентов уравнения Аррениуса при моделировании химической реакции с применением кинетических констант?

- Алгоритм решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений;
- **Оптимизационный алгоритм;**
- Алгоритм вычисления интеграла;
- Алгоритм дифференцирования;
- Алгоритм решения систем дифференциальных уравнений с частными производными.

8. Разработка детерминированной математической модели химико-технологического процесса не подразумевает:

- **Применение законов распределения случайных величин;**
- Выбор критериев оптимальности химико-технологического процесса;
- Выбор и реализацию алгоритмов решения задачи оптимизации;
- Выбор решателя (solver) для решения задачи оптимизации;
- Выбор аппаратов технологического процесса химического производства.

9. При моделировании и оптимизации процессов с применением пакетов моделирующих программ необходимо

- Выбирать и программировать алгоритм решения системы линейных алгебраических уравнений;
- Выбирать и программировать алгоритм решения системы нелинейных алгебраических уравнений;
- Выбирать и программировать алгоритм решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений;
- Выбирать и программировать алгоритм решения системы дифференциальных уравнений с частными производными;
- **Выбирать решатели (солверы) и задавать только начальные приближения для итерационных расчетов при решении задач моделировании и оптимизации.**

10. Решение задачи идентификации математического описания химико-технологического процесса подразумевает:

- Определение только вида уравнений, описывающих процесс;
- Определение только коэффициентов уравнений, описывающих процесс;
- **Совместное определение вида и коэффициентов уравнений, описывающих процесс;**
- Выбор критерия оптимальности процесса;
- Выбор алгоритма для оптимизации производства.

11. Для определения параметров бинарного взаимодействия между молекулами компонентов, составляющих смесь, при парожидкостном равновесии необходим следующий алгоритм

- Алгоритм метода решения одномерной задачи оптимизации;
- Алгоритм метода решения линейной системы уравнений;
- **Алгоритм метода решения многомерной оптимизационной задачи;**
- Алгоритм решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений;
- Алгоритм решения системы дифференциальных уравнений с частными производными.

12. При определении параметров азеотропной смеси при парожидкостном равновесии наиболее целесообразно использовать критерий, связанный с со следующими свойствами смеси

- С экстремумом температуры кипения или давления паров;
- **С равенством относительной летучести компонентов единице;**

- С равенством состава жидкой и паровой фаз;
- С наименьшим значением критерия адекватности;
- С наименьшим рассогласованием экспериментальных и расчетных параметров азеотропной смеси.

ОПК-4.2; Умеет применять аналитические и численные методы для решения задач создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.

1. Какие численные методы вычислительной математики могут применяться для компьютерного моделирования стационарного процесса непрерывной жидкостной экстракции в насадочной колонне ?:

- Метод обратной матрицы;
- Метод простых итераций;
- **Метод Рунге-Кутты 4-го порядка;**
- Метод Ньютона;
- Метод деления отрезка пополам.

2. Какие частные функции используется в методе Брандона для описания эмпирической зависимости некоторого свойства от нескольких параметра (температуры, давления и т.п.)?

- **Полиномиальные;**
- Логарифмические;
- Экспоненциальные;
- Линейные;
- Трансцендентные.

3. С применением какого критерия нельзя оценивать адекватность уравнений зависимостей свойств индивидуальных веществ от одного параметра (температуры, давления и т.п.) ?

- Критерия Фишера;
- **Критерия Стьюдента;**
- Суммарной относительной погрешности расчетных результатов;
- Критерия метода наименьших модулей;
- Индекса регрессии.

4. Какие критерии рассогласования расчетных и экспериментальных данных нельзя использовать при параметрической идентификации математического описания реакторных процессов.

- Критерий наименьших квадратов;
- Критерий наименьших модулей;
- Минимаксный критерий Чебышева;
- **Критерий Стьюдента;**
- Критерий Фишера.

