

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Математическое моделирование химических и массообменных процессов

Направление подготовки/ специальность	18.03.01 Химическая технология		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Химическая технология переработки нефти и газа		
Специализация	Технология подготовки и переработки нефти и газа		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		

Заведующий кафедрой -
руководитель ОХИ на правах
кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	Короткова Е.И.
	Мойзес О.Е.
	Долганов И.М.

2020 г.

Роль дисциплины «Математическое моделирование химических и массообменных процессов» в формировании компетенций выпускника:

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-2	Готовность применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	ПК(У)-2. В8	Владеет опытом разработки компьютерных программ для моделирования технологических процессов переработки природных энергоносителей
		ПК(У)-2. У8	Умеет выполнять расчеты по решению систем уравнений материальных и тепловых балансов химико-технологических процессов
		ПК(У)-2. 38	Знает основы теории тепло- и массопереноса в аппаратах
ПК(У)-4	Способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	ПК(У)-4. В5	Владеет опытом использования литературы для создания систем уравнений для моделирования технологических процессов переработки природных энергоносителей
		ПК(У)-4. У5	Умеет выбирать тип гидродинамических математических моделей систем
		ПК(У)-4. 35	Знает теоретические основы разработки технологических процессов

1. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД-1	Развить навыки построения математических моделей процессов химической технологии	ПК(У)-2	Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии. Моделирование тепловых и массообменных процессов	Защита отчетов по лабораторным работам. Реферат. Кейс-задание
РД-2	Применять численные методы и компьютерные технологии при решении инженерных задач	ПК(У)-2	Моделирование гетерогенных каталитических процессов. Методы кибернетики. Статистические модели на базе пассивного эксперимента	Защита отчетов по лабораторным работам. Контрольная работа
РД -3	Освоить методологию анализа результатов моделирования химико-технологических процессов	ПК(У)-4	Статистические модели на базе активного эксперимента. Оптимизация химико-технологических процессов	Защита отчетов по лабораторным работам. Контрольная работа. Кейс-задание.

2. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Шкала для оценочных мероприятий экзамена

% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	14 ÷ 17	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	11 ÷ 13	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	0 ÷ 10	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

3. Перечень типовых заданий

Оценочные мероприятия		Примеры типовых контрольных заданий
1.	Реферат	Тематика рефератов: 1. Математическое моделирование кинетики гетерогенных химических реакций 2. Современные типы химических реакторов для нефтехимических процессов 3. Методы оценки кинетических параметров
2.	Контрольная работа	Вопросы: Написать кинетические уравнения для следующих реакций 1. $A \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} 2B \xrightarrow{k_3} C+D$ 2. $A+2B \xrightarrow{k_1} C \xrightleftharpoons[k_3]{k_2} D$ 3. $A \xrightarrow{k_1} 2B \begin{cases} \xrightarrow{k_2} D \\ \xrightleftharpoons[k_4]{k_3} E \end{cases}$ Задание (И.С. – режим идеального смешения (перемешивания); И.В. – режим идеального вытеснения). 1. В трубчатом реакторе протекает химическая реакция. $A+2B \begin{cases} \xrightarrow{k_1} 2C \\ \xrightleftharpoons[k_3]{k_2} 2D+E \end{cases}$ Построить математическую модель. 2. Составить модель теплообменника: теплоноситель – И.С.; хладагент – конвективный поток с учетом продольной и радиальной теплопроводности. 3. Сформулируйте алгоритм расчета процесса ректификации.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
3.	Кейс-задание	1. Получить уравнение скорости гидрокрекинга методом Ленгмюра: $1. z + C_7H_8 \xrightarrow{k_1} zC_7H_8$ $2. zC_7H_8 + H_2 \xrightleftharpoons{k_2} zC_7H_{10}$ $3. zC_7H_{10} \xrightleftharpoons{k_3} z + CH_4 + C_6H_6$ $C_7H_8 + H_2 \longrightarrow C_6H_6 + CH_4$
4.	Защита лабораторной работы	Вопросы: 1. Какие численные методы используются для решения кинетических моделей? 2. Какова физическая природа многостадийного механизма протекания гетерогенной химической реакции? 3. Что такое фазовое равновесие? Какие методы расчета констант фазового равновесия вы знаете?
5.	Экзамен	Вопросы на экзамен: 1. Дать определение методов математического и физического моделирования 2. Какие гидродинамические модели структуры потоков применяются при моделировании теплообменных аппаратов? 3. Квазигомогенные модели химических реакторов: идеального вытеснения, диффузионные.

4. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Реферат	Тема реферата выбирается студентом из списка, предложенного преподавателем. Три критерия оценки (защиты) реферата: технологический, экологический и оформительский (соответствие ГОСТ).
2.	Контрольная работа	Самостоятельное решение задачи в заданный временной аудиторный интервал времени. Критерий оценки – правильность решения.
3.	Кейс-задание	Выполняется индивидуальное домашнее задание.
4.	Защита лабораторной работы	Проводится в виде индивидуального собеседования; включает ответы на вопросы, связанные с методикой проведения лабораторной работы, анализом и обработкой полученных результатов.
5.	Экзамен	Устный ответ (с использованием подготовленного письменного материала) на индивидуальный экзаменационный билет, содержащий два теоретических вопроса и задачу.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Календарный рейтинг-план дисциплины

ОЦЕНКИ			Дисциплина « <u>Математическое моделирование химических и массообменных процессов</u> » По направлению 18.03.01 Химическая технология__		
«Отлично»	A	90–100 баллов		Лекции, ч	12
«Хорошо»	B	80–89 баллов		Практ. занятия, ч	5
	C	70–79 баллов		Лаб. Занятия, ч	27
«Удовл.»	D	65–69 баллов		Всего ауд. работа, ч	44
	E	55–64 баллов		СРС, ч	64
Зачтено	P	больше или равно 55 баллов		ИТОГО, часов/ кредитов	108 3 кредитов
Неудовлетворительно / незачет	F	менее 55 баллов		Итог. контроль	Экзамен

Результаты обучения по дисциплине:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Развить навыки построения математических моделей процессов химической технологии	ПК(У)-2
РД-2	Применять численные методы и компьютерные технологии при решении инженерных задач	ПК(У)-2
РД-3	Освоить методологию анализа результатов моделирования химико-технологических процессов	ПК(У)-4

Оценочные мероприятия

Для дисциплин с формой контроля - экзамен

Оценочные мероприятия		Кол-во	Баллы
Текущий контроль:			80
П	Посещение лекций (работа на лекциях)	6	6
ТК1	Выполнение и защита лабораторной работы	5(2+4x9)	38
ТК2	Самостоятельная работа	1	4
ТК3	Контрольная работа 1	1	5
ТК3	Контрольная работа 2	1	5
ТК4	Реферат	1	6
ТК5	ИДЗ 1	1	5
ТК6	ИДЗ 2	1	5
ТК7	Тест	1	3
ТК8	Самоконтроль по лекциям		13
Промежуточная аттестация:			20
ПА1	Итоговая работа	1	20
ИТОГО			100

Дополнительные баллы

Учебная деятельность / оценочные мероприятия		Кол-во	Баллы
Текущий контроль:			
ДП1	Презентация к реферату	1	5
ИТОГО			5

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Учебная деятельность	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационное обеспечение		
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видео-ресурсы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1			Лекция №1. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Методы исследования кинетики химических реакций. Идентификация кинетических параметров	2		П	1	ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1–4	
			ЛБ №1. Моделирование кинетики химических реакций (исследование температурной зависимости, сравнение численных методов Рунге-Кутты и Эйлера).	2				ОСН 1-3 ДОП 5		
			Самоконтроль по лекциям		4	ТК8	2	ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1–4	
			Подготовка к лабораторной работе		4			ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1–4	
2			ЛБ №1. Моделирование кинетики химических реакций (исследование температурной зависимости, сравнение численных методов Рунге-Кутты и Эйлера).	2						
			Выполнение и защита лабораторной работы		2		2	ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1–4	
3			ЛБ №2. Моделирование процессов сепарации	2				ОСН 1-3 ДОП 5		
			Выполнение ИДЗ1		6	ТК5	5		ЭР 1–4	
			Подготовка к лабораторной работе		4			ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1–4	
4			Лекция №2. Моделирование тепловых процессов	2		П	1	ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1–4	
			ЛБ №2. Моделирование процессов сепарации	2				ОСН 1-3 ДОП 5		
			Самостоятельная работа		4	ТК2	4	ОСН 1-3 ДОП 5		
			Самоконтроль по лекциям		4	ТК8	2	ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1–4	
5			ЛБ №2. Моделирование процессов сепарации	2				ОСН 1-3 ДОП 5		
			Выполнение и защита лабораторной работы		2		9	ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1–4	
6			ЛБ №3. Моделирование процессов ректификации	2				ОСН 1-3 ДОП 5		

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Учебная деятельность	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационное обеспечение		
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видео-ресурсы
			Подготовка к лабораторной работе		4			ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1-4	
7			Лекция №3. Моделирование массообменных процессов	2		П	1	ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1-4	
			ЛБ №3. Моделирование процессов ректификации	2				ОСН 1-3 ДОП 5		
			Тест		2	ТК7	3	ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1-4	
			Подготовка реферата		4	ТК4	6		ЭР 1-4	
			Самоконтроль по лекциям		4	ТК8	2	ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1-4	
8			Пр №1	2				ОСН 1-3 ДОП 5		
			Подготовка к контрольной работе		4			ОСН 1-3 ДОП 5,6		
9		РД1 РД2 РД5	Конференц-неделя 1							
			Контрольная работа 1		8	ТК3	5	ОСН 1-3 ДОП 2	ЭР 1-4	
			Всего по контрольной точке (аттестации) 1	22	56		43			
10			Лекция №4. Моделирование процессов ректификации, экстракции	2		П	1	ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1-4	
			ЛБ №3. Моделирование процессов ректификации	2				ОСН 1-3 ДОП 5		
			Выполнение и защита лабораторной работы		2		9	ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1-4	
			Самоконтроль по лекциям		4	ТК8	2	ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1-4	
11			ЛБ №4. Моделирование кинетики гетерогенных химических реакций	2				ОСН 1-3 ДОП 5		
			Подготовка к лабораторной работе		4			ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1-4	

