

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ПРИЕМ 2020 г.
 ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ 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	3	6
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	5	
Заведующий кафедрой- руководитель ОХИ на правах кафедры	Е.И. Короткова	
Руководитель ООП	О.Е. Мойзес	
Преподаватель	О.Е.Мойзес	

2020 г.

дисциплины «Моделирование ХТП» в формировании компетенций выпускника:

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ОПК(У)-5	Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией	ОПК(У)-5.В4	Владеет методами поиска и обмена информацией в компьютерных сетях, пакетами прикладных программ при моделирования химико-технологических процессов
		ОПК(У)-5.У4	Умеет выполнять обработку результатов моделирования с применением прикладных компьютерных программ
		ОПК(У)-5.34	Знает основные методы получения, хранения и переработки информации при моделировании ХТП
ПК(У)-2	Готов 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	ПК(У)-2.В2	Владеет алгоритмами численных методов, навыками программирования и самостоятельного выполнения компьютерных расчетов при моделировании, и оптимизации объектов химической технологии
		ПК(У)-2.У2	Умеет применять численные методы, использовать языки программирования и прикладные программы для решения профессиональных задач
		ПК(У)-2.32	Знает основные модели структуры потоков, алгоритмы численных методов, методологию анализа результатов моделирования
ДПК(У)-1	Способен планировать и проводить химические эксперименты, проводить обработку результатов	ДПК(У)-1.В6	Владеет методами построения математических моделей ХТП и интерпретации полученных результатов; методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
	эксперимента, оценивать погрешности, применять методы математического моделирования и анализа при исследовании химико-технологических процессов	ДПК(У)-1.У6	Умеет применять методы математического моделирования при исследовании ХТП, применять методы корреляционного и регрессионного анализа при обработке экспериментальных данных и методы планирования эксперимента
		ДПК(У)-1.36	Знает методы построения физико-химических и эмпирических моделей ХТП; методы математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов

2. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД1.	Освоить методы построения математических моделей химико-технологических процессов	ДПК(У)-1	Раздел 1. Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии; Раздел 2. Кинетические модели химических реакций Раздел 3. Моделирование структуры движущегося потока Раздел 4 Моделирование гомогенных химических реакторов Раздел 5 Модели тепловых и массообменных процессов Раздел 6 Статистические модели на базе пассивного и активного эксперимента Раздел 7 Статистические модели оптимальной области исследования	Самостоятельная работа Контрольная работа 1, 2 Защита отчета по лабораторным работам Реферат Тест Самоконтроль по лекциям ИД31, ИД32
РД2.	Самостоятельно выполнять компьютерные расчеты при моделировании ХТП	ОПК(У)-5 ПК(У)-2	Раздел 2. Кинетические модели химических реакций Раздел 3. Моделирование структуры	Защита отчета по лабораторным работам Самоконтроль по лекциям

			движущегося потока Раздел 4 Моделирование гомогенных химических реакторов Раздел 5 Модели тепловых и массообменных процессов Раздел 6 Статистические модели на базе пассивного и активного эксперимента Раздел 8 Методы оптимизации ХТП	
РД3.	Освоить методы обработки и анализа данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях, методы корреляционного и регрессионного анализа	ОПК(У)-5 ПК(У)-2 ДПК(У)-1	Раздел 6 Статистические модели на базе пассивного и активного эксперимента Раздел 7 Статистические модели оптимальной области исследования	Контрольная работа 2 Защита отчета по лабораторным работам Самоконтроль по лекциям
РД-4	Освоить методы планирования и оптимизации эксперимента	ДПК(У)-1	Раздел 6 Статистические модели на базе пассивного и активного эксперимента Раздел 7 Статистические модели оптимальной области исследования Раздел 8 Методы оптимизации ХТП	Контрольная работа 2 Защита отчета по лабораторным работам Самоконтроль по лекциям ИД32
РД-5	Освоить методологию анализа результатов моделирования химико-технологических процессов	ДПК(У)-1	Раздел 2. Кинетические модели химических реакций Раздел 4 Моделирование гомогенных химических реакторов Раздел 5 Модели тепловых и массообменных процессов Раздел 6 Статистические модели на базе пассивного и активного эксперимента	Защита отчета по лабораторным работам Самоконтроль по лекциям

