

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ПРИЕМ 2017 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Макрокинетика химических процессов и расчет реакторов

Направление подготовки/ специальность	18.03.01 Химическая технология		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Химическая технология		
Специализация	Химическая 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 Отделения химической инженерии на правах кафедры		Короткова Е.И.
Руководитель специализации		Юрьев Е.М.
Преподаватель		Юрьев Е.М.

2020 г.

1. Роль дисциплины «Макрокинетика химических процессов и расчет реакторов» в формировании компетенций выпускника:

Элемент образовательной программы (дисциплина)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
					Код	Наименование
Макрокинетика химических процессов и расчет реакторов	8	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	Р3	ПК(У)-2.В5	Владеет навыками расчетов основных макрокинетических показателей промышленного каталитического процесса
					ПК(У)-2.У5	Умеет разрабатывать математические модели зерна катализатора и слоя катализатора
					ПК(У)-2.35	Знает макрокинетические области проведения химического процесса в лабораторных и промышленных условиях
		ДПК(У)-3	Готовность использовать знания фундаментальных физико-химических закономерностей для решения возникающих научно-исследовательских задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе, химических реакторов	Р2	ДПК(У)-3.В1	Владеет опытом практических расчетов при моделировании промышленных химических процессов и реакторов
					ДПК(У)-3.У1	Умеет составлять математические модели при разработке и исследовании промышленных химических реакторов
					ДПК(У)-3.31	Знает физико-химические основы расчета промышленных химических реакторов

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	Знать теоретические основы внутри- и внешнEDIффузионных явлений, имеющих место при протекании гетерогенных каталитических процессов.	ПК(У)-2	Раздел 1. Макрокинетические области протекания химических реакций Раздел 2. Внутридиффузионная область химического процесса	• Тестирование • Индивидуальное домашнее задание — реферат • Защита отчета по лабораторной работе • Индивидуальное домашнее задание — практическая задача • Экзамен
РД2	Владеть навыками составления математических моделей процессов внутри зерна катализатора и материального баланса внешнEDIффузионных процессов для одно- и многореакционных схем превращения.	ДПК(У)-3	Раздел 2. Внутридиффузионная область химического процесса	• Тестирование • Индивидуальное домашнее задание — реферат • Защита отчета по лабораторной работе • Индивидуальное домашнее задание — практическая задача • Экзамен
РД3	Владеть навыками моделирования гетерогенных химических реакторов и оценки оптимальных пористой структуры, формы и размера зерна катализатора.	ДПК(У)-3	Раздел 2. Внутридиффузионная область химического процесса Раздел 3. Гетерогенные катализаторы и их оптимальные характеристики	• Тестирование • Индивидуальное домашнее задание — реферат • Защита отчета по лабораторной работе • Индивидуальное домашнее задание — практическая задача • Экзамен

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 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

4. Перечень типовых заданий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
1.	Тестирование	Примеры вопросов из теста № 1 «Основы диффузионной кинетики». 1. Укажите, что относится к основным разделам макрокинетики. Выберите один или несколько ответов: — теория активированного комплекса — квантовая-химические расчеты реакций между молекулами — диффузионная кинетика — теория горения — теория теплового режима 2. Протекает реакция $2A \rightarrow B + C$. Порядок реакции по веществу А - 2. Концентрация вещества А возрастает в 3 раза. Напишите, во сколько раз увеличится скорость химической реакции 3. Укажите, как называется процесс взаимного проникновения молекул или атомов одного вещества между молекулами или атомами другого, приводящий к самопроизвольному выравниванию их концентраций по всему занимаемому объёму. Выберите один ответ: — массообмен — диффузия — конвекция — химическая реакция 4. Укажите, как называют явление переноса исходных веществ из ядра газового или жидкого потока к слою потока в пространстве между гранулами к внешней поверхности катализатора. Выберите один ответ: — внешняя диффузия — теплообмен — внутренняя диффузия — конвекция
2.	Индивидуальное домашнее задание — реферат	Перечень тем для выполнения ИДЗ 1 Методы исследования кинетики химических реакций 2 Методы исследования активности промышленных катализаторов 3 Методы исследования пористой структуры зерна катализатора 4 Методы исследования макрокинетики химических процессов 5 Математические модели дезактивации катализаторов 6 Влияние диффузионного торможения на дезактивацию зерна катализатора 7 Методы приготовления осажденных катализаторов