5. Ковариационный анализ это:

- Определение точности итерационного процесса по аргументу;
- Определение точности итерационного процесса по функции;
- Определение числа расчетов функции в итерационном процессе ;
- Определение числа итераций при реализации метода последовательных приближений;
- **Определение значений выборочных дисперсий - остаточной, адекватности и воспроизводимости, по статистике экспериментальных данных;**

6. Какими уравнениями предпочтительно описывать зависимость свойств индивидуальных веществ от одного параметра (температуры, давления и т.п.) ?

- Экспоненциальными;
 - **Полиномиальными;**
 - Логарифмическими;
 - Нелинейными относительно коэффициентов;
 - Трансцендентными.
7. Какими типами математических уравнений наиболее предпочтительно описывать зависимости свойств индивидуальных веществ от одного параметра (температуры, давления и т.п.) ?
- Квадратными;
 - **Аппроксимационными;**
 - Линейными;
 - Интерполяционными;
 - Трансцендентными.
8. Коэффициенты активности в системе уравнений, описывающих парожидкостное равновесие, характеризуют
- Константу равновесия;
 - Относительную летучесть;
 - Неидеальность паровой фазы;
 - **Неидеальность жидкой фазы;**
 - Степень разделения.
9. Уравнение, позволяющее определить коэффициенты фугитивности при парожидкостном равновесии, зависит
- От состава паровой фазы и температуры;
 - От состава жидкой фазы и температуры;
 - От давления;
 - От давления и температуры;
 - **От состава паровой фазы, температуры и давления.**
10. Какими методами не следует анализировать достоверность зависимостей свойств индивидуальных веществ от одного параметра (температуры, давления и т.п.) ?
- Регрессионного анализа;
 - Корреляционного анализа;
 - **Математического анализа;**
 - Статистического анализа;
 - Ковариационного анализа.
11. Для вычисления значений коэффициентов фугитивности при парожидкостном равновесии необходимо знать
- Молярные объемы компонентов смеси;
 - Вязкости компонентов смеси;
 - Плотности компонентов смеси;
 - **Критические свойства компонентов смеси;**
 - Температуры кипения компонентов смеси при нормальных условиях.
12. Коэффициенты фугитивности в системе уравнений, описывающих парожидкостное равновесие, характеризуют
- Константу равновесия;
 - Относительную летучесть;
 - Неидеальность паровой фазы;
 - **Неидеальность жидкой фазы;**
 - Степень разделения.
13. Какие алгоритмы применяются при идентификации математической модели химико-технологического процесса косвенным методом:

- Алгоритм одномерной оптимизации;
- Алгоритм многомерной оптимизации;
- **Алгоритм решения системы линейных алгебраических и системы нелинейных уравнений**
- Алгоритм решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений;
- Алгоритм решения системы дифференциальных уравнений с частными производными.

ОПК-4.3; Умеет оптимизировать химико-технологические процессы с использованием технологических, экономических и экологических критериев оптимальности при наличии ограничений в виде равенств.

1. Уравнение, позволяющее определить коэффициенты фугитивности при парожидкостном равновесии, зависит

- От состава паровой фазы и температуры;
- От состава жидкой фазы и температуры;
- От давления;
- От давления и температуры;
- **От состава паровой фазы, температуры и давления.**

2. Какая основная особенность декомпозиционного алгоритма расчета процесса многокомпонентной непрерывной абсорбции?

- **Уменьшается размерность решаемой системы уравнений математического описания процесса;**
- Меняется характер и тип системы уравнений;
- Сокращается число последовательных итераций при выполнении расчетов;
- Точность расчетов увеличивается;
- Время выполнения расчетов уменьшается.

