



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)
ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП

(подпись)

Патрушева О.В.

(Ф.И.О.)



УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента

(подпись)

Капустина А.А.

(Ф.И.О.)

20 » декабря 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ |
Моделирование химико-технологических процессов
Направление подготовки 04.03.01 «Химия»
Химия и химическая инженерия (совместно с НЗМУ)
Форма подготовки очная

курс 4 семестр 7
лекции 18 час.
практические занятия 0 час.
лабораторные работы 36 час.
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.
самостоятельная работа 54 час.
в том числе на подготовку к экзамену 00- час.
зачет 7 семестр
экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 04.03.01 «Химия» утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 17 июля 2017 г. № 671

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента химии и материалов Института наукоемких технологий и передовых материалов протокол № 2 от «21» октября 2021 г.

Директор Департамента
химии и материалов Капустина А.А.

Составитель (ли): профессор, д.т.н. Кривошеев В.П.

Владивосток

2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании *департамента*:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____ Капустина А.А.
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании *департамента*:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании *департамента*:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании *департамента*:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

I. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель: получить знания для построения математических моделей статического состояния и переходных режимов объектов моделирования.

Задачи:

1. Изучение принципов и методов построения математических моделей.
2. Изучение аналитических и экспериментальных методов построения моделей.
3. Использование моделей для анализа протекания процессов в химической технологии.

Для успешного изучения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач;

- способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций:

| Тип задач | Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения) | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Технологический | ПК-3 Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, участвовать в оптимизации существующих и разработке новых технологий | ПК-3.4 Разрабатывает предложения по совершенствованию технологии производства продукции |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3.4 Разрабатывает предложения по совершенствованию технологии производства продукции | Знает базовые модели химико-технологических процессов в промышленности, основные технологические схемы, современное оборудование и методы организации современных технологических процессов |
| | Умеет анализировать технологический процесс с целью определения наиболее подходящей для описания математической модели, выявлять недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию |
| | Владеет способностью обосновывать правильность выбранной модели решения профессиональной задачи, участвовать в совершенствовании технологических процессов |

II. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы 108 академических часа).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

| Обозначение | Виды учебных занятий и работы обучающегося |
|-------------|----------------------------------------------------------------------|
| Лек | Лекции |
| ЛР | Лабораторные работы |
| СР | Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения |

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

| № | Наименование раздела дисциплины | Семестр | Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося | | | | | Формы промежуточной аттестации | |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------|-----|----|----|----|--------------------------------|--------------------|
| | | | Лек | Лаб | Пр | ОК | СР | | Контроль |
| 1 | Раздел I. Понятия о математическом моделировании химико-технологических процессов | 7 | 4 | | 6 | - | 12 | 0 | УО-1; У ПР-6; ПР-1 |
| 2 | Раздел II. Математическое моделирование структуры потоков | 7 | 2 | | 12 | | 12 | | |

| | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------------------------------------------------|---|----|--|----|---|----|---|--|
| | (4 час.) | | | | | | | | |
| 3 | Раздел III. Математическое моделирование тепловых и химических процессов | 7 | 4 | | 18 | - | 12 | 0 | |
| 4 | Раздел IV. Математическое моделирование массообменных процессов | | 8 | | | | 18 | | |
| | Итого: | | 18 | | 36 | - | 54 | 0 | |

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. Понятия о математическом моделировании химико-технологических процессов (4 час.)

Тема 1. Основы построения математических моделей (1 час.)

Основные понятия и определения, принятые в математическом моделировании. Классификация видов моделирования.

Классификация химико-технологических процессов: по физико-химической сущности; по природе изменения переменных, характеризующих процесс. Виды переменных, характеризующих химико-технологический процесс.

Понятие о химико-технологической системе. Виды математических моделей химико-технологических процессов

Тема 2. Аналитический метод построения математической модели (1 час.)

Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии. Основы построения математической модели аналитическим методом. Блочный принцип построения аналитической модели.

Уравнения баланса вещества, энергии и импульса. Уравнения элементарных процессов. Формы математического описания. Установление адекватности аналитической модели. Изоморфность математических моделей. Особенности математических моделей химико-технологических процессов.

Тема 3. Экспериментальный метод построения математической модели (2 час.)

