

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.02.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Принципы процессов разделения смесей

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)

18.03.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

направленность (профиль)/специализация

Рациональное использование энергетических и сырьевых ресурсов

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 7 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7	Итого
Форма контроля	Экзамен	
Вид занятий		
Лекции	34	34
Лабораторные	18	18
Практические	18	18
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	70,35	70,35
Самостоятельная работа	146	146
Контроль	35,65	35,65
Итого	252	252

Рабочую программу составил(и):
Старший преподаватель, ученое звание отсутствует, ученая степень отсутствует, Шевченко
Ю.Н.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 18.03.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2024 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры
«Химическая технология и ресурсосбережение»

(протокол заседания № 2 от «19» сентября 2019 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – сформировать у студентов знаний теоретических основ и технологии процессов разделения углеводородного сырья и продуктов основного органического и нефтехимического синтеза.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Общая химическая технология», «Моделирование и оптимизация энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Проектирование энергоресурсосберегающих технологий», «Преддипломная практика».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-3- способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы	-	Знать: — принципы различных методов разделения смесей, их возможности.
		Уметь: — описывать механизмы химических реакций, происходящих при реализации процессов разделения.
		Владеть: — понятийным аппаратом и теоретическими представлениями принципов разделения смесей.
ПК-5- готовностью обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду		Знать: — конструкции аппаратов для разделения смесей; — способы энергосбережения при разделении смесей.
		Уметь: — обоснованно выбирать эффективные методы разделения углеводородных смесей и продуктов органического синтеза.
		Владеть: — навыками расчета

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		<p>коэффициенты активности компонентов неидеальных систем для моделирования фазовых равновесий жидкость – пар и жидкость – жидкость с использованием эмпирических, полуэмпирических уравнений и теоретических методов;</p> <p>— навыками расчета ректификационные колонны для разделения многокомпонентных и сложных смесей.</p>
ПК-14 способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе		Знать: — современные методы исследования технологических процессов
		Уметь: — использовать современные компьютерные средства при обработке результатов экспериментов.
		Владеть: — методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов.

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Физико-химические основы процессов разделения	Лекция №1	Введение. Методы расчета физико-химических свойств органических веществ и углеводородных фракций	7	2			
	Лекция №2	Испарение и конденсация	7	4			
	Лабораторная работа № 1	Исследование процесса периодической ректификации бинарной смеси	7	4			Отчет по лабораторной работе № 1
	Практическое занятие № 1	Расчет доли отгона сырья и составов равновесных фаз с помощью графика Гужова и методом Трегубова.	7	2			Отчет по практическому занятию № 1
	Лекция №3	Ректификация многокомпонентных и сложных смесей.	7	4			
	Лекция № 4	Пленочные, роторно-пленочные и скоростные колонные аппараты с вихревыми тарелками.	7	4			
	Практическое занятие №2	Расчет внутренних материальных потоков в колонне.	7	2			Отчет по практическому занятию № 2

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Практическое занятие №3	Расчет минимального флегмового числа по Андервуду и оптимизация рабочего флегмового числа.	7	2			Отчет по практическому занятию № 3
Модуль2. Основные положения принципов разделения	Лекция №4	Азеотропная и экстрактивная ректификация	7	4			
	Лабораторная работа № 2	Дегидратация этилового спирта	7	4			Отчет по лабораторной работе № 2
	Практическое занятие № 4	Селективность растворителей по отношению к разделяемым компонентам.	7	2			Отчет по практическому занятию № 4
	Лекция № 5	Абсорбция	7	4			
	Практическое занятие № 5	Моделирование равновесия жидкость – пар.	7	2			Отчет по практическому занятию № 5
	Лекция № 6	Экстракция	7	4			
	Лабораторная работа № 2	Определение удельной поверхности катализаторов	7	4			Отчет по лабораторной работе № 3
	Лекция № 7	Адсорбция	7	4			

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лабораторная работа № 4	Закономерности процессов переноса массы в присутствии твердой фазы	7	4			Отчет по лабораторной работе № 4
	Практическое занятие № 6	Составление материального и теплового баланса абсорбера.	7	2			Отчет по практическому занятию № 6
	Промежуточная аттестация		7	0,35	-	-	Промежуточный тест
Модуль 3 Основы массопередачи	Лекция №8	Кристаллизация, экстрактивная и аддуктивная кристаллизация.	7	4			
	Лекция №9	Диффузия через мембраны и термодиффузия. Химические методы разделения и очистки.	7	4			
	Практическая работа №7	Фазовое равновесие бинарных систем	7	2			Отчет по практическому занятию № 7
	Практическое занятие №8	Схемы адсорбционных установок периодического и непрерывного действия.	7	2			Отчет по практическому занятию № 8

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Практическое занятие № 9	Термодиффузионные колонны, методы повышения их эффективности.	7	2			Отчет по практическому занятию № 9
	Лабораторная работа №5	Итоговое занятие	7	2			Отчет по лабораторной работе № 1-№4
	Самостоятельная работа.	Подготовка отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам. Изучение теоретического материала.	7	146			
	Подготовка к экзамену			36,5			
Итого:				252			

5. Образовательные технологии

При реализации дисциплины предполагается использование технологий традиционного обучения: лекции, практические занятия. Лекции с элементами дискуссии, с использованием технологий развития критического мышления. Практические занятия с обсуждением результатов деятельности.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Выполнение практических занятий должно быть оформлено в тетради для практических работ, и включать в себя:

1. Наименование и вариант работы.
2. Исходные данные.
3. Технологическая схема (аппаратная схема), нарисованная с использованием программного обеспечения.
4. Описание предлагаемого решения.
5. Общее заключение по результатам работы.