3. 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 рейтингом-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

4. Перечень типовых заданий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
1.	Самоконтроль по лекциям (тесты после каждой лекции)	1. Назовите два основных вида математических моделей 2. Приведите типовые гидродинамические модели 3. Сформулируйте закон действующих масс 4. Назовите основные этапы статистического анализа уравнения регрессии
2.	Самостоятельная работа	1. Записать кинетическую модель химической реакции (реакция дана)
3.	Контрольная работа 1	Вариант билета: 1. Понятие математического моделирования и модели. 2. Гидродинамические- ячеечная и диффузионные модели 3. Записать математическую модель реактора для реакции: (реакция дана)

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
4.	Контрольная работа 2	Пример билета 1. Суть методов корреляционного и регрессионного анализов. 2. На выходной параметр ХТП влияют четыре фактора : $C(x_1) = 1,2 - 1,6 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$ $\tau(x_2) = 8 - 14 \text{ с.}$ $T(x_3) = 420 - 520 \text{ К}$ $v(x_4) = 0,06 - 0,14 \text{ м}^3/\text{с}$ Построить дробную реплику от ПФЭ в натуральных и кодированных переменных, вычислить коэффициенты регрессии. Для расчета коэффициентов взять произвольные значения Y_i, записать уравнение регрессии.
5.	Реферат	Тематика презентаций: 1. Математическое моделирование в химической технологии 2. Математическое моделирование в нефтехимии 3. Математическое моделирование в биотехнологии 4. История математического моделирования 5. Ресурсосбережение и ресурсоэффективность в химической промышленности 6. Химические реакторы в нефтепереработке и нефтехимии 7. Новые направления в математическом моделировании химико-технологических процессов 8. Обработка эксперимента и статистическое моделирование в химической технологии Моделирование процессов ректификации и стабилизации нефтяного сырья 9. Темы по выбору студента
6.	Тест	Варианты вопросов: По способу организации процесса химические реакторы подразделяют на: стационарные и нестационарные периодические, непрерывные, полупериодические реакторы смешения и реакторы вытеснения Процесс теплообмена в теплообменнике "труба в трубе" можно описать моделью : моделью "смешение-смешение" моделью "вытеснение-вытеснение" ячеечной моделью

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
7.	Защита лабораторной работы	Моделирование кинетики гомогенных химических реакций Вопросы: 1. Что такое моделирование? 2. Сформулируйте закон действующих масс для гомогенной и гетерогенной химической реакции. 3. Запишите кинетическую модель для следующей химической реакции (реакция дана) Моделирование гомогенных химических реакторов Вопросы: 1. Запишите основные типовые гидродинамические модели. 2. С чего приступаете к разработке модели химического реактора 3. Запишите модели реакторов идеального смешения (или другого) в общем виде 4. Запишите тепловое уравнение химического реактора определенного типа (РИС, РИВ и т.д.) 5. Запишите модель реактора для реакции (реакция дана) Методы корреляционного и регрессионного анализов при обработке экспериментальных данных 1. На чем основано построение статистических моделей 2. В чем суть методов корреляционного и регрессионного анализов 3. Какой метод лежит в основе расчета коэффициентов регрессии 4. Основные этапы статистического анализа результатов и т.д.
8.	ИДЗ 1	Вывести уравнение скорости гетерогенной химической реакции для данного механизма реакции одним из методов (варианты даны) Пример: Получить уравнение скорости реакции крекинга методом стационарных концентраций: $1. C_4H_{10} + z \xrightleftharpoons{k_1} z C_4H_{10}$ $2. z C_4H_{10} \xrightleftharpoons{k_2} z C_2H_4 + C_2H_6$ $3. z C_2H_4 \xrightarrow{k_3} z + C_2H_4$ $C_4H_{10} \longrightarrow C_2H_4 + C_2H_6$