Исследование статического состояния объекта моделирования с использованием метода активного эксперимента. Описание статической

характеристики объекта с одной входной и одной выходной переменными. Описание статической характеристики с несколькими входными и одной выходной переменными методом планирования эксперимента. Исследование статического состояния объекта моделирования с использованием метода пассивного эксперимента.

Определение стохастической связи между переменными объекта моделирования. Выбор вида уравнения регрессии. Вычисление коэффициентов уравнения регрессии и оценка их значимости, проверка адекватности уравнения регрессии.

Экспериментальный метод построения математической модели динамики объекта моделирования.

Раздел II. Математическое моделирование структуры потоков (2 час.)

Тема 1. Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах (2 час.)

Структура потоков – гидродинамическая основа математических моделей. Модели идеального смешения и идеального вытеснения, диффузионные модели, ячеечная модель, комбинированные модели. Исходная информация для получения моделей гидродинамики объекта.

Раздел III. Математическое моделирование тепловых и химических процессов (4 час.)

Тема 1. Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах (1 час.)

Математическая модель теплообменника с сосредоточенными переменными. Математическая модель теплообменника с распределёнными переменными. Математическая модель погружного теплообменника типа «смешение - вытеснение».

Тема 2. Математические модели химических реакторов без учёта теплового эффекта реакции (2 час.)

Математическая модель химического реактора идеального вытеснения. Математическая модель проточного реактора с мешалкой. Математическая модель проточного реактора, основанная на диффузионной модели.

Тема 3. Математическое описание типовых химических реакторов с учётом теплового эффекта реакций (1 час.)

Материальный и энергетический баланс. Тепловой эффект реакции. Химическое равновесие. Скорость химической реакции. Степень превращения. Селективность и путь реакции.

Математические модели реакторных процессов – жидкофазных, контактно – каталитических, суспензионных. Стехиометрический анализ, механизмы реакций, кинетика, идентификация моделей

Математическое описание гомогенного реактора. Математическое описание процесса на зерне катализатора. Математическое описание реактора с неподвижным слоем катализатора. Математическое описание реактора с псевдооживленным слоем катализатора. Математическое описание реакторов с мешалкой: периодического действия, непрерывного действия.

Раздел IV. Математическое моделирование массообменных процессов (8 час.)

Тема 1. Математические модели тарельчатых ректификационных колонн (4 час.)

Парожидкостное равновесие. Кинетика процесса массообмена. стехиометрический анализ, механизмы реакций, кинетика, идентификация моделей. Статические модели бинарной ректификации.

Математическая модель системы конденсатор-флегмовая ёмкость. Математическая модель кипятильника колонны.

Некоторые свойства колонн, разделяющих бинарные смеси. Математическое описание статических режимов ректификационных колонн для разделения бинарных и многокомпонентных смесей. Математическое описание динамических режимов ректификационных колонн, разделяющих бинарные и многокомпонентные смеси.

Тема 2. Модели и алгоритмы расчёта процесса абсорбции (2 час.)

Равновесие в системе газ - жидкость. Математические модели массообменного процесса – абсорбции. Кинетика процесса абсорбции. Структура потоков фаз в аппарате. Алгоритм расчёта статических режимов.

Тема 3. Моделирование процесса экстракции в системе жидкость-жидкость (2 час.)

Математические модели массообменных процессов экстракции, ректификации, кристаллизации, тепловых процессов в теплообменниках, сушки, выпарки. Равновесие между жидкими фазами. Описание кинетики и массопередачи в экстракторах с внешним подводом энергии. Модели структуры потоков в колонных экстракторах.

Установление адекватности моделей; методы решения уравнений и анализ протекания процессов.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Лабораторные работы (36 час.)

Лабораторная работа №1. Построение аналитическим методом математической модели динамики объекта с сосредоточенными параметрами на примере объекта управления уровнем (гидравлической емкости) и математической модели системы управления уровнем с типовыми законами управления (4 час.)

Лабораторная работа №2. Построение линейной модели статики процесса методом планирования эксперимента (4 час.)

Лабораторная работа №3. Применение методов исследования структуры потоков для оценки параметров ячеечной модели (4 час.)

Лабораторная работа №4. Моделирование температурного профиля в трубчатом теплообменнике при прямотоке и при противотоке (4 час.)