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		8 Промышленные катализаторы в нефтепереработке 9 Моделирование химических процессов с учетом макрокинетических осложнений 10 Анализ устойчивости стационарных режимов в химических реакторах 11 Влияние формы зерна катализатора на протекание химических реакций 12 Математическое описание процессов в неподвижном слое катализатора 13 Математическое описание процессов в кипящем слое катализатора 14 Методы приготовления нанесенных катализаторов 15 Носители для катализаторов: свойства и применение 16 Промышленные катализаторы в нефтехимии 17 Глобулярная модель пористой структуры катализатора 18 Основные характеристики химико-технологического процесса 19 Классификация химических реакторов и их конструкция 20 Определение параметров пористой структуры катализаторов
3.	Защита отчета по лабораторной работе	Примеры вопросов: 1) Что изучает наука макрокинетика химических процессов? 2) Что изучает диффузионная кинетика? 3) Какими законами описывается диффузия в порах зерна катализатора? 4) Какие виды диффузии веществ вы знаете? 5) Какие методы расчета коэффициентов диффузии в газовой и жидкой фазе вы знаете? лабораторной работы во время сессии. 6) Что такое макрокинетические области протекания химической реакции? 7) Какие макрокинетические области протекания Вы знаете? 8) Что такое наблюдаемая скорость химической реакции? 9) Какие модели применяются для описания процессов в зерне катализатора? 10) Какие численные методы используются при моделировании процессов в зерне катализатора? 11) Какова физико-химическая сущность перехода химической реакции из кинетической области во внутридиффузионную?
4.	Индивидуальное домашнее задание — практическая задача	Примеры заданий: Задание 1. 1. По экспериментальным значениям удельной поверхности и пористости катализатора определите радиус поры однородной глобулярной модели. 2. По экспериментальному значению пористости катализатора с использованием графика Карнаухова определите координационное число однородной глобулярной модели. 3. По координационному числу однородной глобулярной модели (п. 2) с использованием графика

Оценочные мероприятия		Примеры типовых контрольных заданий						
		Карнаухова определите отношение радиуса поры к радиусу глобулы однородной глобулярной модели. 4. По п. 1 и п. 3 определите радиус глобулы однородной глобулярной модели. Таблица - Исходные данные (результаты эксперимента)						
		Вариант	Пористость зерна катализатора	Удельная поверхность зерна катализатора, м²/г				
		1	0,45	60				
		2	0,41	15				
		3	0,32	45				
		4	0,28	100				
		5	0,25	80				
		6	0,44	95				
		7	0,39	66				
		8	0,28	55				
		9	0,22	42				
		10	0,19	29				
		11	0,51	35				
		12	0,55	50				
		13	0,31	40				
		14	0,43	30				
		15	0,37	32				
		16	0,52	78				
		17	0,53	75				
		18	0,5	70				
		19	0,56	110				
		20	0,6	112				
		Задание 2. На внешней поверхности катализатора происходит простая реакция первого порядка. Устанавливается стационарный режим транспорта сырья из ядра потока к поверхности катализатора. Рассчитайте стационарную температуру поверхности катализатора (°C) по исходным данным (см. таблицу). Таблица — Исходные данные						
		Вариант	Температура ядра потока, °C	Тепловой эффект реакции, Дж/моль	Коэффициент теплоотдачи между поверхностью катализатора и ядром потока, Дж	Константа скорости, с ⁻¹	Коэффициент массоотдачи, с ⁻¹	Концентрация исходного вещества, моль/м³

Оценочные мероприятия		Примеры типовых контрольных заданий						
					/ (К · с · м³)			
		1	350	39954	328	0,05	0,05	14
		2	510	40859	373	0,05	0,02	14
		3	464	22834	390	0,01	0,04	20
		4	379	21089	339	0,02	0,01	22
		5	500	37834	304	0,01	0,09	20
		6	248	25619	257	0,07	0,05	10
		7	259	37496	228	0,07	0,08	13
		8	320	36027	375	0,06	0,06	17
		9	324	27169	207	0,03	0,02	11
		10	436	27855	230	0,09	0,07	21
		11	506	29227	399	0,09	0,08	21
		12	227	25489	221	0,05	0,02	17
		13	261	39868	204	0,08	0,04	16
		14	240	41590	383	0,04	0,09	24
		15	498	40294	392	0,06	0,06	6
		16	464	35488	278	0,09	0,03	15
		17	395	30165	333	0,09	0,07	16
		18	471	22067	319	0,08	0,09	6
		19	229	31216	304	0,06	0,03	16
		20	302	38135	252	0,07	0,05	6
5.	Экзамен	Вопросы к экзамену Вопрос № 1. 1) Предмет изучения макрокинетики. Основные разделы макрокинетики. Сравнение с классической химической кинетикой. 2) Ключевые термины химической кинетики: закон действующих масс, скорость реакции, порядок реакции, константа скорости, кинетическая кривая и т.д. Примеры употреблений основных терминов, примеры значений из реальных химических процессов. Примеры элементарных и неэлементарных реакций. 3) Диффузия и коэффициент молекулярной диффузии: определения и характеристики, примеры значений коэффициента диффузии, способы его расчета. 4) Макрокинетические области протекания процессов и стадии химического взаимодействия веществ с катализатором. 5) Внешнедиффузионная область: основные уравнения, описывающий стационарный режим. Понятие наблюдаемой скорости реакции и константы наблюдаемой скорости: сравнение константы скорости и коэффициента массопереноса. Внешнедиффузионное торможение химических процессов.						