Оценочные мероприятия		Примеры типовых контрольных заданий																																																																			
9.	ИДЗ 2	1. На выходной параметр у влияют факторы: $x_1(T) = 290 - 350K$ $x_2(P) = 10 - 50a$ $x_3(\nu) = 1 - 1.6 \frac{M}{c}$ Определить интервал варьирования факторов и основной уровень. Построить матрицу планирования ПФЭ в натуральных и кодированных значениях																																																																			
		2. На процесс влияют пять факторов: $X_1 - T = 100 - 180 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $X_2 - P = 12 - 16 \text{ а}$ $X_3 - C_1 = 0,2 - 0,4 \text{ моль/л}$ $X_4 - C_2 = 0,6 - 1,0 \text{ моль/л}$ $X_5 - \tau = 20 - 30 \text{ с.}$ Построить дробную реплику от ПФЭ 2^{5-2} в натуральных и кодированных единицах.																																																																			
		3. Определить коэффициенты в уравнении регрессии и проверить их на значимость																																																																			
		<table><tr><td>N</td><td>x₀</td><td>x₁</td><td>x₂</td><td>x₃</td><td>y₁</td><td>y₂</td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2.5</td><td>2.45</td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4.7</td><td>4.73</td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>8.2</td><td>8.23</td></tr><tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>9.8</td><td>10.2</td></tr><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>12.2</td><td>12.4</td></tr><tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5.8</td><td>5.84</td></tr><tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>6.4</td><td>5.9</td></tr><tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>8.7</td><td>8.76</td></tr></table>					N	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	y ₁	y ₂	1					2.5	2.45	2					4.7	4.73	3					8.2	8.23	4					9.8	10.2	5					12.2	12.4	6					5.8	5.84	7					6.4	5.9	8					8.7	8.76
		N	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	y ₁	y ₂																																																													
		1					2.5	2.45																																																													
		2					4.7	4.73																																																													
		3					8.2	8.23																																																													
		4					9.8	10.2																																																													
		5					12.2	12.4																																																													
6					5.8	5.84																																																															
7					6.4	5.9																																																															
8					8.7	8.76																																																															
$S^2_{воспр.} = 0,2072$																																																																					
4. На выходной параметр ХТП влияют два фактора: $\tau (x_1) = 8 - 18 \text{ с}$ $C (x_2) = 32 - 40 \text{ \%}$ Записать матрицу планирования в натуральных и кодированных переменных, а) проверить дисперсию на однородность б) вычислить дисперсию воспроизводимости ($S^2_{воспр.}$)																																																																					
<table><tr><td>N</td><td>x₀</td><td>x₁</td><td>x₂</td><td>y₁</td><td>y₂</td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td>30.3</td><td>30.8</td></tr></table>					N	x ₀	x ₁	x ₂	y ₁	y ₂	1				30.3	30.8																																																					
N	x ₀	x ₁	x ₂	y ₁	y ₂																																																																
1				30.3	30.8																																																																

Оценочные мероприятия		Примеры типовых контрольных заданий																												
		2				25.4	24.9																							
		3				36.8	37.6																							
		4				26.5	27.4																							
		Записать уравнение регрессии в общем виде																												
		5. Построить матрицу ротатабельного планирования 2-го порядка в натуральных и кодированных единицах, если на процесс влияют три фактора: T (x ₁) = 700 - 780 К C (x ₂) = 0,6 – 1,2 $\frac{моль}{л}$ P (x ₃) = 14 - 20 а α=1,682																												
		Записать уравнение регрессии в общем виде.																												
		6. Построить матрицу исходного симплекса и сделать шаг в направлении оптимума (минимума), если на процесс влияют факторы: T(x ₁) = 50-70 °С. τ (x ₂)= 14 - 26 с C(x ₃) = 20 -42%																												
		<table><tr><th>№</th><th>X₁</th><th>X₂</th><th>X₃</th><th>Y</th></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td>15,2</td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>12,4</td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>18,6</td></tr><tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>11,4</td></tr></table>						№	X ₁	X ₂	X ₃	Y	1				15,2	2				12,4	3				18,6	4		
№	X ₁	X ₂	X ₃	Y																										
1				15,2																										
2				12,4																										
3				18,6																										
4				11,4																										
		Кодированные значения:																												
		0,5		0,289		0,204																								
		-0,5		0,289		0,204																								
		0		-0,578		0,204																								
		0		0		-0,612																								
10.	Экзамен	Вопросы на экзамен: 1. Понятие кибернетики 2. Основные методы моделирования: физическое, математическое 3. Виды моделей (детерминированные, статистические). 4. Эмпирический и структурный подходы 5. Моделирование кинетики гомогенных химических реакций 6. Моделирование кинетики гетерогенных химических реакций. Метод Лэнгмюра 7. Метод графов 8. Метод стационарных концентраций																												