Лабораторная работа № 5. Определение оптимального температурного профиля для реактора идеального вытеснения (4 час.)

Лабораторная работа № 6. Моделирование температурных режимов начала кипения, начала конденсации и эквимолярного деления смеси по моделям Вильсона, НРТЛ и без учёта неидеальности (4 час.)

Лабораторная работа № 7. Моделирование состава на ступени массообменного контакта с учётом теплового баланса идеальной смеси (4 час.)

Лабораторная работа № 8. Моделирование состава смеси в конденсаторе и в кипятильнике (4 час.)

Лабораторная работа № 9. Моделирование статического режима ректификационной колонны (4 час.)

Задания для самостоятельной работы

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

| № п/п | Дата/сроки выполнения, неделя | Вид самостоятельной работы | Примерные нормы времени на выполнение, час | Форма контроля |
|--------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 1 | Выполнение лабораторной работы № 1 | 3 | Отчет по лабораторной работе № 1 |
| 2 | 2 | Изучение лекционного материала, подготовка к текущему контролю | 2 | Тест по модулю I |
| 3 | 3 | Выполнение лабораторной работы № 2 | 3 | Отчет по лабораторной работе № 2 |
| 4 | 4 | Изучение лекционного материала, подготовка к текущему контролю | 2 | Тест по модулю I |
| 5 | 5 | Выполнение лабораторной работы № 3 | 3 | Отчет по лабораторной работе № 3 |
| 6 | 6 | Изучение лекционного материала, подготовка к текущему контролю | 2 | Тест по модулю II |
| 7 | 7 | Выполнение лабораторной работы № 4 | 3 | Отчет по лабораторной работе № 4 |
| 8 | 8 | Изучение лекционного материала, подготовка к текущему контролю | 2 | Тест по модулю III |
| 9 | 9 | Выполнение лабораторной работы № 5 | 3 | Отчет по лабораторной работе № 5 |
| 10 | 10 | Изучение лекционного материала, подготовка к текущему контролю | 2 | Тест по модулю III |
| 11 | 11 | Выполнение лабораторной работы № 6 | 3 | Отчет по лабораторной работе № 6 |
| 12 | 12 | Изучение лекционного материала, подготовка к текущему кон- | 2 | Тест по модулю III |

| | | | | |
|----|-------|----------------------------------------------------------------|---|----------------------------------|
| | | тролю | | |
| 13 | 13 | Выполнение лабораторной работы № 7 | 3 | Отчет по лабораторной работе № 7 |
| 14 | 14 | Изучение лекционного материала, подготовка к текущему контролю | 2 | Тест по модулю III |
| 15 | 15 | Выполнение лабораторной работы № 8 | 3 | Отчет по лабораторной работе № 8 |
| 16 | 16 | Изучение лекционного материала, подготовка к текущему контролю | 2 | Тест по модулю IV |
| 17 | 17 | Выполнение лабораторной работы № 9 | 3 | Отчет по лабораторной работе № 9 |
| 18 | 18 | Изучение лекционного материала, подготовка к текущему контролю | 2 | Тест по модулю IV |
| 19 | 15-18 | Подготовка к зачету. | 9 | зачет |

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Самостоятельная работа необходима при проработке материала лекции; подготовке к лабораторным работам, экзамену.

В самостоятельную работу по дисциплине «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» включены следующие виды деятельности:

- поиск информации по темам для самостоятельного изучения;
- подготовка к промежуточному и итоговому контролю.

Для закрепления навыков и знаний студента, полученных на практических занятиях, студента в течение курса выдается 9 лабораторных заданий. Лабораторные работы закрепляют навыки текущей темы практических занятий. Для выполнения итогового домашнего задания необходимо использовать все полученные знания и умения, а также знания, полученные в курсе «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Студенту следует тщательно планировать и организовывать время, необходимое для изучения дисциплины. Недопустимо откладывать ознакомление с теоретической частью, подготовку отчетов к лабораторным работам и выполнение домашних заданий, поскольку это неминуемо приведет к сниже-

нию качества освоения материала, оформления отчетов и домашних заданий. Все виды работ по дисциплине рекомендуется выполнять по календарному плану, приведенному в Плане-графике выполнения самостоятельной работы по дисциплине.