3. При определении параметров бинарного взаимодействия между молекулами компонентов, составляющих смесь, при парожидкостном равновесии нельзя использовать следующий критерий

- Метода наименьших модулей;
- Метода наименьших квадратов;
- Минимаксный критерий Чебышева;
- Критерий относительного отклонения расчетных и экспериментальных значений физических свойств;
- **Дисперсию воспроизводимости.**

4. Какие параметры являются поисковыми в алгоритмах решения системы уравнений математического описания стационарного процесса в непрерывном равновесном испарителе

- Состав паровой фазы;
- Состав жидкой фазы;
- Доля паровой фазы в потоке;
- Константы фазового равновесия;
- **Доля паровой фазы в потоке и константы фазового равновесия.**

5. Для определения параметров бинарного взаимодействия между молекулами компонентов, составляющих смесь, при парожидкостном равновесии необходим следующий алгоритм

- Алгоритм метода решения одномерной задачи оптимизации;
- Алгоритм метода решения линейной системы уравнений;
- **Алгоритм метода решения многомерной оптимизационной задачи;**
- Алгоритм решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений;

- Алгоритм решения системы дифференциальных уравнений с частными производными.
6. Какая термодинамическая зависимость в уравнении Аррениуса используется для описания функции константы скорости химической реакции от температуры?
- Степенная;
 - Полиномиальная;
 - **Экспоненциальная;**
 - Логарифмическая;
 - Нелинейная.
7. Система уравнений, описывающая парожидкостное равновесие, это
- Система линейных алгебраических уравнений;
 - **Система нелинейных уравнений;**
 - Система регрессионных уравнений;
 - Система обыкновенных дифференциальных уравнений;
 - Система дифференциальных уравнений с частными производными.
8. Какой алгоритм нельзя использовать для определения коэффициентов регрессионного уравнения, описывающего зависимость константы скорости химической реакции от температуры ?
- **Алгоритм решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений;**
 - Алгоритм градиентного метода;
 - Алгоритм метода наискорейшего спуска;
 - Алгоритм симплексного метода;
 - Алгоритм метода Хука-Дживса.
9. Модель, которая может использоваться для вычисления коэффициентов фугитивности при моделировании парожидкостного равновесия
- Redlich-Kister;
 - Raoult;
 - **Soave-Redlich-Kwong;**
 - Wilson;
 - NRTL.
10. Модель, которая не может использоваться для вычисления коэффициентов активности при моделировании парожидкостного равновесия
- Redlich-Kister;
 - **Soave-Redlich-Kwong;**
 - Raoult;
 - Wilson;
 - NRTL.
11. Система уравнений математического описания стационарного процесса в непрерывном равновесном испарителе представляет собой
- **Систему линейных уравнений;**
 - Систему полиномиальных уравнений;
 - Систему нелинейных уравнений;
 - Систему обыкновенных дифференциальных уравнений;
 - Систему дифференциальных уравнений с частными производными.
12. При определении параметров бинарного взаимодействия между молекулами компонентов, составляющих смесь, при парожидкостном равновесии нельзя использовать следующий критерий
- Метода наименьших модулей;
 - Метода наименьших квадратов;
 - Минимаксный критерий Чебышева;

- Критерий относительного отклонения расчетных и экспериментальных значений физических свойств;
- **Дисперсию воспроизводимости.**

ОПК-4.4; Владеет способами компьютерного моделирования и оптимизации химико-технологических процессов продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты

1. При определении равновесных условий процесса жидкостной экстракции используются следующие модели:

- Soave-Redlich-Kwong (SRK) :
- Peng-Robinson:
- Генри:
- Greyson-Streed.
- **NRTL.**

2. Стационарное состояние непрерывного процесса абсорбции в насадочной колонне с гидродинамической моделью идеального вытеснения в обоих фазах описывается системой:

- Линейных уравнений;
- Обыкновенных дифференциальных уравнений;
- Регрессионных уравнений;
- **Нелинейных уравнений;**
- Дифференциальных уравнений с частными производными.

3. Эмпирическая регрессионная модель химико-технологического процесса:

- Получается с учетом физико-химических закономерностей протекающих процессов;
- **Путем обработки экспериментальных данных с применением методов регрессионного анализа;**
- Не может быть использован метод наименьших квадратов для определения коэффициентов моделей технологических процессов;
- Не может использовать критерий Стьюдента для определения значимости коэффициентов моделей;
- Не может использовать критерий Фишера для определения адекватности моделей.