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		9. Гидродинамические модели: - идеального смешения - идеального вытеснения - диффузионные - ячеечная 10. Классификация реакторов 11. Математические модели гомогенных изотермических реакторов: идеального смешения; идеального вытеснения; с учетом продольного и радиального перемешивания; каскада реакторов 12. Математические модели теплообменных аппаратов : Смешение-смешение, Вытеснение-вытеснение, Смешение-вытеснение 13. Математические модели химических реакторов с учетом переноса тепла 14. Моделирование массообменных процессов. Моделирование противоточного адсорбционного аппарата 15. Понятие генеральной совокупности, выборки. Законы распределения случайной величины 16. Математическое ожидание, дисперсия, коэффициент корреляции и их оценки. 17. Пассивный эксперимент. Метод корреляционного анализа. 18. Регрессионный анализ. Расчет коэффициентов для случая линейной регрессии. 19. Метод наименьших квадратов 20. Параболическая регрессия. Расчет коэффициентов 21. Активный эксперимент. Суть полного факторного эксперимента. Интервал варьирования, уровни факторов, основной уровень. 22. Активный эксперимент. Свойства матрицы планирования, расчет коэффициентов регрессии в ПФЭ 23. Статистический анализ уравнения регрессии в ПФЭ (проверка дисперсии на однородность, коэффициентов на значимость, модели на адекватность) 24. Дробный факторный эксперимент 25. Планирование 2-ого порядка: - центральное ортогональное композиционное планирование; - ротатабельное планирование 2-го порядка. 26. Симплексный метод планирования и оптимизации 27. Метод оптимизации Бокса-Уилсона 28. Основные определения и постановка задачи оптимизации. 29. Задача об оптимальной температуре обратимой химической реакции

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		30. Оптимизация РИС 31. Методы одномерной оптимизации: - дихотомии - сканирования - «золотого сечения», - покоординатного спуска.

11. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Опрос в конце лекции (самоконтроль-тесты)	Проводится в конце каждой лекции в электронном курсе. За верный ответ на вопросы теста студенты получают баллы.
2.	Контрольные работы	Самостоятельное написание ответов на теоретические вопросы и решение задачи в заданный временной аудиторный интервал времени. Критерий оценки – правильность решения (оценивание в баллах согласно рейтинг-плану).
3.	Тест	Самостоятельное представление ответов на теоретические вопросы. Оценивание-согласно рейтинг-плану дисциплины.
4.	Реферат	Тема реферата выбирается студентом из списка, предложенного преподавателем. Три критерия оценки (защиты) реферата: полнота раскрытия темы, авторской подход в представлении материала и оформление (соответствие ГОСТ).
5.	Защита лабораторной работы	Проводится в виде индивидуального собеседования после выполнения и представления отчета по лабораторной работе. Защита представляет ответы на вопросы, связанные с методикой проведения лабораторной работы, анализом и обработкой полученных результатов. За выполнение и защиту лабораторной работы студенты получают баллы (количество баллов указано в рейтинг-плане дисциплины).
6.	ИДЗ 1	Студентам предлагается решить задачу для индивидуального варианта. За верное решение задания начисляются баллы (количество баллов указано в рейтинг-плане дисциплины).
7.	ИДЗ 2	Студентам предлагается решить 6 задач. За верное решение задания начисляются баллы (количество баллов указано в рейтинг-плане дисциплины).
8.	Экзамен	После выполнения всех заданий студент допускается к сдаче экзамена. Устный ответ (с использованием подготовленного письменного материала) на индивидуальный экзаменационный билет, содержащий два теоретических вопроса и задачу. Максимальное количество баллов за

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
		экзамен - 20. Оценка формируется, как результирующая: количество баллов, набранное в семестре плюс количество баллов за экзамен.