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		6) Внешнедиффузионная и кинетическая области: зависимость наблюдаемой скорости от температуры, давления, линейной скорости потока, концентрации реагентов, порядок по концентрации. Влияние параметров на переход и протекание химических реакций во внешнедиффузионной области. 7) Теплоприход и теплоотвод при протекании реакции на поверхности катализатора. Стационарная температура внешней поверхности катализатора: математическое выражение. Температуры зажигания и потухания, неустойчивые стационарные режимы. 8) Катализаторы: основные характеристики пористой структуры и их типовые значения, размеры и формы зерен. 9) Квазигомогенная модель пористой структуры катализатора: основные допущения и характеристики, параметры модели, выражения для разных зерен катализатора. 10) Капиллярная модель пористой структуры катализатора: основные допущения и характеристики, параметры модели. 11) Глобулярная модель пористой структуры катализатора: основные допущения и характеристики, параметры модели. 12) Полидисперсная модель пористой структуры катализатора: основные допущения и характеристики, параметры модели. 13) Коэффициент кнудсеновской диффузии и эффективный коэффициент диффузии: определение, взаимосвязь с длиной свободного пробега молекул, способы расчета, зависимость от давления. 14) Квазигомогенная модель плоскопараллельной пластины катализатора: вывод выражения для зависимости концентрации реагента от координаты внутри зерна катализатора. 15) Параметр Тиле и степень использования внутренней поверхности зерна катализатора: причина использования, формулы для расчета, типовые значения для внутридиффузионной, переходной и кинетической областей. 16) Основные формулы внутридиффузионного процесса для квазигомогенных моделей зерен в виде плоскопараллельной пластины и сферы. 17) Критерии протекания процесса в области внутренней диффузии. Изменение параметров, способствующее переходу реакции из внутридиффузионной области в кинетическую. 18) График возможных кинетических режимов реакции, катализируемых твердым телом, в аррениусовских координатах. Переходные макрокинетические области: внутренняя переходная область, внешняя переходная область. 19) Селективность последовательных и параллельных реакций во внешнедиффузионной области: соотношение между коэффициентом массоотдачи и константами скоростей химических реакций. 20) Селективность последовательных и параллельных реакций во внутридиффузионной области: влияние параметра Тиле и степени использования внутренней поверхности катализатора.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		Вопрос № 2 21) Составьте систему уравнений (квазигомогенной/капиллярной/полидисперсной) стационарной математической модели зерна катализатора (сферической/цилиндрической/в форме плоскопараллельной пластины) формы для реакции: (порядки по веществам указаны). Уравнение теплового баланса (учитывать/не учитывать). 22) Для (последовательных/параллельных) реакций: ... (порядки по веществам указаны) составить материальный баланс во внешнедиффузионной области. Записать выражение для дифференциальной селективности по веществу ... (вещество указано).

1. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Тестирование	Тестирование проводится на лабораторных занятиях. Тестирование проводится в компьютерной форме. Тестирование включает в себя вопросы разного типа: и с выбором одного правильного варианта ответа, и с выбором нескольких правильных ответов, и на сопоставление понятий, и на простой расчет и т.п. При выполнении тестирования пользоваться литературой или конспектами лекций запрещается.
2.	Индивидуальное домашнее задание — реферат	ИДЗ предстоит выполнить в форме реферативной работы. Рекомендуется приступить к его выполнению с первой недели обучения. Требования к заданию: Выполнить индивидуальное домашнее задание согласно своему варианту. Перечень тем для выполнения ИДЗ приведен в вариантах ИДЗ (Варианты ИДЗ). Вариант выбирается согласно приведенному ниже правилу выбора варианта. Выполненная работа оформляется в виде реферата и высылается на проверку преподавателю. Номер варианта ИДЗ определяется по последним двум цифрам номера зачетной книжки. Если образуемое ими число больше 20, то следует взять сумму этих цифр. Например, если номер зачетной книжки Д-11Г10/12, то номер варианта задания равен 12. Если номер зачетной книжки 3-ЗБ10/26, то номер варианта задания равен 8. При выполнении ИДЗ рекомендуется пользоваться списком литературы (https://design.lms.tpu.ru/mod/page/view.php?id=254212), приведенным в начале онлайн-курса. Требования к содержанию и оформлению ИДЗ приведены в текущем разделе онлайн-курса в соответствующих файлах (Методические указания к выполнению индивидуального задания — https://design.lms.tpu.ru/mod/resource/view.php?id=237542 и Шаблон титульного листа ИДЗ — https://design.lms.tpu.ru/mod/resource/view.php?id=260009).
3.	Защита отчета по лабораторной работе	Требования к заданию: Выполнить лабораторную работу, согласно своему варианту. Вариант выбирается согласно приведенному ниже правилу выбора варианта. Номер варианта лабораторной работы определяется по последним двум цифрам номера зачетной книжки. Если образуемое ими число больше 20, то следует взять сумму этих цифр. Например, если номер зачетной книжки Д-11Г10/12, то номер варианта задания равен 12. Если номер зачетной книжки 3-ЗБ10/26, то номер варианта задания равен 8. При выполнении лабораторной работы рекомендуется пользоваться учебным пособием «Макрокинетика химических процессов и расчет реакторов» (https://design.lms.tpu.ru/mod/resource/view.php?id=237493) и методическими указаниями к выполнению лабораторной работы. Лабораторные работы выполняются аудиторно, после чего студенты готовят отчеты о проделанной