4. Статическая модель химико-технологического процесса это:

- Система уравнений с переменными, зависящими от времени;
- Система уравнений с производными от времени;
- Система обыкновенных дифференциальных уравнений
- Система дифференциальных уравнений с частными производными;
- **Система уравнений с переменными, которые не зависят от времени**

5. Разработка детерминированной математической модели химико-технологического процесса не подразумевает:

- **Применение законов распределения случайных величин;**
- Выбор критериев оптимальности химико-технологического процесса;
- Выбор и реализацию алгоритмов решения задачи оптимизации;
- Выбор решателя (solver) для решения задачи оптимизации;
- Выбор аппаратов технологического процесса химического производства.

6. Диаграмма химико-технологического процесса представляет собой:

- Графическое изображение технологической схемы химико-технологического процесса без параметров потоков и оборудования;

- **Графическое изображение технологической схемы химико-технологического процесса с параметрами потоков и оборудования;**
 - Графическое изображение технологической схемы производства со значениями параметров процессов, полученных из экспериментальных данных;
 - Блок-схему алгоритма расчета технологии производства в стационарном состоянии;
 - Блок-схему алгоритма расчета технологии производства в нестационарном состоянии.
7. Математическое описание реакторного процесса в стационарном состоянии в трубчатом аппарате может быть представлено:
- **Системой обыкновенных дифференциальных уравнений;**
 - Системой алгебраических уравнений;
 - Системой полиномиальных уравнений;
 - Системой нелинейных уравнений;
 - Система дифференциальных уравнений с частными производным.
8. Динамическая модель химико-технологического процесса это:
- Система уравнений с переменными, не зависящими от времени;
 - Система линейных алгебраических уравнений;
 - Система нелинейных уравнений
 - Система уравнений без производных;
 - **Система уравнений, которые зависят от времени**
9. Разработка стохастической математической модели химико-технологического процесса подразумевает:
- **Применение законов распределения случайных величин;**
 - Выбор критериев оптимальности химико-технологического процесса;
 - Выбор и реализацию алгоритмов решения задачи оптимизации;
 - Выбор решателя (solver) для решения задачи оптимизации;
 - Выбор аппаратов технологического процесса химического производства.
10. Теоретическая комбинированная модель химико-технологического процесса :
- **Получается с максимальным учетом механизма протекающих процессов;**
 - На основании данных только экспериментальных измерений;
 - Не может быть использовать метод наименьших квадратов для определения коэффициентов моделей технологических процессов;
 - Не может использовать критерий Стьюдента для определения значимости коэффициентов моделей;
 - Не может использовать критерий Фишера для определения адекватности моделей.
11. Компьютерная модель химико-технологического процесса это:
- Диаграмма технологического процесса;
 - **Алгоритм решения системы уравнений, описывающей химико-технологический процесс;**
 - Решатель(solver) решения системы нелинейных уравнений;
 - Блок - схема метода решения нелинейного уравнения;
 - Процедура решения задачи идентификации химико-технологического процесса.
12. При моделировании парожидкостного равновесия в изотермической системе какой параметр является поисковым в итерационном цикле решения задачи?
- Температура;
 - **Давление;**
 - Состав жидкой фазы;
 - Состав паровой фазы;
 - Состав азеотропной смеси.

13. Теоретическая комбинированная модель химико-технологического процесса :

- **Получается с максимальным учетом механизма протекающих процессов;**
- На основании данных только экспериментальных измерений;
- Не может быть использован метод наименьших квадратов для определения коэффициентов моделей технологических процессов;
- Не может использовать критерий Стьюдента для определения значимости коэффициентов моделей;
- Не может использовать критерий Фишера для определения адекватности моделей.

Задания открытого типа:

ОПК-4.1; Знает методы оптимизации химико-технологических процессов с учетом требований качества, надежности и стоимости.

Вопрос 1. Задача оптимизации сводится к нахождению **экстремума** целевой функции.

Вопрос 2. В задачах оптимизации различают критерии оптимизации на **простые** и **сложные**.

Вопрос 3. При записи математических задач оптимизации в общем виде обычно используют символы **$f(x)$, U** .

Вопрос 4. Процедура кодирования входных переменных предполагает задание **уровня значимости**.

Вопрос 5. Для решения задачи оптимизации первым необходимо составить **математическую модель**.

Вопрос 6. **Оптимизация** – это целенаправленная деятельность, заключающаяся в получении наилучших результатов при соответствующих условиях.

Вопрос 7. На основании выбранного критерия оптимальности составляют **целевую** функцию.

Вопрос 8. Статистические модели не используются для **интерполяции** полученных зависимостей.

Вопрос 9. Алгоритм моделирования с использованием статистических моделей включает два этапа: **анализа** и **идентификации**.

Вопрос 10. Статистические модели используют **вероятностный** подход, физико-химические законы.

Вопрос 11. Условием неадекватности модели является равенство рассчитанного значения критерия **адекватности** над заданным.

Вопрос 12. С использованием зависимостей для коэффициентов **активности** от температуры и состава учитывается неидеальность жидкой фазы при математическом описании условий парожидкостного равновесия при моделировании стационарного процесса испарения.

Вопрос 13. С использованием зависимостей для коэффициентов **фугитивности** от температуры и состава учитывается неидеальность паровой фазы при математическом описании условий парожидкостного равновесия при моделировании стационарного процесса испарения.

Вопрос 14. С использованием зависимости **давления насыщенного пара индивидуальных веществ** от температуры учитывается зависимость давлений насыщенных паров индивидуальных веществ при математическом описании условий парожидкостного равновесия при моделировании стационарного процесса испарения.

Вопрос 15. Стандартная **энтальпия образования** и **энергия Гиббса** – это те физико-химические свойства-константы, которые используются при определении температурной зависимости константы равновесия химической реакции.

Вопрос 16. С использованием коэффициентов **фугитивности** учитывается неидеальность паровой фазы при определении константы химического равновесия при высоких давлениях.

Вопрос 17. **Мультипликативная** аппроксимирующая функция используется в методе Брандона при описании зависимости изменения некоторого свойства от нескольких факторов.

ОПК-4.2; Умеет применять аналитические и численные методы для решения задач создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.

Вопрос 1. Метод Ньютона - поиск нулей функции методом пересечения **касательных** с осью абсцисс.

Вопрос 2. Метод наискорейшего спуска - метод, при котором начало движения происходит вдоль **градиента** функции.

Вопрос 3. Метод секущих - модифицированный метод Ньютона, не требующий вычисления **производных**.

Вопрос 4. Методом **оптимизации** решается обратная задача параметрической идентификации кинетических констант химической реакции.

Вопрос 5. Расчет критерия Фишера проводится с целью проверки **значимости коэффициентов**.

Вопрос 6. Если функция $f(x)$ на отрезке $[a, b]$ имеет один локальный максимум A и один глобальный максимум B , то A **равно** B .

Вопрос 7. Решение задач линейного программирования всегда дает **один** экстремум(, ов).

Вопрос 8. Метод решения обратной задачи моделирования гомогенного химического превращения при определении кинетических параметров реакций - это метод **аппроксимации**.

Вопрос 9. Методы **аппроксимации** применяются при моделировании свойств-зависимостей материалов, при наличии экспериментальных данных об их изменениях.

Вопрос 10. Метод **наименьших квадратов** применяется при регрессионном анализе изменения свойств материалов.

Вопрос 11. Критерий **Фишера** применяется при регрессионном анализе изменения свойств материалов.

Вопрос 12. Коэффициент **детерминации** используется для оценки точности описания изменения свойств материалов и веществ в табличном редакторе EXCEL.

Вопрос 13. Методы **регрессионного анализа** применяются при моделировании свойств-зависимостей теплоемкостей индивидуальных веществ от температуры.

Вопрос 14. Методы **аппроксимации** применяются при моделировании свойств-зависимостей энтальпии индивидуальных веществ от температуры.

ОПК-4.3; Умеет оптимизировать химико-технологические процессы с использованием технологических, экономических и экологических критериев оптимальности при наличии ограничений в виде равенств.

Вопрос 1. Уравнение Аррениуса применяется для описания **гомогенных** химических реакций в паровой и жидкой фазах.

Вопрос 2. Критерий **наименьших квадратов** можно использовать для оценки точности определения кинетических констант.

Вопрос 3. Системами **нелинейных уравнений** описываются гомогенные стационарные процессы химических превращений в проточных аппаратах с мешалкой при допущении о модели идеального перемешивания движущегося потока.

Вопрос 4. Системами **обыкновенных дифференциальных уравнений** описываются гомогенные нестационарные процессы химических превращений в проточных аппаратах с мешалкой при допущении о модели идеального перемешивания движущегося потока.

Вопрос 5. Системами **обыкновенных дифференциальных уравнений** описываются гомогенные стационарные процессы химических превращений в проточных трубчатых аппаратах при допущении о модели идеального вытеснения движущегося потока.

Вопрос 6. Системами нелинейных уравнений описываются условия парожидкостного равновесия при моделировании стационарного процесса испарения.

Вопрос 7. Системой дифференциальных уравнений с частными производными описываются условия нестационарные процессы химических превращений в трубчатых реакторах.

Вопрос 8. Решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений - метод решения прямой задачи моделирования гомогенного химического превращения.

Вопрос 9. Система нелинейных уравнений решается при моделировании условий химического равновесия.

Вопрос 10. Система нелинейных уравнений решается при моделировании стационарного процесса абсорбции в тарельчатой колонне.

Вопрос 11. Система нелинейных уравнений решается при моделировании стационарного процесса жидкостной экстракции в тарельчатой колонне.

ОПК-4.4; Владеет способами компьютерного моделирования и оптимизации химико-технологических процессов продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты

Вопрос 1. Решатели MATLAB “fminsearch” и “fmincon” следует применять при определении кинетических констант химических реакций.

Вопрос 2. Решатель MATLAB ”fsolve” применяется для математического моделирования гомогенных стационарных процессов химических превращений в проточных аппаратах с мешалкой при допущении о модели идеального перешивания движущегося потока.

Вопрос 3. Решатель MATLAB ”ode45” применяется для математического моделирования гомогенных нестационарных процессов химических превращений в проточных аппаратах с мешалкой при допущении о модели идеального перешивания движущегося потока.

Вопрос 4. Решатель MATLAB ”ode45” применяется для математического моделирования гомогенных стационарных процессов химических превращений в проточных трубчатых аппаратах при допущении о модели идеального вытеснения движущегося потока.

Вопрос 5. Пакет MATLAB наиболее эффективный программный комплекс для обработки экспериментальных данных о свойствах материалов, его достоинства и недостатки.

Вопрос 6. Решатель MATLAB “polyfit” следует применять при описании изменения свойств веществ многочленом произвольной степени.

Вопрос 7. Решатели MATLAB “inv” и “linsolve” следует применять при описании изменения свойств веществ методом линейной регрессии.

Вопрос 8. Решатель MATLAB “fmincon” следует применять при описании изменения свойств веществ методом нелинейной регрессии.

3.2.3. Рекомендации по оцениванию реферата

Не предусмотрено.

4. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ

4.1. ФОС для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «**Оптимизация химико-технологических процессов**» предназначен для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить результаты освоения дисциплины.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций и индикаторов их достижения у обучающихся по дисциплине является *зачет с оценкой*.

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов *зачету с оценкой* по дисциплине.

4.2. Оценивание обучающегося на зачете с оценкой

Оценка экзамена, зачета с оценкой	Требования к знаниям
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и полностью усвоил материал; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает; умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; использует в ответе материал из различных литературных источников; правильно обосновывает принятое решение; владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач,
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал; грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач; владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по дисциплине, ...
«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей; допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала; испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой, ...
«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала; неуверенно отвечает; допускает серьезные ошибки; не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной дисциплине.

4.3. Вопросы к зачету с оценкой для промежуточной аттестации

Билет на зачете с оценкой включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

Примеры вопросов на зачет с оценкой.

Раздел 1.

1. Чем отличается математическое моделирование от физического моделирования?
2. Системный анализ химико-технологических процессов (ХТП) и его роль при разработке компьютерных моделей ХТП
3. Этапы построения математических моделей ХТП.
4. Как составляется система уравнений математического описания ХТП ?
5. Чем отличаются физико-химические модели от эмпирических моделей?

6. Что представляет собой расчетный модуль ХТП ?
7. Какие численные алгоритмы вычислительной математики используются при моделировании ХТП ?
8. Как формулируются задачи структурной и параметрической идентификации при разработке компьютерных моделей ХТП ?
9. Определение адекватности математических моделей ХТП.
10. Особенности математических моделей химико-технологических систем (ХТС) – химических производств
11. Формулировка задачи оптимизации с применением адекватных моделей ХТП.
12. Анализ, оптимизации и синтез ХТП с применением их математических моделей.
13. Принципы функционирования пакета моделирующих программ CHEMCAD.
14. Применение CALS-технологий для оптимизации действующих и проектируемых химических производств.
15. Применение математических моделей ХТП и ХТС для решения задач автоматизированного проектирования(САПР) и автоматизированного управления(АСУТП, АСОУП и АСУП).
16. Автоматизированные (компьютерные) системы для проведения научных (АСНИ) и лабораторных (АЛИС) исследований. Принципы их функционирования.
17. Автоматизированные обучающие системы и тренажеры в химической промышленности.

Раздел 2.

1. Математическое описание микрокинетики химических превращений в сложной химической реакции.
2. Понятия локальных интенсивностей компонентов и тепла в сложной химической реакции и математические выражения для их определения.
3. Скорость стадий сложной химической реакции и скорости химических реакции по участвующим в ней компонентам.
4. Чем отличается математическое описание гомогенной и гетерогенной химической реакций ?
5. По каким экспериментальным данным определяются кинетические коэффициенты уравнений математического описания скоростей химических реакций?
6. Пакет MATLAB для решения задач одномерной и многомерной оптимизации.
7. Какие алгоритмы решения дифференциальных уравнений необходимы для определения кинетических коэффициентов уравнений, описывающих скорости химических реакций?
8. В каких случаях необходимо использовать алгоритмы для решения жестких систем дифференциальных уравнений для решения задач параметрической идентификации уравнений кинетических коэффициентов скоростей химических реакций?
9. Как формируется целевая функция для решения задач параметрической идентификации уравнений кинетических коэффициентов скоростей химических реакций?
10. Какие расчетные модули пакета MATLAB необходимо использовать для решения задач структурной и параметрической идентификации уравнений кинетических коэффициентов скоростей химических реакций?

Раздел 3.

Почему допустимо применение моделей идеального смешения и идеального вытеснения для описания структуры гидродинамических потоков в реакторах с мешалкой и в трубчатых реакторах ?

1. Чем отличается математическое описание процесса химического превращения в реакторе с мешалкой и в трубчатом реакторе ?
2. Какие алгоритмы MATLAB используются для решения прямых задач при моделировании процесса в реакторе с мешалкой ?

3. Какие алгоритмы MATLAB применяются для решения прямых задач при моделировании процесса в трубчатом реакторе?
4. Графическая интерпретация задачи динамического программирования изотермического каскада последовательных реакторов с мешалкой.
5. Оптимизация изотермических режимов процессов в каскаде последовательных химических реакторов методом динамического программирования.
6. Оптимизация изотермических режимов процессов в параллельно работающих химических реакторах методом множителей Лагранжа.
7. Оптимизация изотермических режимов процессов в последовательно работающих химических реакторах методом множителей Лагранжа.
8. Оптимизация процесса химического превращения в реакторе с мешалкой.
9. Какие расчетные модули пакета MATLAB необходимо использовать для решения задач оптимизации процессов в реакторах с мешалкой и в трубчатых реакторах?