Структура отчета по лабораторной работе

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, построенные диаграммы, таблицы, приложения, список литературы и (или) расчеты, сопровождая необходимыми пояснениями и иллюстрациями в виде схем, экранных форм («скриншотов») и т. д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

- *Титульный лист* – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета);
- *Исходные данные к выполнению заданий* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.);
- *Основная часть* – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: разделы – подразделы – пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

- *Выводы* – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);
- *Список литературы* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии);
- *Приложения* – необязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит дополнительные материалы к основной части отчета.

Оформление отчета по лабораторной работе

Эссе и отчет по лабораторной работе относится к категории *«письменная работа»*, оформляется по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы, «скриншоты»);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы - левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).
- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блоки-

руется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать, как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все *приложения* включаются в общую сквозную нумерацию страниц работы.

Рекомендации по оформлению графического материала, полученного с экранов в виде «скриншотов»

Графические копии экрана («скриншоты»), отражающие графики, диаграммы моделей, схемы, экранные формы и т. п. должны отвечать требованиям визуальной наглядности представления иллюстративного материала, как по размерам графических объектов, так и разрешающей способности отображения текстов, цветовому оформлению и другим важным пользовательским параметрам.

Рекомендуется в среде программного приложения настроить «экран» на параметры масштабирования и размещения снимаемых для иллюстрации объектов. При этом необходимо убрать «лишние» окна, команды, выделения объектов и т. п.

В перенесенных в отчет «скриншотах» рекомендуется «срезать» ненужные области, путем редактирования «изображений», а при необходимости отмасштабировать их для заполнения страницы отчета «по ширине».

«Скриншоты» в отчете оформляются как рисунки, с заголовками, помещаемыми ниже области рисунков, а в тексте должны быть ссылки на указанные рисунки.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Оценка «Отлично»

- 1) Задание выполнено полностью
- 2) Студент свободно применяет знания на практике.
- 3) Не допускает ошибок в воспроизведении изученного материала.
- 4) Студент выделяет главные положения в изученном материале и не затрудняется в ответах на видоизмененные вопросы.
- 5) Студент усваивает весь объем программного материала.
- 6) Материал оформлен аккуратно в соответствии с требованиями.

Оценка «Хорошо»

- 1) Задание выполнено полностью.

- 2) Отвечает без особых затруднений на вопросы преподавателя.
- 3) Студент умеет применять полученные знания на практике.
- 4) В условных ответах не допускает серьезных ошибок, легко устраняет определенные неточности с помощью дополнительных вопросов преподавателя.
- 5) Материал оформлен недостаточно аккуратно и в соответствии с требованиями.

Оценка «3» ставится тогда, когда:

- 1) Задание выполнено полностью.
- 2) Студент обнаруживает освоение основного материала, но испытывает затруднения при его самостоятельном воспроизведении и требует дополнительных дополняющих вопросов преподавателя.
- 3) Предпочитает отвечать на вопросы воспроизводящего характера и испытывает затруднения при ответах на воспроизводящие вопросы.
- 4) Материал оформлен не аккуратно или не в соответствии с требованиями.

Оценка «2» ставится тогда, когда:

- 1) Задание выполнено не полностью.
- 2) У студента имеются отдельные представления об изучаемом материале, но все, же большая часть не усвоена.
- 3) Материал оформлен не в соответствии с требованиями.

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

| № п/п | Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины | Код индикатора достижения компетенции | Результаты обучения | Оценочные средства – наименование | |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| | | | | текущий контроль | промежуточная аттестация |
| 1 | Раздел I. Понятия о математическом моделировании химико-технологических процессов | ПК-3.4 Разрабатывает предложения по совершенствованию технологии производства продукции | Знает | Защита отчетов по лабораторным работам (УО-1) Тест по модулю (ПР-1) | Вопросы к зачету |
| | | | Умеет | Выполнение 1 лабораторной работы с предоставлением отчетов (ПР-6) | |
| | | | Владеет | Выполнение 1 лабораторной работы с предоставлением отчетов (ПР-6) | |
| 3. | Раздел II. Математическое моделирование структуры потоков | ПК-3.4 Разрабатывает предложения по совершенствованию технологии производства продукции | Знает | Защита отчетов по лабораторным работам (УО-1) Тест по модулю (ПР-1) | Вопросы к зачету |
| | | | Умеет | Выполнение 3 лабораторной работы с предоставлением отчетов (ПР-6) | |
| | | | Владеет | Выполнение 3 лабораторной работы с предоставлением отчетов (ПР-6) | |
| | Раздел III Математическое моделирование тепловых и химических процессов | ПК-3.4 Разрабатывает предложения по совершенствованию технологии производства продукции | Знает | Защита отчетов по лабораторным работам (УО-1) Тест по модулю (ПР-1) | Вопросы к зачету |
| | | | Умеет | Выполнение 6-7 лабораторных работ с предоставлением отчетов (ПР-6) | |
| | | | Владеет | Выполнение 6-7 лабораторных работ с предоставлением отчетов (ПР-6) | |
| | Раздел IV Математическое моделирование массообменных | ПК-3.4 Разрабатывает предложения по совершенствованию технологии производства продукции | знает | Защита отчетов по лабораторным работам (УО-1) Тест по модулю (ПР-1) | Вопросы к зачету |
| | | | умеет | Выполнение 8 лабораторной работы с предоставлением отчетов (ПР-6) | |

| | | | | | |
|--|-----------|--|---------|-----------------------------------------------------------------|---|
| | процессов | | владеет | Выполнение лабораторной работы с предоставлением отчетов (ПР-6) | 8 |
|--|-----------|--|---------|-----------------------------------------------------------------|---|

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в разделе X.

VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. М. Гумеров. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1533-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168613>.

2. Кафаров, В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств : учебное пособие для вузов / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 403 с. — ISBN 978-5-534-07524-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455050>

3. Самойлов, Н. А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов" : учебное пособие / Н. А. Самойлов. — 3-е изд., испр. И доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1553-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169384>

Дополнительная литература
(печатные и электронные издания)

1. Кривошеев, В. П. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие, в 2-х частях / В. П. Кривошеев. – Владивосток: Дальневосточный государственный университет, 2005. – 207 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:235292&theme=FEFU>

2. Ашихмин, В. Н. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер – Электрон. текстовые данные. – М.: Логос, 2004. – 439 с.

ЭБС «IPRbooks»:

<http://www.iprbookshop.ru/9063>

3. Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец — Электрон. текстовые данные. – Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012. – 271 с.

ЭБС «IPRbooks»:

<http://www.iprbookshop.ru/7003>

4. Любченко, Е. А. Планирование и организация эксперимента : учебное пособие для вузов ч. 1 / Е. А. Любченко, О. А. Чуднова ; Владивосток : Изд-во Тихоокеанского экономического университета , 2010. - 155 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:358959&theme=FEFU>

5. Очков, В. Mathcad 14 для студентов, инженеров и конструкторов / В. Очков. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург , 2007. - 360 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:252776&theme=FEFU>

6. Информатика для химиков-технологов : учебное пособие для вузов по химико-технологическим направлениям / Л. С. Гордеев, В. Ф. Корнюшко, В. С. Боридко и др. ; Москва : Высшая школа , 2006. - 286 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:242473&theme=FEFU>

7. Цицишвили, М. А. Алгебраические методы моделирования стохастических сетей / Г. Ш. Цицишвили, М. А. Осипова ; Российская академия наук, Дальневосточное отделение, Институт прикладной математики. Владивосток : Дальнаука , 2007. - 131 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:265340&theme=FEFU>

8. Беккер, В. Ф. Моделирование химико-технологических объектов управления : учебное пособие для вузов / В. Ф. Беккер. Москва : Риор : Инфра-М , 2014. - 141 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:751832&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Специальные курсы. Математическое моделирование – третий путь познания [Электронный ресурс] / Разработчик : Кафедра математики Физического Факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. – Режим доступа : http://matematika.phys.msu.ru/stud_spec/270, свободный. – Загл. с экрана.

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В рамках данной дисциплины предусмотрено 54 часов самостоятельной работы, которая необходима при проработке материала лекции; подготовке к лабораторным работам, зачету.

В самостоятельную работу по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов» включены следующие виды деятельности:

- поиск информации по темам для самостоятельного изучения;
- разбор теоретических аспектов практических работ, написание отчетов по лабораторным и практическим работам, подготовка к защите отчетов;
- работа со стандартами ГОСТ;
- подготовка к промежуточному и итоговому контролю.

Студенту следует тщательно планировать и организовывать время, необходимое для изучения дисциплины. Недопустимо откладывать ознакомление с теоретической частью, подготовку отчетов к лабораторным работам и выполнение домашних заданий, поскольку это неминуемо приведет к снижению качества освоения материала, оформления отчетов и домашних заданий.

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться в следующих помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением, расположенных по адресу 690022, г. Владивосток, о.Русский, п. Аякс, 10:

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы ¹ | Оснащенность специальных помещений и помещений для проведения учебных занятий, для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Учебные аудитории для проведения учебных занятий: | | |
| L607, L608, L561a, L566 | Лекционная аудитория оборудована маркерной доской, Мультимедийное оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA - 1 шт. Парты и стулья | |
| L560, L632, L633 | Мультимедийная аудитория: экран проекционный SENSSCREEN ES-431150 150* настенно-потолочный моторизованный, покрытие Matte White, 4:3, размер рабочей поверхности 305*229, проектор BenQ MW 526 E | |
| L551 | Компьютерный класс, 14 стационарных компьютеров | Microsoft Windows 7 Pro MAGic 12.0 Pro, Jaws for Windows 15.0 Pro |
| Помещения для самостоятельной работы: | | |
| A1042 аудитория для самостоятельной работы студентов | Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 115 шт.; Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox; Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C; Полноцветный копир-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS Оборудование для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья: Дисплей Брайля Focus-40 Blue – 3 шт.; Дисплей Брайля Focus-80 Blue; Рабочая станция Lenovo ThinkCentre E73z – 3 шт.; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Маркер-диктофон Touch Memo цифровой; Устройство портативное для чтения плоскочечатных текстов PEarl; Сканирующая и читающая машина для незрячих и слабовидящих пользователей SARA; Принтер Брайля Emprint SpotDot - 2 шт.; Принтер Брайля Everest - D V4; | Microsoft Windows 7 Pro MAGic 12.0 Pro, Jaws for Windows 15.0 Pro, Open book 9.0, Duxbury BrailleTranslator, Dolphin Guide (контракт № А238-14/2); Неисключительные права на использование ПО Microsoft рабочих станций пользователей (контракт ЭА-261-18 от 02.08.2018): - лицензия на клиентскую операционную систему; - лицензия на пакет офисных продуктов для работы с документами включая формат.docx , .xlsx , .vsd , .ppt.; - лицензия па право подключения пользователя к серверным операционным системам , используемым в ДВФУ : Microsoft Windows Server 2008/2012; - лицензия на право |

¹ В соответствии с п.4.3. ФГОС

| | | |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Видео увеличитель Topaz 24” XL стационарный электронный; Обучающая система для детей тактильно-речевая, либо для людей с ограниченными возможностями здоровья; Увеличитель ручной видео RUBY портативный – 2 шт.; Экран Samsung S23C200B; Маркер-диктофон Touch Мемо цифровой.</p> | <p>подключения к серверу Microsoft Exchange Server Enterprise; - лицензия на право подключения к внутренней информационной системе документооборота и порталу с возможностью поиска информации во множестве удаленных и локальных хранилищах, ресурсах, библиотеках информации, включая порталные хранилища, используемой в ДВФУ: Microsoft SharePoint; - лицензия на право подключения к системе централизованного управления рабочими станциями, используемой в ДВФУ: Microsoft System Center.</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Лабораторный практикум по данной дисциплине проводится в компьютерной лаборатории.

Х. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств представлены в приложении.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)
ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов»
Направление подготовки 04.03.01 «Химия»
Профиль «Химия и химическая инженерия (совместно с АО НЗМУ)»
Форма подготовки очная

Владивосток
2022

| № п/п | Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины | Код индикатора достижения компетенции | Результаты обучения | Оценочные средства – наименование | |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| | | | | текущий контроль | промежуточная аттестация |
| 1 | Раздел I. Понятия о математическом моделировании химико-технологических процессов | ПК-3.4 Разрабатывает предложения по совершенствованию технологии производства продукции | Знает | Защита отчетов по лабораторным работам (УО-1) Тест по модулю (ПР-1) | Вопросы к зачету |
| | | | Умеет | Выполнение 1 лабораторной работы с предоставлением отчетов (ПР-6) | |
| | | | Владеет | Выполнение 1 лабораторной работы с предоставлением отчетов (ПР-6) | |
| 3. | Раздел II. Математическое моделирование структуры потоков | ПК-3.4 Разрабатывает предложения по совершенствованию технологии производства продукции | Знает | Защита отчетов по лабораторным работам (УО-1) Тест по модулю (ПР-1) | Вопросы к зачету |
| | | | Умеет | Выполнение 3 лабораторной работы с предоставлением отчетов (ПР-6) | |
| | | | Владеет | Выполнение 3 лабораторной работы с предоставлением отчетов (ПР-6) | |
| | Раздел III Математическое моделирование тепловых и химических процессов | ПК-3.4 Разрабатывает предложения по совершенствованию технологии производства продукции | Знает | Защита отчетов по лабораторным работам (УО-1) Тест по модулю (ПР-1) | Вопросы к зачету |
| | | | Умеет | Выполнение 6-7 лабораторных работ с предоставлением отчетов (ПР-6) | |
| | | | Владеет | Выполнение 6-7 лабораторных работ с предоставлением отчетов (ПР-6) | |
| | Раздел IV Математическое моделирование массообменных процессов | ПК-3.4 Разрабатывает предложения по совершенствованию технологии производства продукции | знает | Защита отчетов по лабораторным работам (УО-1) Тест по модулю (ПР-1) | Вопросы к зачету |
| | | | умеет | Выполнение 8 лабораторной работы с предоставлением отчетов (ПР-6) | |
| | | | владеет | Выполнение 8 лабораторной работы с предоставлением отчетов (ПР-6) | |

Оценочные средства для промежуточной аттестации

| Код и наименование индикатора компетенции | Результаты обучения | Шкала оценивания промежуточной аттестации | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Не зачтено | Зачтено |
| ПК-3.4 Разрабатывает предложения по совершенствованию технологии производства продукции | Знает базовые модели химико-технологических процессов в промышленности, основные технологические схемы, современное оборудование и методы организации современных технологических процессов | Не знает современные методы и технологии в профессиональной деятельности, основные преимущества, недостатки, ограничения видов математической моделей (РИС, РИВ, ячеечная), знание основных этапов проектирования технологических операций | Знает современные методы и технологии в профессиональной деятельности, основные преимущества, недостатки, ограничения видов математической моделей (РИС, РИВ, ячеечная), знание основных этапов проектирования технологических операций |
| | Умеет анализировать технологический процесс с целью определения наиболее подходящей для описания математической модели, выявлять недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию | Не умеет рассматривать технологический процесс как систему элементов, выявлять недостатки и предлагать варианты его совершенствования | Умеет рассматривать технологический процесс как систему элементов, выявлять недостатки и предлагать варианты его совершенствования |
| | Владеет способностью обосновывать правильность выбранной модели решения профессиональной задачи, участвовать в совершенствовании технологических процессов | Не может разбить схему на объекты управления, изучить отклик каждого объекта на возмущающий сигнал, синтезировать общую систему управления всем технологическим процессом, произвести параметрический синтез системы управления | Владеет навыками разделения схемы на объекты управления, изучения отклика каждого объекта на возмущающий сигнал, синтеза общей системы управления всем технологическим процессом, произвести параметрический синтез системы управления |

1 Вопросы к зачету

1. Методы составления математических моделей х.т.п. Сущность этих методов. Область применения.
2. Виды мат. моделей по состоянию объекта моделирования. Мат. форма этих моделей
3. Требования, предъявляемые к точности мат. моделей. Оценка точности мат. моделей в мат. форме.
4. Основные переменные, характеризующие объекты мат. моделирования. Формы мат. связи между ними.
5. Сущность мат. моделей типа «вход-выход» и в переменных состояниях.
6. Состав мат. модели для моделирования объектов с сосредоточенными параметрами и с распределенными параметрами. Пример.
7. Сущность блочного принципа построения мат. модели х.т.п. Содержание блоков.
8. Основные этапы построения мат. модели х.т.п.
9. Сущность изоморфности мат. моделей. Примеры
10. Особенности мат. моделей х.т.п.
11. Последовательность построения математической модели статики объекта с одной входной и одной выходной переменной методом активного эксперимента. Выбор вида функции, связывающей выходящую и входящую переменные и способы определения ее коэффициентов (параметров).
12. Сущность метода сглаживания статической характеристики скользким средним. Область его применения.
13. Сущность метода планирования эксперимента. Область его применения. Кодирование переменных. Состав полного факторного эксперимента. Свойства матрицы планирования.
14. Сущность дробных реплик. Их назначение. Формирование дробных реплик.
15. Определение коэффициентов линейной модели для объекта с одной выходной и несколькими входными переменными.
16. Оценка значимости коэффициентов и оценка адекватности линейной модели.
17. Содержание экспериментального метода построения математической модели динамики объекта.
18. Выбор вида математической модели статики объекта (уравнение регрессии) при использовании пассивного эксперимента.