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания																								
		работе. Защита отчетов осуществляется аудиторно, 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. Обязательные элементы отчета о выполнении лабораторной работы: — титульный лист; — цель работы; — исходные данные; — математическое описание и численный метод; — результаты и выводы по работе Для того чтобы задание было зачтено, необходимо соблюдать сроки его выполнения. Оценка за выполнение лабораторной работы складывается из оценки за подготовку отчета (максимум 4 балла), который проверяется преподавателем, и оценки за устную защиту отчета (максимум 3 балла). Максимальное количество баллов за лабораторную работу - 7 Среди которых: 3 балла - выполнение работы, получение результата; 1 балл - составление и оформление отчета; 3 балла - защита лабораторной работы. <table><tr><th>Критерии итоговой оценки лабораторной работы</th><th>Баллы</th></tr><tr><td>Выполнение работы, получение результата</td><td>max 3</td></tr><tr><td>Правильно выполнены расчеты, получен верный результат</td><td>3</td></tr><tr><td>Выполнены расчеты, получен верный результат</td><td>2</td></tr><tr><td>Выполнены расчеты, но получен неверный результат</td><td>1</td></tr><tr><td>Составление и оформление отчета</td><td>max 1</td></tr><tr><td>Отчет составлен в соответствии с требованиями оформления</td><td>1</td></tr><tr><td>Отчет составлен с незначительными нарушениями требований оформления</td><td>0,5</td></tr><tr><td>Защита лабораторной работы во время сессии (устно)</td><td>max 3</td></tr><tr><td>Правильные ответы на все вопросы</td><td>3</td></tr><tr><td>Правильные ответы на большую часть вопросов</td><td>2</td></tr><tr><td>Ответы на большую часть вопросов</td><td>1,5</td></tr></table>	Критерии итоговой оценки лабораторной работы	Баллы	Выполнение работы, получение результата	max 3	Правильно выполнены расчеты, получен верный результат	3	Выполнены расчеты, получен верный результат	2	Выполнены расчеты, но получен неверный результат	1	Составление и оформление отчета	max 1	Отчет составлен в соответствии с требованиями оформления	1	Отчет составлен с незначительными нарушениями требований оформления	0,5	Защита лабораторной работы во время сессии (устно)	max 3	Правильные ответы на все вопросы	3	Правильные ответы на большую часть вопросов	2	Ответы на большую часть вопросов	1,5
Критерии итоговой оценки лабораторной работы	Баллы																									
Выполнение работы, получение результата	max 3																									
Правильно выполнены расчеты, получен верный результат	3																									
Выполнены расчеты, получен верный результат	2																									
Выполнены расчеты, но получен неверный результат	1																									
Составление и оформление отчета	max 1																									
Отчет составлен в соответствии с требованиями оформления	1																									
Отчет составлен с незначительными нарушениями требований оформления	0,5																									
Защита лабораторной работы во время сессии (устно)	max 3																									
Правильные ответы на все вопросы	3																									
Правильные ответы на большую часть вопросов	2																									
Ответы на большую часть вопросов	1,5																									
4.	Индивидуальное домашнее задание — практическая	Для более глубокой проработки материала дисциплины необходимо выполнение индивидуальных домашних заданий. Индивидуальные домашние задания являются обязательными для выполнения, и																								