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Учебная деятельность	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационное обеспечение		
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видео-ресурсы
12			ЛБ №4. Моделирование кинетики гетерогенных химических реакций	2				ОСН 1-3 ДОП 5		
13			Лекция №5. Методы построения кинетических моделей гетерогенных химических реакций	2		П	1	ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1–4	
			ЛБ №4. Моделирование кинетики гетерогенных химических реакций	2				ОСН 1-3 ДОП 5		
			Выполнение и защита лабораторной работы		2		9	ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1–4	
			Самоконтроль по лекциям		4	ТК8	2	ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1–4	
14			ЛБ №5. Моделирование химических реакторов	2				ОСН 1-3 ДОП 5		
			Подготовка к лабораторной работе		4			ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1–4	
			ИД32		8	ТК6	5	ОСН 1-3 ДОП 5,6	ЭР 1–4	
15			ЛБ №5. Моделирование химических реакторов	2				ОСН 1-3 ДОП 5		
			Подготовка к контрольной работе		4			ОСН 1-3 ДОП 5,6		
16			Лекция №6. Моделирование химических реакторов с неподвижным слоем катализатора. Моделирование химических реакторов с кипящим слоем катализатора	2		П	1	ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1–4	
			ЛБ №5. Моделирование химических реакторов	1				ОСН 1-3 ДОП 5		
			Самоконтроль по лекциям		4	ТК8	3	ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1–4	
			Выполнение и защита лабораторной работы		2		9	ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1–4	
			Контрольная работа 2		6	ТК3	5	ОСН 1-3 ДОП 5	ЭР 1–4	
17			ПР №2.	3				ОСН 1-3 ДОП 5		

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Учебная деятельность	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационное обеспечение		
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видео-ресурсы
			Подготовка к итоговой работе		4	ТКЗ		ОСН 1-3 ДОП 5,6	ЭР 1–4	
18		РД3 РД4	Конференц-неделя 2							
			Итоговая работа		4	ПА1		ОСН 1-3 ДОП 5,6	ЭР 1–4	
							47			
			Всего по контрольной точке (аттестации) 2	22	52		80			
			Итоговая работа			ПА1	20			
			Общий объем работы по дисциплине	44	108		100			

Информационное обеспечение:

№ (код)	Основная учебная литература (ОСН)
ОСН 1	Ушева Н.В., Мойзес О.Е., Митянина О.Е., Кузьменко Е.А. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Учебное пособие.-2014.-158 с. Схема доступа: http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m366.pdf
ОСН 2	Кравцов А.В., Ушева Н.В., Кузьменко Е.А., Фёдоров А.Ф. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Лабораторный практикум. Часть 1. Томск. 2013. – 136 с. Схема доступа: http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m266.pdf
ОСН 3	Гумеров А.Н., Валеев А.Н и др. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Учебное пособие.– Лань, 2014. – 176 с. Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=41014
№ (код)	Дополнительная учебная литература (ДОП)
ДОП 1	Мойзес О.Е., Е. А. Кузьменко. Углубленный курс информатики: учебное пособие [Электронный ресурс]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — 157 с Схема доступа: http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m365.pdf
ДОП 2	Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: Учебное пособие для вузов.-М.:ИКЦ «Академкнига»,

№ (код)	Название электронного ресурса (ЭР)	Адрес ресурса
ЭР 1	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
ЭР 2	Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://urait.ru/
ЭР 3	Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU	https://elibrary.ru/defaultx.asp
ЭР 4	Электронно-библиотечная система «Консультант студента»	http://www.studentlibrary.ru/
№ (код)	Видеоресурсы (ВР)	Адрес ресурса
ВР 1		
ВР 2		

	2008.-416 с. Схема доступа: https://e.lanbook.com/book/126905
ДОП 3	Н. И. Кривцова, О. Е. Мойзес. Дополнительные главы математики. Статистический анализ. Учебное пособие. – Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ)- Томск: Изд-во ТПУ, 2015. —86 с. Схема доступа: http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m006.pdf (контент)

Составил: _____ (И.М. Долганов)
«28» 08 2020 г.

Согласовано:
Руководитель подразделения _____ (Е.И. Короткова)
«28» 08 2020 г.