Выполнение лабораторных работ: отчет по лабораторной работе должен быть оформлен в соответствии с требованиями. При подготовке к защите студенту изучить контрольные вопросы.

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Промышленные катализаторы гидрогенизационных процессов в нефтепереработке и нефтехимии.
2. Дезактивация катализаторов в каталитических реакторах.
3. Методы исследования состава и структуры поверхности катализаторов.
4. Структура механических катализаторов. Кластеры.
5. Закономерности подбора катализаторов для разных реакций.
6. Синтез Фишера – Тропша, конструкция реакторных устройств.
7. Реакторы синтеза метанола и получение из него бензина.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
7	ОПК- 3	Отчеты по практическим занятиям №1-9, отчеты по лабораторным работам №1-4. Вопросы к экзамену №1-№58.
7	ПК-5	Отчеты по практическим занятиям №1-9, отчеты по лабораторным работам №1-4. Вопросы к экзамену №1-№58.
7	ПК-14	Отчеты по практическим занятиям №1-9, отчеты по лабораторным работам №1-4.

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Типовые практические задания

(наименование оценочного средства)

Практическое занятие № 1

Расчет доли отгона сырья и составов равновесных фаз с помощью графика Гужова и методом Трегубова.

Цель работы: получение практических навыков расчета доли отгона сырья и составов равновесных фаз

Задание: провести расчеты по индивидуальному варианту.

Критерии оценки:

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если отчет оформлен в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии, сделаны необходимые выводы. Студент правильно отвечает на два контрольных вопроса.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если расчет произведен с ошибками, не в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии, студент не в состоянии прокомментировать ход работы и ее результаты, ответить на контрольные вопросы.

Промежуточное аттестация (тестирование)

1 Какие взаимодействия проявляются между молекулами насыщенных углеводов?

- а) ориентационные;
- б) индукционные;
- в) отдисперсионные;
- г) дисперсионные.

2 В каком растворителе лучше всего растворяются арены?

- а) N-метилпирролидон;
 - б) этиленгликоль;
 - в) вода.
- И т.д.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр_7_

№ п/п	Вопросы к экзамену
1.	Расчет доли отгона сырья и составов равновесных фаз с помощью графика Гужова и методом Трегубова.
2.	Расчет давления насыщенного пара веществ и нефтяных фракций.
3.	Понятие о доле отгона сырья в процессе однократного испарения. Построение кривой ОИ бинарной системы.
4.	Построение кривой ОИ методом Обрядчикова и Смидович.
5.	Построение кривой ОИ методом Эдмистера.
6.	Расчет доли отгона сырья с помощью графика Гужова.
7.	Расчет доли отгона сырья методом Трегубова.
8.	Составление материального баланса ректификационной колонны методом ключевых компонентов.
9.	Расчет минимального флегмового числа по Андервуду.
10.	Расчет температуры верхнего и нижнего сечения ректификационной колонны
11.	Расчет ЧТТ колонны методом Фенске-Джиллиленда.
12.	Расчет материального баланса и ЧТТ колонны методом Хенгстебека.
13.	Расчет ЧТТ колонны методом «от тарелки к тарелке».
14.	Характеристика и устройство тарелок ректификационных колонн
15.	Способы орошения и подвода тепла в ректификационную колонну.
16.	Тепловой баланс ректификационной колонны.
17.	Расчет расхода пара и жидкости в ректификационной колонне.
18.	Предварительный расчет диаметра ректификационной колонны.
19.	Явления, нарушающие нормальную работу тарелок ректификационной колонны.
20.	Классификация процессов разделения и очистки органических веществ.
21.	Классификация процессов разделения и очистки органических веществ.
22.	Селективность растворителей по отношению к разделяемым компонентам.
23.	Селективность растворителей по отношению к разделяемым компонентам.
24.	Зависимость селективности и растворяющей способности от химического строения растворителей.
25.	Донорные и акцепторные числа растворителей.
26.	Экспериментальные методы определения коэффициентов активности и проверка их термодинамической согласованности.
27.	Моделирование коэффициентов активности компонентов раствора с помощью эмпирических уравнений.
28.	Моделирование коэффициентов активности компонентов раствора с помощью эмпирических уравнений.
29.	Теория регулярных растворов. Правило растворимости Гильдебранда – Семенченко.
30.	Зависимость коэффициентов активности компонентов от температуры.
31.	Условие образования азеотропов и следствия из него.
32.	Требования к азеотропобразующим компонентам. Преимущества и недостатки азеотропной ректификации.
33.	Требования к растворителям для экстрактивной ректификации. Применение процесса экстрактивной ректификации.
34.	Расчет колонн азеотропной и экстрактивной ректификации.