Оценочные мероприятия		Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания																			
	задача	невыполнение хотя бы одного из них, является основанием для не допуска студента к итоговой аттестации по дисциплине. Индивидуальные домашние задания способствуют углубленному изучению теоретических вопросов макрокинетики химических процессов и являются основой для проверки степени усвоения приобретенных знаний и достижения результатов по дисциплине. Индивидуальные домашние задания выполняются студентом по каждой теме дисциплины и соответствуют календарному рейтинг-плану дисциплины. Варианты задания приведены в таблице. Вариант выбирается согласно приведенному ниже правилу выбора варианта. Выполненная работа оформляется в виде отчета и высылается на проверку преподавателю. Номер варианта ИДЗ определяется по последним двум цифрам номера зачетной книжки. Если образуемое ими число больше 20, то следует взять сумму этих цифр. Например, если номер зачетной книжки Д-11Г10/12, то номер варианта задания равен 12. Если номер зачетной книжки 3-ЗБ10/26, то номер варианта задания равен 8. Для того чтобы задание было зачтено, необходимо соблюдать сроки его выполнения. Обязательные элементы отчета о выполнении практической работы: — задание; — исходные данные; — последовательность расчетов; — выводы. Критерии оценивания ИДЗ (в расчете от максимально возможного количества баллов): <table><tr><th>Критерий</th><th>75-100 %</th><th>25-75 %</th><th>0-25 %</th></tr><tr><td>1. Выполнение всех частей задания</td><td>Все части задания выполнены верно</td><td>Все части задания выполнены, но некоторые неверно</td><td>Не все части задания выполнены</td></tr><tr><td>2. Алгоритм выполнения, последовательность расчета</td><td>Приведена полная последовательность расчетов, даны пояснения</td><td>Последовательность расчетов приведена не полностью, пояснения присутствуют не везде</td><td>Последовательность расчета приведена не полностью, пояснения отсутствуют</td></tr><tr><td>3. Выводы по заданию</td><td>По итогам выполнения частей задания приведены выводы</td><td>Выводы по итогам выполнения частей задания неполные или неверные</td><td>Выводы по итогам выполнения частей задания неверные или отсутствуют</td></tr></table>				Критерий	75-100 %	25-75 %	0-25 %	1. Выполнение всех частей задания	Все части задания выполнены верно	Все части задания выполнены, но некоторые неверно	Не все части задания выполнены	2. Алгоритм выполнения, последовательность расчета	Приведена полная последовательность расчетов, даны пояснения	Последовательность расчетов приведена не полностью, пояснения присутствуют не везде	Последовательность расчета приведена не полностью, пояснения отсутствуют	3. Выводы по заданию	По итогам выполнения частей задания приведены выводы	Выводы по итогам выполнения частей задания неполные или неверные	Выводы по итогам выполнения частей задания неверные или отсутствуют
Критерий	75-100 %	25-75 %	0-25 %																		
1. Выполнение всех частей задания	Все части задания выполнены верно	Все части задания выполнены, но некоторые неверно	Не все части задания выполнены																		
2. Алгоритм выполнения, последовательность расчета	Приведена полная последовательность расчетов, даны пояснения	Последовательность расчетов приведена не полностью, пояснения присутствуют не везде	Последовательность расчета приведена не полностью, пояснения отсутствуют																		
3. Выводы по заданию	По итогам выполнения частей задания приведены выводы	Выводы по итогам выполнения частей задания неполные или неверные	Выводы по итогам выполнения частей задания неверные или отсутствуют																		
5.	Экзамен	После выполнения всех заданий студент допускается к сдаче экзамена. Сдача экзамена предполагает																			

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
		устный ответ (с использованием подготовленного письменного материала) на индивидуальный экзаменационный билет. Каждый экзаменационный билет включает два вопроса: 1. Вопрос на знание теоретического материала; 2. Вопрос на умение составлять математические модели химического процесса для внешне- и внутридиффузионной областей. Традиционный формат сдачи экзамена подразумевает следующее: - в аудитории, где проводится экзамен, размещается 3-5 студентов и преподаватель, на столе преподавателя разложены комплект билетов (текстом вниз), рабочая программа, распечатанный комплект лекций, учебные пособия/учебники/прочая литература по дисциплине; - студент (каждый по очереди) передает преподавателю зачетную книжку; если зачетная книжка отсутствует, студент не допускается до сдачи экзамена; - студент тянет случайный билет, знакомится с содержимым билета, сообщает номер билета преподавателю; - студент проходит на свое посадочное место и готовится к устной сдаче экзамена в течение 15-30 минут; пользоваться можно только ручкой, карандашом и калькулятором (не телефоном), черновики выдаются преподавателем; - студент, закончивший подготовку к устной сдаче, садится перед преподавателем и отвечает по содержимому билета в порядке, установленном преподавателем; - преподаватель задает дополнительные вопросы; - по итогам ответов на вопросы из экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподаватель озвучивает оценку за экзамен в традиционной форме, оценку в балльном выражении и озвучивает общую оценку за семестр в балльном выражении; - преподаватель выставляет оценки в экзаменационную ведомость; - преподаватель выставляет оценки в зачетную книжку и возвращает ее студенту; - студент выходит из аудитории и приглашает следующего сдающего в аудиторию. Максимальное количество баллов за экзамен — 20. Оценка формируется как результирующая: количество баллов, набранное в семестре, плюс количество баллов за экзамен.

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ
2020/2021 УЧЕБНЫЙ ГОД**

ОЦЕНКИ			Дисциплина <i>«Макрокинетика химических процессов и расчет реакторов»</i> по направлению <i>18.03.01 «Химическая технология»</i> , <i>специализация «Химическая технология подготовки и переработки нефти и газа»</i>	Лекции	22	час.
«Отлично»	A	90–100 баллов		Практ. занятия	0	час.
«Хорошо»	B	80–89 баллов		Лаб. занятия	22	час.
	C	70–79 баллов		Всего ауд. работа	44	час.
«Удовл.»	D	65–69 баллов		CPC	64	час.
	E	55–64 баллов		ИТОГО	108	час.
Зачтено	P	55–100 баллов			3	з.е.
Неудовлетворительно / незачтено	F	0–54 баллов				

Результаты обучения по дисциплине «Макрокинетика химических процессов и расчет реакторов»:

РД1	Знать теоретические основы внутри- и внешнел диффузионных явлений, имеющих место при протекании гетерогенных каталитических процессов.
РД2	Владеть навыками составления математических моделей процессов внутри зерна катализатора и материального баланса внешнел диффузионных процессов для одно- и многореакционных схем превращения.
РД3	Владеть навыками моделирования гетерогенных химических реакторов и оценки оптимальных пористой структуры, формы и размера зерна катализатора.

Оценочные мероприятия (оставить необходимое):

Оценочные мероприятия		Кол-во	Баллы
Текущий контроль:			80
ТК1	Тестирование	11	22
ТК2	Индивидуальное домашнее задание — реферат	1	10
ТК3	Защита отчета по лабораторной работе	6	36
ТК4	Индивидуальное домашнее задание — практическая задача	2	12
Промежуточная аттестация:			20
ПА1	Экзамен	1	20
ИТОГО			100

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Вид учебной деятельности по разделам	Кол-во часов		Оценочные мероприятия	Кол-во баллов	Информационные материалы		
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видео-ресурсы
1	25.01	РД1 РД2	Лекционное занятие 1. Введение в макрокинетику. Основные разделы макрокинетики	2				ОСН 1 ДОП 1 ДОП 4	ЭР 1 ЭР 2	
			Лабораторное занятие 1. Расчет эффективных коэффициентов диффузии при протекании гетерогенных химических реакций	2				ОСН 1 ОСН 2	ЭР 1	
			Тестирование 1. Введение в макрокинетику. Основные разделы макрокинетики		1	ТК1	2	ОСН 1 ДОП 1 ДОП 4	ЭР 1 ЭР 2	
			Подготовка отчета по лабораторной работе. Расчет эффективных коэффициентов диффузии		2	ТК3	6	ОСН 1 ОСН 2	ЭР 1	

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Вид учебной деятельности по разделам	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационные материалы		
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видео-ресурсы
			при протекании гетерогенных химических реакций							
2	01.02	РД1 РД2	Лекционное занятие 2. Основы диффузионной кинетики. Внешнедиффузионная область.	2				ОСН 1 ДОП 1 ДОП 4	ЭР 1 ЭР 2	
			Лабораторное занятие 2. Моделирование процессов в пористом зерне катализатора	2				ОСН 2 ОСН 3	ЭР 1	
			Тестирование 2. Основы диффузионной кинетики. Внешнедиффузионная область.		1	ТК1	2	ОСН 1 ДОП 1 ДОП 4	ЭР 1 ЭР 2	
			Подготовка отчета по лабораторной работе. Моделирование процессов в пористом зерне катализатора		2			ОСН 2 ОСН 3	ЭР 1	
3	08.02	РД1 РД2	Лекционное занятие 3. Теория теплового режима химической реакции.	2				ОСН 1 ДОП 1 ДОП 3 ДОП 4	ЭР 1 ЭР 2	
			Лабораторное занятие 3. Расчет эффективных коэффициентов диффузии при протекании гетерогенных химических реакций. Моделирование процессов в пористом зерне катализатора (защита)	2		ТК3 ТК3	6 6	ОСН 1 ОСН 2 ОСН 3	ЭР 1	
			Тестирование 3. Теория теплового режима химической реакции.		1	ТК1	2	ОСН 1 ДОП 1 ДОП 3 ДОП 4	ЭР 1 ЭР 2	
			Подготовка отчета по лабораторной работе. Расчет эффективных коэффициентов диффузии при протекании гетерогенных химических реакций. Моделирование процессов в пористом зерне катализатора		2			ОСН 1 ОСН 2 ОСН 3	ЭР 1	
4	15.02	РД1 РД2	Лекционное занятие 4. Влияние различных факторов на протекание химической реакции во внешнедиффузионной области.	2				ОСН 1 ДОП 1 ДОП 4	ЭР 1 ЭР 2	
			Лабораторное занятие 4. Моделирование химической реакции в зерне катализатора полидисперсной структуры.	2				ОСН 2 ОСН 3	ЭР 1 ЭР 3 ЭР 4	
			Тестирование 4. Влияние различных факторов на протекание химической реакции во внешнедиффузионной области.		1	ТК1	2	ОСН 1 ДОП 1 ДОП 4	ЭР 1	
			Подготовка отчета по лабораторной работе. Моделирование химической реакции в зерне катализатора полидисперсной структуры.		2			ОСН 2 ОСН 3	ЭР 1 ЭР 3 ЭР 4	
5	22.02	РД1 РД2	Лекционное занятие 5. Модели пористой структуры катализатора	2				ДОП 2	ЭР 1	
			Лабораторное занятие 5. Моделирование химической реакции в зерне катализатора полидисперсной структуры (защита)	2		ТК3	6	ОСН 2 ОСН 3	ЭР 1 ЭР 3 ЭР 4	
			Тестирование 5. Модели пористой структуры катализатора		1	ТК1	2	ДОП 2	ЭР 1	
			Подготовка отчета по лабораторной работе. Моделирование химической реакции в зерне катализатора полидисперсной структуры.		2			ОСН 2 ОСН 3	ЭР 1 ЭР 3 ЭР 4	

