

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
