

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

« 09 » декабря 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ **Моделирование технологических процессов** _____
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: _____ **216 (6)** _____
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ **15.04.02 Технологические машины и оборудование** _____
(код и наименование направления)

Направленность: _____ **Машины, аппараты химических производств и
нефтегазопереработки** _____
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков самостоятельного применения современных методов математического, физического и компьютерного моделирования для определения рациональных конструктивных характеристик и технологических режимов оборудования химических производств и нефтегазопереработки.

Задачи учебной дисциплины:

изучение совокупности методологических и методических знаний по основам физического и математического моделирования; типовым гидродинамическим моделям; способам получения математических моделей процессов и оборудования отрасли;

формирование умений составлять математические модели процессов нефтегазопереработки; составлять алгоритмы решения моделей; осуществлять проверку моделей на адекватность;

формирование навыков физического и математического моделирования технологических процессов отрасли; использования математических моделей в инженерных и научных расчётах; использования компьютера при решении инженерных и научных задач.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- физические модели технологических процессов;
- модели гидродинамической структуры потока;
- статистические модели;
- методы проверки моделей на адекватность.

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 теоретические основы физического и математического моделирования процессов и аппаратов химической технологии на основе теории подобия и метода анализа размерностей, структуру потока моделей идеального перемешивания и вытеснения, стандартные программные средства и критерии адекватности математических моделей.	Знает теоретические основы физического и математического моделирования процессов и аппаратов химической технологии на основе теории подобия и метода анализа размерностей, структуру потока моделей идеального перемешивания и вытеснения, стандартные программные средства и критерии адекватности математических моделей.	Экзамен

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 использовать аналитические и численные методы при разработке математических моделей процессов и аппаратов химической технологии, находить оптимальные условия протекания процессов и проверять адекватность математических моделей.	Умеет использовать аналитические и численные методы при разработке математических моделей процессов и аппаратов химической технологии, находить оптимальные условия протекания процессов и проверять адекватность математических моделей.	Экзамен
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками разработки математических моделей и логистической поддержки оборудования химико-технологических процессов, работы с программными средствами и статистической обработки полученных результатов.	Владеет навыками разработки математических моделей и логистической поддержки оборудования химико-технологических процессов, работы с программными средствами и статистической обработки полученных результатов.	Экзамен
ПК-2.2	ИД-1ПК-2.2	Знает основные нормативные документы и ГОСТ, необходимые для моделирования, расчета, проектирования и диагностики химического оборудования.	Знает основные нормативные документы и ГОСТ, необходимые для моделирования, расчета, проектирования и диагностики химического оборудования.	Экзамен
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Умеет использовать нормативную документацию при расчете, проектировании и диагностике машин и аппаратов химических производств.	Умеет использовать нормативную документацию при расчете, проектировании и диагностике машин и аппаратов химических производств.	Экзамен
ПК-2.2	ИД-3ПК-2.2	Владеет навыками работы с проектной и нормативной документацией, используемой для моделирования, проектирования и диагностики оборудования химических производств и нефтегазопереработке.	Владеет навыками работы с проектной и нормативной документацией, используемой для моделирования, проектирования и диагностики оборудования химических производств и нефтегазопереработке.	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	62	62	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	42	42	
- 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)	118	118	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	216	216	

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
1-й семестр				
Введение	1	0	0	0
Моделирование и его сущность. Понятия и основные термины, используемые при моделировании. Объект, субъект и оригинал.				
Методы моделирования и области их применения.	2	0	0	8
Тема 1. Физическое моделирование технологических процессов Физическое моделирование (ФМ) и его сущность. Теория подобия как научная основа физического моделирования. Преимущества и недостатки ФМ. Примеры физических моделей. Тема 2. Математическое моделирование технологических процессов Математическое моделирование (ММ) и его сущность. Понятие математической модели. Преимущества и недостатки математического моделирования.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Типовые гидродинамические потока потока	9	32	0	80
Тема 3. Модель идеального перемешивания Требования, предъявляемые к модели. Математическое описание и отклики модели на типовые возмущения. Параметры модели и их экспериментальное определение. Решения модели. Тема 4. Модель идеального вытеснения Требования, предъявляемые к модели. Математическое описание и отклики модели на типовые возмущения. Параметры модели и их экспериментальное определение. Решения модели. Тема 5. Ячеечная модель Требования, предъявляемые к модели. Математическое описание и отклики модели на типовые возмущения. Параметры модели и их экспериментальное определение. Решения модели. Тема 6. Рециркуляционная модель (ячеечная модель с рециркуляцией) Требования, предъявляемые к модели. Математическое описание и отклики модели на типовые возмущения. Параметры модели и их экспериментальное определение. Решения модели. Тема 7. Диффузионная модель Требования, предъявляемые к модели. Математическое описание и отклики модели на типовые возмущения. Параметры модели и их экспериментальное определение. Решения модели.				
Основы статистического анализа эксперимента	4	10	0	30
Тема 8 Основы статистического анализа эксперимента. Случайные величины и законы распределения (Равномерное, Нормальное, Стьюдента). Дисперсия, среднее квадратическое отклонение, доверительные интервалы и доверительная вероятность. Понятие адекватности и методы её оценки.				
ИТОГО по 1-му семестру	16	42	0	118
ИТОГО по дисциплине	16	42	0	118