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Вид учебной деятельности по разделам	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационные материалы		
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видео-ресурсы
6	01.03	РД1 РД2 РД3	Лекционное занятие 6. Протекание химической реакции во внутридиффузионной области.	2				ДОП 2	ЭР 1	
			Лабораторное занятие 6. Расчет гидравлического сопротивления слоя катализатора	2				ОСН 2 ДОП 5	ЭР 1	
			Тестирование 6. Протекание химической реакции во внутридиффузионной области.		1	ТК1	2	ДОП 2	ЭР 1	
			Подготовка отчета по лабораторной работе. Расчет гидравлического сопротивления слоя катализатора		2			ОСН 2 ДОП 5	ЭР 1	
7	08.03	РД1 РД2 РД3	Лекционное занятие 7. Параметр Тиле и фактор эффективности	2				ДОП 2	ЭР 1	
			Лабораторное занятие 7. Расчет гидравлического сопротивления слоя катализатора (защита)	2		ТК3	6	ОСН 2 ДОП 5	ЭР 1	
			Тестирование 7. Параметр Тиле и фактор эффективности		1	ТК1	2	ДОП 2	ЭР 1	
			Подготовка отчета по лабораторной работе. Расчет гидравлического сопротивления слоя катализатора		2			ОСН 2 ДОП 5	ЭР 1	
8	15.03	РД1 РД2 РД3	Лекционное занятие 8. Анализ селективности протекания химических реакций в различных макрокинетических областях	2				ДОП 2	ЭР 1	
			Лабораторное занятие 8. Расчет каталитических химических реакторов	2				ОСН 2 ОСН 3 ДОП 5	ЭР 1	
			Тестирование 8. Анализ селективности протекания химических реакций в различных макрокинетических областях		1	ТК1	2	ДОП 2	ЭР 1	
			Подготовка отчета по лабораторной работе. Расчет каталитических химических реакторов		2			ОСН 2 ОСН 3 ДОП 5	ЭР 1	
9	22.03	РД2 РД3	Лекционное занятие 9. Оптимальная пористая структура катализаторов	2				ДОП 2	ЭР 1	
			Лабораторное занятие 9. Расчет каталитических химических реакторов (защита)	2		ТК3	6	ОСН 2 ОСН 3 ДОП 5	ЭР 1	
			Тестирование 9. Оптимальная пористая структура катализаторов		1	ТК1	2	ДОП 2	ЭР 1	
			Подготовка отчета по лабораторной работе. Расчет каталитических химических реакторов		2			ОСН 2 ОСН 3 ДОП 5	ЭР 1	
10	29.03	РД2 РД3	Лекционное занятие 10. Оптимальные форма и размеры зерна катализатора	2				ДОП 2	ЭР 1	
			Лабораторное занятие 10. Расчет жидкофазного реактора алкилирования	2				ОСН 2 ОСН 3 ДОП 5	ЭР 1	
			Тестирование 10. Оптимальные форма и размеры зерна катализатора		1	ТК1	2	ДОП 2	ЭР 1	
			Подготовка отчета по лабораторной работе. Расчет жидкофазного реактора алкилирования		2			ОСН 2 ОСН 3 ДОП 5	ЭР 1	
11	05.04	РД2	Лекционное занятие 11. Гетерогенные	2				ДОП 3	ЭР 1	