Раздел 4.

Выбор технологических критериев оптимальности и ресурсов оптимизации.

1. Мультимодальные целевые функции и целевые функции, имеющие овражный характер.
2. Необходимость учета ограничений второго рода при оптимизации химико-технологических процессов.
3. Необходимые и достаточные условия экстремума многих переменных. Квадратичные формы.
4. Одномерные методы оптимизации.
5. Многомерные методы оптимизации нулевого порядка.
6. Многомерные градиентные методы оптимизации.
7. Методы случайного поиска.
8. Метод деформируемых многогранников.
9. Метод штрафных функций.

Раздел 5.

1. Выбор экономических критериев оптимальности и ресурсов оптимизации.
2. Анализ критериев оптимальности – себестоимости, прибыли, нормы прибыли, приведенных затрат и приведенного дохода.
3. Принципы формулирования линейных ограничений на примере ограниченных ресурсов химических производств.
4. Формулировка задачи линейного программирования и ее геометрическая интерпретация.
5. Формулировка задачи линейного программирования в пакете MATLAB.
6. Необходимость учета ограничений второго рода при оптимизации химико-технологических процессов.
7. Необходимые и достаточные условия экстремума многих переменных. Квадратичные формы.
8. Графический метод решения задачи линейного программирования.
9. Симплексный метод решения задачи линейного программирования.
10. Метод искусственного базиса для решения задачи линейного программирования.

4.4. Перечень компетенций и индикаторов их достижения, которые сформированы у обучающихся при успешном выполнении заданий

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ОПК-4 Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты	ОПК-4.1; Знает методы оптимизации химико-технологических процессов с учетом требований качества, надежности и стоимости. ОПК-4.2; Умеет применять аналитические и численные методы для решения задач создания продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты. ОПК-4.3; Умеет оптимизировать химико-технологические процессы с использованием технологических, экономических и экологических критериев оптимальности при наличии ограничений в виде равенств. ОПК-4.4; Владеет способами компьютерного моделирования и оптимизации химико-технологических процессов продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРУ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

5.2 Порядок разработки и утверждения образовательных программ федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденный решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.09.2022, протокол № 2, введенный в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.11.2022 № 176 ОД;

5.3. Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

Разработчики фонда оценочных средств по дисциплине **«Оптимизация химико-технологических процессов»**:

К.Т.Н.
(ученая степень, ученое звание)

А.В. Панкрушина
(И.О. Фамилия)

(подпись)

К.Т.Н.
(ученая степень, ученое звание)

О.П. Шумакова
(И.О. Фамилия)

(подпись)

Фонд оценочных средств по дисциплине **«Оптимизация химико-технологических процессов»** одобрен на заседании кафедры информатики и компьютерного проектирования, протокол № 7 от «21» мая 2024 г.

И. о. заведующего кафедрой информатики и компьютерного проектирования

К.Т.Н.
(ученая степень, ученое звание)

А.В. Панкрушина
(И.О. Фамилия)

(подпись)

Согласован:

Профессор кафедры кибернетики химико-технологических процессов
(наименование кафедры)

д.т.н., профессор
(ученая степень, ученое звание)

Савицкая Т.В.
(И.О. Фамилия)

(подпись)

**Дополнения и изменения к фонду оценочных средств
по дисциплине «Оптимизация химико-технологических процессов»
направления подготовки (специальности)**

18.04.01 Химическая технология

код и наименование направления подготовки (специальности)

Химическая технология биологически активных веществ

(наименование профиля подготовки (магистерской программы, специализации))

Форма обучения: очная

Номер изменения / дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.



РХТУ им. Д.И. Менделеева
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Макаров Николай Александрович
И.о. директора, Филiaal РХТУ
им. Д.И. Менделеева в г.
Ташкенте (Республика
Узбекистан)

Подписан: 04:02:2026 12:00:45