№ п/п	Вопросы к экзамену
35.	Свойства треугольной диаграммы.
36.	Методы представления точек, отвечающих составам трехкомпонентным системам, на треугольной диаграмме.
37.	Методы представления точек, отвечающих составам трехкомпонентным системам, на треугольной диаграмме.
38.	Коэффициенты распределения и разделения в процессе экстракции.
39.	Конструкции экстракторов.
40.	Требования к экстрагентам.
41.	Процессы экстракции бензола и его гомологов из катализаторов риформинга. Преимущества и недостатки применяющихся экстрагентов.
42.	Экстракционная очистка керосиновых, дизельных фракций и вакуумных газойлей.
43.	Селективная очистка масляных фракций.
44.	Принципиальная схема абсорбционно-десорбционной установки. Фактор абсорбции.
45.	Расчет процесса абсорбции с помощью диаграммы $Y - X$.
46.	Уравнение и график Кремсера.
47.	Составление материального и теплового баланса абсорбера.
48.	Полярные и неполярные адсорбенты с неоднородной пористостью.
49.	Природные и синтетические цеолиты, их применение в нефтепереработке и нефтехимии
50.	Применение процесса кристаллизации в нефтепереработке и нефтехимии.
51.	Депарафинизация масляных фракций с использованием селективных растворителей.
52.	Карбамидная депарафинизация.
53.	Клатратные соединения с полостями в кристаллической решетке в форме клеток. Газовые гидраты.
54.	Диффузия через мембраны.
55.	Термическая диффузия.
56.	Деасфальтизация нефтяных остатков. Дуосол – процесс.
57.	Химические методы выделения и очистки углеводородов и гетероатомных соединений.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
7	Экзамен	«отлично»	Ответ на два теоретических вопроса, студент в полном объеме владеет материалом и отвечает на один дополнительный вопрос с пониманием, приводит примеры.
		«хорошо»	Ответ на два теоретических вопроса, студент в полном объеме владеет материалом, ответ на теоретический

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
			материал одного из вопросов экзаменационного билета неполный, не отвечает на дополнительный вопрос, приводит примеры.
		«удовлетворительно»	Ответ на теоретический материал по одному из двух теоретических вопросов полный, ответы на дополнительные вопросы по теоретическому экзаменационному материалу билета должны быть близкими к теории.
		«неудовлетворительно»	Не отвечает ни на один из теоретических вопросов, не может ответить ни на один дополнительный вопрос.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов	Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс	учебник	2019	ЭБС «Лань»
2	А. Н. Остриков, В. Н. Василенко, О. В. Абрамов, А. В. Логинов.	Расчет и проектирование массообменных аппаратов	учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»
3	Баранов, Д. А.	Процессы и аппараты химической технологии	учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
4	Ветошкин, А. Г.	Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи	учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»
5	Тупикин, Е. И.	Общая нефтехимия	учебное пособие	2019	ЭБС «Лань»
6	Агibalова, Н. Н.	Технология и установки переработки нефти и газа	учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Гумеров, А. М.	Математическое моделирование химико-технологических процессов	Учебное пособие	2014	ЭБС «Лань»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- <https://webbook.nist.gov/chemistry>»;
- Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов;
- Федеральный портал «Открытое образование»;
- Web of Science [Электронный ресурс]: мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analytics, 2016 – Режим доступа: apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ;
- Scopus [Электронный ресурс]: реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004 – Режим доступа: scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ;
- Elibrary [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Москва: НЭБ, 2000. – Режим доступа: elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	1398, бессрочная
2	Office Standart	1398, бессрочная
3	MathCAD версия 14 или 15	Акт п/п от 21.07.09 (Гос. Контракт 487 от 28.05.09), бессрочный
4	Компас-3D	Бессрочная

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Лаборатория "Процессы и аппараты защиты окружающей среды". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-409)	Столы ученические, столы компьютерные, стулья. Доска передвижная, проектор, ноутбук, экран переносной, установка технологического комплекса, позволяющая снизить распространение аэродисперсной системы в пространстве, ПК-7, стенд информационный п/а467.
2	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения	Переносной проектор, экран, столы компьютерные, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная (маркерная)- ПК с выходом в сеть Интернет

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (УЛК-203)	
3	Лаборатория "Высокомолекулярные соединения". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-220)	Столы лабораторные островные; стол лабораторный высокий ; стол для весов; шкафы вытяжные 1500ШВ; весы аналитические Shinko220 сушильный шкаф Snol 58/350; стол виброустойчивый; шкафы для хим.реактивов; тумбы для посуды и хим.реактивов; регулятор напряжения БП2100; магнитная мешалка ММ5; термостат UTU4; автоклав; кондуктометр портативный МАРК-603/1, доска аудиторная трехсекционная; табуреты лабораторные; стол преподавателя ;химическая посуда, баня шестиместная LOIP LB-160
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры