

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 17 » февраля 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Компьютерное моделирование химико-технологических процессов
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств
(код и наименование направления)

Направленность: Автоматизация и управление химико-технологическими процессами и производствами
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

формирование системы знаний, навыков и умений разработки математических моделей химико-технологических процессов и осуществления их анализа как объектов управления и оптимизации с применением методов компьютерного моделирования.

Задачи дисциплины: изучение общих принципов системного анализа химико-технологических процессов и построения их математических моделей; моделей структуры потоков в технологических аппаратах, математических моделей процессов теплообмена, массообмена и химического превращения в технологическом оборудовании.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

математические модели типовых структур потоков в аппаратах, процессов теплопередачи, химических превращений в реакторах, процессов массообмена;
пакеты прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|---|--|--------------------|
| ПК-1.1 | ИД-1ПК-1.1 | знает общие принципы построения физико-химических моделей процессов; общие принципы построения информационных матриц и систем уравнений МО; общие принципы построения блок-схемы алгоритмов решений систем уравнений МО; математические модели стационарных режимов теплопередачи; математические модели химических превращений в реакторах; математические модели процессов массообмена. | Знает основные методы анализа функционирования АСУП; национальную и международную нормативную базу в области проектирования АСУП | Контрольная работа |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|---|--|----------------------------|
| ПК-1.1 | ИД-2ПК-1.1 | умеет составлять информационные матрицы для конкретного процесса; проводить анализ информационных матриц с целью решения систем уравнений МО для конкретного процесса; построить блок-схему алгоритма решения систем уравнений МО для конкретного процесса; | Умеет применять основные методы анализа функционирования АСУП; решать задачи аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач | Защита лабораторной работы |
| ПК-1.1 | ИД-3ПК-1.1 | владеет навыками математического моделирования конкретного процесса (объекта); навыками применения для математического моделирования пакета прикладных программ UniSim Design. | Владеет навыками разработки моделей технологических объектов и элементов АСУП | Дифференцированный зачет |

3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|-----|
| | | Номер семестра | |
| | | 1 | 2 |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 72 | | 72 |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них: | | | |
| - лекции (Л) | 32 | | 32 |
| - лабораторные работы (ЛР) | 36 | | 36 |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ) | | | |
| - контроль самостоятельной работы (КСР) | 4 | | 4 |
| - контрольная работа | | | |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС) | 72 | | 72 |
| 2. Промежуточная аттестация | | | |
| Экзамен | | | |
| Дифференцированный зачет | 9 | | 9 |
| Зачет | | | |
| Курсовой проект (КП) | | | |
| Курсовая работа (КР) | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины | 144 | | 144 |

4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| 2-й семестр | | | | |
| Моделирование и анализ гидродинамики в двухфазной системе пар(газ) - жидкость. | 4 | 0 | 0 | 6 |
| Тема 1. Математическое описание ХТП на основе физико-химических моделей с описанием зон движения фаз моделями структуры их потоков. Этапы разработки описания. Тема 2. Физико-химические свойства, влияющие на структуру паро(газо)жидкостных потоков. Математическая модель структуры потоков. Тема 3. Математическая модель массопередачи паро(газо)жидкостного потока. | | | | |
| Моделирование кинетики массопередачи и равновесие в многокомпонентных смесях в процессе ректификации. | 4 | 0 | 0 | 6 |
| Тема 4. Общая характеристика и математическое описание процесса ректификации. Тема 5. Термодинамика азеотропных и химических взаимодействующих смесей. Тема 6. Массопередача в многокомпонентных смесях. | | | | |
| Моделирование и анализ процесса теплопередачи. | 6 | 8 | 0 | 14 |
| Тема 7. Общая характеристика и математическое описание статики процесса теплопередачи. Тема 8. Типовой расчет теплообменных аппаратов. Тема 9. Математические модели динамики процесса теплопередачи. Тема 10. Математические модели процессов теплопередачи в поверхностных теплообменниках. | | | | |
| Математическое моделирование химических превращений в реакторах. | 8 | 10 | 0 | 18 |
| Тема 11. Кинетика сложной химической реакции. Выбор ключевых компонентов химической реакции. Тема 12. Математические модели стационарного и нестационарного режимов политропического процесса в реакторе с мешалкой и рубашкой. Тема 13. Устойчивость тепловых режимов политропических реакторов с мешалкой. Тема 14. Математическая модель стационарного режима политропического процесса в трубчатом реакторе с прямоточным и противоточным режимами движения теплоносителя в рубашке. | | | | |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| Математическое моделирование процессов разделения: ректификации и абсорбции. | 8 | 10 | 0 | 18 |
| Тема 15. Математическая модель процесса непрерывной многокомпонентной ректификации в тарельчатой колонне. Тема 16. Математическая модель процесса непрерывной многокомпонентной ректификации в насадочной колонне. Тема 17. Математическая модель процесса многокомпонентной абсорбции в насадочной колонне. | | | | |
| Пакеты программ, моделирующих ХТП. | 2 | 8 | 0 | 10 |
| Тема 18. Идентификация математического описания химико-технологических процессов. Тема 19. Принципы функционирования и этапы работы моделирующей программы, разновидности программ, основные модули, обеспечивающие их выполнение. | | | | |
| ИТОГО по 2-му семестру | 32 | 36 | 0 | 72 |
| ИТОГО по дисциплине | 32 | 36 | 0 | 72 |

Тематика примерных лабораторных работ

| № п.п. | Наименование темы лабораторной работы |
|--------|---|
| 1 | Освоение пакета моделирующих программ (ПМП) статики химико-технологических процессов и систем. |
| 2 | Моделирование в ПМП процессов теплопередачи в теплообменниках различных типов. |
| 3 | Моделирование в ПМП процесса в политропическом реакторе. |
| 4 | Моделирование в ПМП процессов в трубчатых реакторах с прямотоком и противотоком движения теплоносителя в рубашке. |
| 5 | Моделирование в ПМП нестационарного режима изотермического трубчатого реактора. |
| 6 | Моделирование в ПМП процесса многокомпонентной ректификации в тарельчатой колонне. |
| 7 | Моделирование в ПМП процесса многокомпонентной ректификации в насадочной колонне. |
| 8 | Моделирование в ПМП процесса многокомпонентной абсорбции в насадочной колонне. |

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) | Количество экземпляров в библиотеке |
|---------------------------------------|--|---|
| 1. Основная литература | | |
| 1 | Гартман Т.Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов : учебное пособие для вузов / Т.Н. Гартман, Д.В. Клушин. - М.: Академкнига, 2008. | 25 |
| 2. Дополнительная литература | | |
| 2.1. Учебные и научные издания | | |
| 1 | Бояринов А.И. Методы оптимизации в химической технологии : учебное пособие для вузов / А.И. Бояринов, В.В. Кафаров. - Москва: Химия, 1975. | 15 |
| 2 | Кафаров В. В. Основы автоматизированного проектирования химических производств / В. В. Кафаров, В. Н. Ветохин. - Москва: Наука, 1987. | 15 |
| 2.2. Периодические издания | | |

| | | |
|---|---|---|
| 1 | Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология : научно-технический журнал / Ивановский государственный химико-технологический университет. - Иваново: Изд-во ИГХТУ, 1958 - . | 1 |
| 2 | Теоретические основы химической технологии : журнал / Российская академия наук. Отделение химии и науки о минералах. - Москва: Наука, 1967 - . | 1 |
| 2.3. Нормативно-технические издания | | |
| | Не используется | |
| 3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины | | |
| | Не используется | |
| 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента | | |
| | Не используется | |

6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы | Наименование разработки | Ссылка на информационный ресурс | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------------|---|---|---|
| Дополнительная литература | Теоретические основы химической технологии : журнал / Российская академия наук. Отделение химии и науки о минералах. - Москва: Наука, 1967 - . | http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUser49072 | сеть Интернет; авторизованный доступ |
| Основная литература | Гартман, Т.Н. Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики : учебное пособие / Т.Н. Гартман, Д.В. Клушин. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 404 с. | https://e.lanbook.com/book/126905 | сеть Интернет; авторизованный доступ |

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Вид ПО | Наименование ПО |
|---|---|
| Операционные системы | Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching) |
| Офисные приложения. | Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567 |
| Прикладное программное обеспечение общего назначения | MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г. |
| Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением | Experion PKS (ХТФ, каф АТП) |

| Вид ПО | Наименование ПО |
|---|--|
| Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением | SIMIT Simulation v9.1. Trainer Package (ХТФ лиц.доп.сог. CDL5260--) |
| Среды разработки, тестирования и отладки | Microsoft Visual Studio (подп. Azure Dev Tools for Teaching) |
| Среды разработки, тестирования и отладки | Среда разработки RStudio |

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Наименование | Ссылка на информационный ресурс |
|---|---|
| База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU) | https://elibrary.ru/ |
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета | http://lib.pstu.ru/ |
| Электронно-библиотечная система Лань | https://e.lanbook.com/ |
| Электронно-библиотечная система IPRbooks | http://www.iprbookshop.ru/ |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс | http://www.consultant.ru/ |

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

| Вид занятий | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|---------------------|---|-------------------|
| Лабораторная работа | Проектор, экран настенный, маркерная доска; компьютерные столы (10 шт.), персональные компьютеры (10 шт.) | 1 |
| Лекция | Мультимедиа комплекс (проектор, экран, ноутбук), доска, парты, стол преподавателя | 1 |

8. Фонд оценочных средств дисциплины

| |
|------------------------------|
| Описан в отдельном документе |
|------------------------------|