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Вид учебной деятельности по разделам	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационные материалы		
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видео-ресурсы
		РДЗ	каталитические реактора							
			Лабораторное занятие 11. Расчет жидкофазного реактора алкилирования (защита)	2		ТКЗ	6	ОСН 2 ОСН 3 ДОП 5	ЭР 1	
			Тестирование 11. Гетерогенные каталитические реактора		1	ТК1	2	ДОП 3	ЭР 1	
			Подготовка отчета по лабораторной работе. Расчет жидкофазного реактора алкилирования		2			ОСН 2 ОСН 3 ДОП 5	ЭР 1	
12	12.04	РД1 РД2 РДЗ	Индивидуальное домашнее задание — реферат		10	ТК2	10	ОСН 1 ДОП 1 ДОП 2 ДОП 3 ДОП 4	ЭР 2 ЭР 3 ЭР 4	
			Индивидуальное домашнее задание — практическая задача. Определение параметров глобулярной модели		2	ТК4	6	ДОП 2	ЭР 3 ЭР 4	
			Индивидуальное домашнее задание — практическая задача. Расчет активности единицы объема катализатора для моно- и бидисперсной структуры		3	ТК4	6	ДОП 2	ЭР 3 ЭР 4	
			Всего по контрольной точке (аттестации) 1	44	48		80			
			СРС. Подготовка к экзамену по дисциплине					ОСН 1 ОСН 2 ОСН 3 ДОП 1 ДОП 2 ДОП 3 ДОП 4 ДОП 5	ЭР 1 ЭР 2 ЭР 3 ЭР 4	
			Экзамен		16	ПА1	20			
			Общий объем работы по дисциплине	44	64		100			

Информационное обеспечение:

№ (код)	Основная учебная литература (ОСН)	№ (код)	Название электронного ресурса (ЭР)	Адрес ресурса
ОСН 1	Рудобашта, Станислав Павлович. Диффузия в химико-технологических процессах : учебное пособие для вузов / С. П. Рудобашта, Э. М. Карташов. — 2-е изд., перераб. и доп.. — Москва: КолосС, 2010. — 478 с.: ил.. — Для высшей школы. — Библиогр.: с. 467-478.. — ISBN 978-5-9532-0714-0.	ЭР 1	Электронный курс по дисциплине Макрокинетика химических процессов / ДО 2015»	Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Схема доступа: https://eor.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1755
ОСН 2	Ушева, Наталья Викторовна. Макрокинетика химических процессов и расчет реакторов : учебное пособие [Электронный ресурс] / Н. В. Ушева, А. В. Кравцов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра химической технологии топлива и химической кибернетики (ХТТ). — 2-е изд.. — 1 компьютерный файл (pdf; 1.3 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа:	ЭР 2	ЭБС «Лань». — Политематический ресурс (в основном, коллекции книг ведущих издательств учебной и научной литературы).	Режим доступа: из аудитории с компьютерами, подключенными к сети ТПУ (http://e.lanbook.com/books)

	http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m267.pdf (контент)			
ОСН 3	Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие [Электронный ресурс] / Н. В. Ушева [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.8 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m366.pdf (контент)	ЭР 3	Журнал «Кинетика и катализ»	Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7848
—	—	ЭР 4	Журнал «Катализ в промышленности»	Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7328
№ (код)	Дополнительная учебная литература (ДОП)	№ (код)	Видеоресурсы (ВР)	Адрес ресурса
ДОП 1	Франк-Каменецкий, Давид Альбертович. Основы макрокинетики. Диффузия и теплопередача в химической кинетике / Д. А. Франк-Каменецкий. — 4-е изд. — Долгопрудный: Интеллект, 2008. — 408 с. — Библиография в конце глав. — ISBN 978-5-91559-004-4.	—		
ДОП 2	Бесков, Владимир Сергеевич. Моделирование каталитических процессов и реакторов / В. С. Бесков, В. Флокк. — Москва: Химия, 1991. — 256 с. — Библиогр.: с. 246-253. — ISBN 5-7245-0426-X.			
ДОП 3	Бесков, Владимир Сергеевич. Общая химическая технология : учебник для вузов / В. С. Бесков. — Москва: Академкнига, 2006. — 452 с.: ил. — Учебник для вузов. — Рекомендуемая литература: с. 446. — ISBN 5-94628-149-6.			
ДОП 4	Крайденко, Роман Иванович. Тепловые процессы в химической технологии : учебное пособие / Р. И. Крайденко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — 96 с.: ил. — Библиогр.: с. 94-95. — ISBN 978-5-98298-768-6.			
ДОП 5	Беляев, Василий Михайлович. Расчет и конструирование основного оборудования отрасли : учебное пособие / В. М. Беляев, В. М. Миронов; Томский политехнический университет (ТПУ), Институт дистанционного образования. — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — 288 с.: ил. — Библиогр.: с. 280-282.			

Составил:

«25» 06 2020 г.

(Юрьев Е.М.)

Согласовано:

Заведующий кафедрой -
руководитель Отделения
химической инженерии на
правах кафедры

«25» 06 2020 г.

(Короткова Е.И.)