19. Определение коэффициентов уравнение регрессии при использовании пассивного эксперимента.

20. Проверка значимости коэффициентов уравнении регрессии. Проверка адекватности уравнения регрессии.

21. Сущность влияния структуры потоков в технологическом аппарате на результат его функционирования. Типовые математические модели структуры потоков. Их особенности.

22. Условие применения модели идеального смешения (перемешивания). Вывод модели. Ее применение для химического реактора и для теплообменника.

23. Условие применения модели идеального вытеснения. Вывод модели. Ее применение для химического реактора и для теплообменника.

24. Условие применения ячеечной модели. Вывод модели. Ее применение для химического реактора.

25. Условие применения диффузионной модели. Вывод модели. Ее применение для химического реактора и для теплообменника.

26. Сущность комбинированных моделей структуры потоков. Условие их применения.

27. Последовательность обработки импульсного возмущения с целью определения параметров гидродинамической модели.

28. Математическая модель теплообменника с сосредоточенными параметрами. Уравнение статики. Уравнение динамики. Передаточная функция теплообменника с сосредоточенными параметрами.

29. Математическая модель теплообменника с распределёнными параметрами. Уравнение статики. Уравнение динамики. Передаточная функция теплообменника с распределёнными параметрами

30. Алгоритм расчета теплообменника по схеме смешение – вытеснение.

31. Основные составляющие равновесия для системы: пар-жидкость, газ – жидкость, жидкость– жидкость.

32. Форма описания парожидкостного равновесия для процесса ректификации, равновесие газ – жидкость для процесса абсорбции, жидкость – жидкость для процесса экстракции.

33. Учет неидеальности при расчете парожидкостного равновесия для процесса ректификации.

34. Математическая модель статики простой ректификационной колонны, включая куб и дефлегматор.

35. Поверочный расчет простой ректификационной колонны.

36. Математическая модель динамики простой ректификационной колонны. Методы расчета динамики простой ректификационной колонны.

37. Математическая модель статики абсорбера. Алгоритм поверочного расчета абсорбераа.

38. Математическая модель экстрактора. Алгоритм поверочного расчета экстрактора.

Критерии оценки к зачету

Отметка "зачтено"

1. Дан полный и правильный ответ на основе самостоятельно изученного материала и проведенных ранее лабораторных и практических работ.

2. Материал понят и изучен.

3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.

4. Могут быть допущены несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.

5. Ответ самостоятельный.

Отметка "не зачтено"

1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.

2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.

Оценочные средства для текущей аттестации

1 Типовые тестовые задания

Пример тестового задания

1. Модель есть объект - заменитель объекта оригинала, который

- 1)отражает его основные свойства.
- 2)полностью отражает его свойства.
- 3)имеет те же входные и выходные переменные, что и объект оригинал.
- 4)воспроизводит такой же вид зависимостей между переменными, что и объект оригинал.

2. Входные переменные есть переменные, которые являются

- 1)внешними воздействиями.
- 2)управляющими воздействиями.
- 3)возмущающими воздействиями.

4)преобразованными воздействиями внешней среды.

3. Объект управления есть объект

1)в котором протекает управляемый процесс.

2)который воспринимает воздействия возмущений и управлений.

3)который формирует переменные состояния.

4)который формирует выходные переменные.

Критерии оценки тестирования

Оценивание проводится по двадцатибалльной шкале.

Отметка "Отлично"

По результатам работы набрано 20-18 баллов.

Отметка "Хорошо"

По результатам работы набрано 17-15 баллов.

Отметка "Удовлетворительно"

По результатам работы набрано 15-11 баллов.

Отметка "Неудовлетворительно"

По результатам работы набрано менее 11 баллов.