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Моделирование работы аппарата с перемешивающим устройством.
2	Моделирование работы теплообменника типа труба в трубе.
3	Моделирование работы каскада реакторов идеального перемешивания.

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
4	Моделирование процесса теплообмена в секционированном кристалли-заторе изогидрического типа.
5	Определение остаточного ресурса трубопровода методами математической статистики.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

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

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

<p>При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 практическим занятиям, 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	Гумеров А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. М. Гумеров. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2014.	11
2	Кафаров В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств : учебное пособие для вузов / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. - Москва: Высш. шк., 1991.	18

3	Самойлов Н. А. Примеры и задачи по курсу Математическое моделирование химико-технологических процессов. : учебное пособие / Н. А. Самойлов. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2013.	5
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Беккер В. Ф. Моделирование химико-технологических объектов управления : учебное пособие для вузов / В. Ф. Беккер. - Москва: РИОР, ИНФРА-М, 2014.	4
2	Беккер В. Ф. Управление структурой потоков в аппаратах химической технологии : учебное пособие для вузов / В. Ф. Беккер. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010.	10
3	Кутепов А. М. Общая химическая технология : учебник для вузов / А. М. Кутепов, Т. И. Бондарева, М. Г. Беренгартен. - М.: Академкнига, 2007.	50
4	Мешалкин В. П. Экспертные системы в химической технологии. Основы теории, опыт разработки и применения / В. П. Мешалкин. - Москва: Химия, 1995.	1
2.2. Периодические издания		
1	Вестник компьютерных и информационных технологий : ежемесячный научно-технический и производственный журнал / Издательство Машиностроение. - Москва: Машиностроение, 2004 - .	1
2	Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. В. З. Пойлова ; Под ред. В. Ю. Петрова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 - .	1
3	Прикладная информатика : научно-практический журнал / Маркет ДС Корпорейшн. - Москва: Маркет ДС Корпорейшн, 1992 - .	1
4	Теоретические основы химической технологии / И. П. Мухленов [и др.]. - Москва: , Альянс, 2016. - (Общая химическая технология : учебник для вузов : в 2 частях; Ч. 1).	3
5	Химическая промышленность сегодня : научно-технический журнал / Химпром сегодня; Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева; Институт катализа им. Г. К. Борескова; Агропродмир; Максима. - Москва: Химпром сегодня, 2003 - .	1
6	Химическое и нефтегазовое машиностроение : международный научно-технический и производственный журнал / Российская инженерная академия; Газпром; Московский государственный университет инженерной экологии. - Москва: Изд-во МГУИЭ, 1932 - .	1
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Закгейм А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие для вузов / А. Ю. Закгейм. - Москва: Логос, 2017.	16
2	Мошев Е. Р. Моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / Е. Р. Мошев. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2006.	2
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Ахназарова С. Л. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии : учебное пособие / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров. - Москва: Высш. шк., 1978.	3

2	Леушин И. О. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебник для вузов / И. О. Леушин. - Москва: ФОРУМ, 2015.	2
---	--	---

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Гумеров А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов / Гумеров А. М. - Санкт-Петербург: Лань, 2014.	http://elib.pstu.ru/Record/lan41014	локальная сеть; свободный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

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/
Электронно-библиотечная система ЮРАЙТ	https://biblio-online.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	компьютер	10
Лекция	проектор, экран, компьютер	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
